

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
<i>Цатуров Ю.С.</i> 50 лет. Как это было. Этапы. Итоги	5
<i>Пешков Ю.В.</i> Сеть мониторинга состояния и загрязнения атмосферного воздуха. Проблемы и перспективы	9
<i>Чичерин С. С.</i> Развитие методологии мониторинга атмосферы в РФ и международный опыт	10
<i>Станкевич А.П., Козерук Б.Б.</i> Развитие системы мониторинга атмосферного воздуха в Республике Беларусь	12
<i>Смирнова И.В.</i> Состояние загрязнения воздуха в городах РФ	14
<i>Косовец А. А., Колесник И. А., Федоровская К.Е.</i> Динамика загрязнения атмосферного воздуха городов Украины в 1992-2012 гг.	15
<i>Генихович Е.Л.</i> Моделирование и прогноз загрязнения атмосферного воздуха: история, современное состояние и перспективы развития	17
<i>Безуглая Э.Ю.</i> Климатические условия загрязнения атмосферы	19
<i>Сорокин Н. Д.</i> Система мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга	21
<i>Вольберг Н. Ш., Гуревич И.Г., Павленко А.А., Яновский И.С.</i> Методы и средства наблюдений за загрязнением атмосферы, перспективы развития	23
<i>Конопелько Л. А., Кустиков Ю. А., Колобова А. В.</i> Современные проблемы метрологического обеспечения контроля загрязнения атмосферы	25
Национальные и региональные системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в городах	
<i>Ивлева Т.П.</i> Качество воздуха в крупнейших городах России	27
<i>Бигильдеева Н.Р., Карпасова Н.И., Крылова Н.В.</i> Оценка существующей системы наблюдений загрязнения атмосферного воздуха в г.о. Тольятти Самарской области, репрезентативности размещения стационарных пунктов контроля общегородской сети наблюдения	29
<i>Сурнин В.А., Булгаков В.Г.Макаренко А.А, Шилина А.И.</i> Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха городов РФ тяжёлыми металлами и бенз(а)пиреном	31
<i>Селегей Т.С., Филоненко Н.Н., Ленковская Т.Н.</i> Метеорологический потенциал атмосферы территории западной Сибири	33
<i>Ануфриева А.Ф.</i> Периоды аномально высокого загрязнения воздуха городов	34
<i>Тереб Н.В., Милехин Л.И., Милехин В.Л, Гниломедов В. Д., Нечаев Д. Р., Кулижникова Л.К., Широтов В.В.</i> Приземный озон в условиях аномального лета 2010 г. в сравнении с летом 2011 г. по измерениям в Обнинске	36
<i>Панкратова Н. В., Скороход А. И., Еланский Н. Ф.</i> Газовый состав приземного воздуха Москвы: характерные и экстремальные концентрации	38
<i>Серебрицкий, И.А, Фелицын С.Б</i> Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга	40
<i>Плауде Н.О., Стулов Е.А., Сосникова Е.В., Паршуткина И.П., Монахова Н.А.</i> Результаты многолетних измерений характеристик атмосферного аэрозоля в пригородной зоне Москвы	40
<i>Глазкова А.А., Кузнецова И.Н., Захарова П.В.</i> Изменчивость концентрации РМ ₁₀ в Московском регионе и в городах Центральной Европы	42
<i>Битехтина М. А., Михайлюта С. В., Леженин А. А.</i> Формирование острова тепла на территории города Красноярска и его связь с загрязнением атмосферного воздуха	43

<i>Бадахова Г.Х.</i> Оценка изменения климатических условий, влияющих на загрязнение воздуха, в городах-курортах Кавказских Минеральных Вод	45
<i>Загайнова М.С.</i> Влияние температуры воздуха на уровень концентрации формальдегида в городах	47
<i>Карлова С.М.</i> Проблемы проведения мониторинга атмосферного воздуха в г. Владикавказ	48
<i>Соболевская А. П.</i> Организация и развитие автоматизированной системы контроля загрязнения атмосферного воздуха города Череповца	50
<i>Серебрицкий И.А.</i> Опыт создания автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга: планирование, выбор оборудования, программного и методического обеспечения	52
<i>Сарычев С.А., Запевалов М.А., Косых В.С., Нечаев Д.Р., Дудина Л.И., Лысак О.Б.</i> Результаты опытной эксплуатации автоматизированных систем контроля загрязнения атмосферного воздуха	54
<i>Сурнин В.А., Булгаков В.Г., Левшин Д.Г., Лобов А.И., Макаренко А.А., Нечаев Д.Р., Сарычев С.А.</i> Развитие автоматизированных методов мониторинга атмосферного воздуха	55
<i>Халиков И.С., Запевалов М.А., Сурнин В.А., Куриленко В.М.</i> Высокоэффективная жидкостная хроматография для определения низкомолекулярных карбонильных соединений в атмосферном воздухе	56
<i>Халиков И.С., Куриленко В.М.</i> «Тяжелые» полициклические ароматические углеводороды в атмосферном воздухе г. Сочи за год до XXII зимних Олимпийских игр	57
<i>Бадахова Г.Х., Кравченко Н.А.</i> Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в промышленных городах Ставропольского края	59
<i>Михайлюта С.В., Леженин А.А., Тасейко О.В.</i> Мониторинг атмосферного воздуха в городах, актуальные задачи, проблемы и пути их решения	60
<i>Банникова О.А.</i> Мониторинг загрязнения атмосферы городов Свердловской области вчера, сегодня, завтра	62
<i>Звягинцев А. М., Крученицкий Г.М., Кузнецова И.Н, Шалыгина И.Ю., Захарова П.В.</i> Мониторинг приземного озона в Московском регионе	63
<i>Короткова Т.Д., Мокротоварова О.И., Павлова Т.В.</i> Развитие Мурманской территориальной автоматизированной системы комплексного мониторинга атмосферного воздуха	65
<i>Иванов К.Н.</i> Автоматические средства контроля загрязнения атмосферного воздуха для территориальных систем экологического мониторинга	66
Расчетный мониторинг и прогноз загрязнения воздушного бассейна городов	
<i>Генихович Е.Л., Грачева И.Г., Зив А.Д., Кириллова В.И., Мостаманди С., Рыжакова А.А., Лазарева К.А., Румянцев Д.Ю.</i> Работы ГГО в области моделирования загрязнения воздуха: от локальных моделей до ХТМ и эффектов изменения климата	69
<i>Суркова Г. В., Ревокатова А. П., Кирсанов А. А., Кислов А. В., Ривин Г. С, Розинкина И.А.</i> Краткосрочный прогноз концентрации загрязняющих веществ в атмосфере мегаполиса (на примере г. Москвы) в Гидрометцентре РФ с использованием химико-транспортной модели COSMO-Ru7-ART	70
<i>Ревокатова А.П., Суркова Г.В, Кирсанов А.А., Кислов А.В., Ривин Г.С.</i> Краткосрочный прогноз концентрации угарного газа в атмосфере Москвы	72

<i>Емелина С.В., Сафронов А.Н., Рубинштейн К.Г, Игнатов Р.Ю, Скороход А.И.</i>	74
Оценка воспроизведения загрязнения атмосферы выбросами от пожаров на европейской части России летом 2010 года с использованием региональной модели WRF-ARW со встроенным химическим блоком WRF-CHEM.	
<i>Кирсанов А.А., Ревокатова А.П., Ривин Г.С., Суркова Г.В.</i>	74
Численное моделирование загрязнения атмосферного воздуха при лесных пожарах с использованием химико-транспортной модели COSMO-Ru7-ART	
<i>Кузнецова И.Н., Шалыгина И.Ю., Нахаев М.И., Глазкова А.А., Зарипов Р.Б., Суркова Г.В., Ривин Г.С., Ревокатова А.П., Кирсанов А.А., Коновалов И.Б., Захарова П.В.</i>	75
Опыт прогнозирования загрязнения приземного воздуха в Московском регионе на основе данных химических транспортных моделей: результаты тестирования, проблемы, перспективы	
<i>Зарипов Р.Б., Коновалов И.Б.</i>	77
Использование комплекса из модели атмосферы WRF ARW и химико-транспортной модели CHIMERE для анализа и прогноза концентраций загрязняющих веществ в Московском мегаполисе	
<i>Шлычков В.А., Селегей Т.С., Леженин А.А, Мальбахов В.М.</i>	79
Гидродинамико-статистическая модель прогноза формальдегидного загрязнения городской атмосферы	
<i>Кириллова В.И., Николаев В.Д.</i>	80
Прогнозирование загрязнения воздуха в городах России	
<i>Трифиленкова Т.Б., Семенова Т.В., Горохова Е.С., Стукалова Е.Г.</i>	82
Проблемы и перспективы прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха в Москве и городах Московского области	
<i>Кузнецова И.Н., Шалыгина И.Ю., Нахаев М.И., Глазкова А.А.</i>	84
Об идентификации неблагоприятных метеорологических условий в Московском регионе	
<i>Захаров С.Д., Гоголь Ф.В, Трущина И.Н., Эктова О.Ф.</i>	85
Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха на территории республики Татарстан	
<i>Константинова Ю.М., Савельев А.А.</i>	87
Статистические методы в краткосрочном прогнозировании высоких уровней загрязнения атмосферы городов	
<i>Костарева Т.В.</i>	88
Прогнозы НМУ: специфика составления и доведение до органов самоуправления и предприятий Уральского региона	
<i>Лайхтман В.И., Чигалейчик С.А., Сорокин Н.Д.</i>	90
Система расчетного мониторинга качества атмосферного воздуха "Эколог-город"	
<i>Буренин Н.С.</i>	92
Применение результатов моделирования и мониторинга загрязнения атмосферы при нормировании выбросов	
<i>Зив А. Д.</i>	93
Рационализация "больших" нормативных расчетов загрязнения атмосферного воздуха	
<i>Киселев А.В., Чигалейчик С.А.</i>	95
Программное обеспечение по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду	
<i>Франк-Каменецкий Д.А</i>	97
Расчетный мониторинг качества атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге: техническое и методическое обеспечение	
<i>Ложкина О. В., Ложкин В. Н., Буренин Н. С., Двинянина О. В., Головина Н. М.,</i>	99
Практика расчетного мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха городов выбросами автотранспорта на примере Санкт-Петербурга	

- Оникул Р.И., Яковлева Е.А.* О методах расчета параметров наземных площадных пылящих источников для условий распространения с этих источников интенсивных пыльных поземков 101
- Шагидуллин А.Р., Шагидуллина Р.А.* Расчет загрязнения атмосферного воздуха г. Казани 103

Загрязнение воздуха, здоровье населения и качество окружающей среды

- Котельников С.Н., Степанов Е.В.* Влияние умеренных концентраций приземного озона на здоровье населения в г. Вятские Поляны и аномально высоких в г. Москва летом 2010 г 104
- Сенотрусова С. В.* Оценка влияния загрязнения окружающей среды на заболеваемость населения малых городов 106
- Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Опенко Т.Г.* Исследование процессов загрязнения и онкозаболеваемости населения в окрестностях крупных автомагистралей г. Новосибирска 108
- Решетников А.И., Ивахов В.М., Парамонова Н.Н., Привалов В. И., Казакова К.В.* Оценки влияния антропогенных и естественных источников на формирование полей концентрации парниковых газов в районе станции Новый Порт (п-ов Ямал) 110
- Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Решетников. А. И., Зинченко А.В., Казакова К.В.* Город как источник эмиссии парниковых газов по данным измерений их концентрации на станции Воейково 110
- Рапута В.Ф., Коковкин В.В.* Сопряжённые исследования длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова крупных городов юга западной Сибири 111
- Свистов П.Ф., Полищук А.И., Павлова М.Т., Першина Н.А.* Состав и свойства осадков на урбанизированных территориях 113
- Косовец-Скавронская Е.А.* Динамика химического состава атмосферных осадков в Киеве в конце XX – начале XXI века 114
- Еремينا И.Д.* Изменения кислотности и химического состава атмосферных осадков в Москве в течение 30 лет) 115
- Русина Е.Н.* Влияние города и локальных источников загрязнения на аэрозольно-оптические характеристики атмосферы 117
- Першина Н.А., Полищук А.И.* Сравнение влажных выпадений загрязняющих веществ на территории г. Санкт-Петербурга и пригородов 119
- Зинченко А. В.* Методика расчета эмиссии примеси в атмосферу площадным источником у поверхности земли, основанная на модели ее ночного накопления в пограничном слое атмосферы в условиях устойчивой атмосферной стратификации 121

Прикладные задачи, связанные с мониторингом загрязнения атмосферного воздуха

- Реутова Т.В., Гущина Л.П., Жинжакова Л.З., Машуков Х.Х.* Использование данных мониторинга содержания микропримесей в атмосферных осадках в целях оценки влияния городских источников загрязнения атмосферы 122
- Андрянова Н.В.* Решение задач организации мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в районах расположения опасных производственных объектов, на примере г. Дзержинск Нижегородской области 124
- Самолетова Н.А., Бураго С.Г. , Нарсия М.Ш.* Опыт работы Ростовского ЦГМС по практической организации мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Ростовской области 126

<i>Ложкин В.Н., Ложкина О.В., Марченко В.С.</i> Оценка содержания окислов азота в отработанных газах автомобильных транспортных средств в реальных условиях эксплуатации	127
<i>Волчков А.В., Попов В.В., Малышев В.А., Ким В.М., Яхрюшин В.Н., Гринин А.В.</i> Современная воздухофильтрующая установка для мониторинга загрязнения приземного слоя атмосферы	129
<i>Полищук А.И., Иванова Н.Н.</i> Банк данных «Загрязнение атмосферы российских городов»	129
<i>Хмылев И.В.</i> Обеспечение качества данных автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга	131
<i>Франк-Каменецкий Д.А.</i> Использование данных о качестве атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге	132
<i>Серебрицкий И.А., Хмылев И.В.</i> Обмен данными станций фоновоего мониторинга в режиме реального времени между Санкт-Петербургом и Финляндией	134
<i>Сурнин В.А., Булгаков В.Г., Макаренко А.А., Шилина А.И., Филатов И.Ю.</i> Новые фильтрующие материалы для мониторинга тяжёлых металлов и полиароматических углеводородов в атмосфере	135
<i>Крысина А.М., Вольберг Н.Ш., Степаков А.В.</i> Простой метод дозирования газов для контроля погрешности методик количественного химического анализа воздуха	137
<i>Успенский А.А., Вольберг Н.Ш., Степаков А.В.</i> Определение массовой концентрации сажевого аэрозоля в атмосферном воздухе фотометрическим методом	139

50 ЛЕТ. КАК ЭТО БЫЛО. ЭТАПЫ. ИТОГИ

Ю.С. Цатуров, И.В. Смирнова

Росгидромет, ФГБУ «ГГО»

tsaturov@mecom.ru, labzag@main.mgo.rssi.ru

В 2013 г. исполняется 50 лет системе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха. Постановлением Совета Министров СССР от 9 сентября 1963 года Главному Управлению Гидрометеослужбы (ГУГМС) при СМ СССР было поручено «организовать систематическое изучение химического состава (загрязнения) атмосферного воздуха» на территории Советского Союза. Поэтапно излагаются результаты разработки теории атмосферной диффузии и распространения примесей в атмосфере, методологии наблюдений за загрязнением приземного слоя воздуха, работ по исследованию характеристик метеорологических условий, определяющих рассеивание или накопление загрязняющих веществ.

1. В 1950-1960-х годах XX века антропогенное воздействие на окружающую среду достигло значительного уровня. Резко возросло загрязнение природных сред, в первую очередь атмосферного воздуха, и прогнозировался дальнейший рост уровня загрязнения.

Потребовались фундаментальные и прикладные научные исследования гигиенистов и метеорологов. Сначала «меры борьбы с загрязнением атмосферного воздуха для улучшения санитарно-гигиенических условий населенных мест» принимали гигиенисты, которым была поручена санитарная охрана атмосферного воздуха. В гидрометеослужбе к этому времени были выполнены теоретические и экспериментальные исследования турбулентной структуры приземного слоя атмосферы. Именно это позволило заложить научные основы теории рассеивания примесей, поступающих в атмосферу из источников выбросов.

Формируются методические требования к наблюдениям за концентрациями примесей в атмосфере и метеорологическими параметрами, определяющими перенос и распространение загрязняющих веществ в атмосфере.

Эти работы в Гидрометслужбе возглавлял академик Е.К.Федоров. Теоретические и экспериментальные исследования осуществлялись Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова (ГГО), в отделе Исследований атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы под руководством профессора М.Е.Берлянда.

2 Постановление Совета Министров СССР от 9.09.1963 г.

В городах организуется стационарная сеть пунктов наблюдений, оборудованных специальными павильонами, и химические лаборатории. Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха начались в небольшом числе городов бывшего Советского Союза,— в 1965 г. их было 45, в 1970 г. наблюдения проводились уже в 109 городах.

Первые станции мониторинга загрязнения атмосферы «Пост-1» оснащены аспираторами на газовые и аэрозольные примеси и оборудованы для проведения сопутствующих метеонаблюдений.

Определялись концентрации наиболее распространенных загрязняющих веществ: пыль, сажа, сернистый газ, оксид углерода, оксиды азота. Основные источники загрязнения городов в 60-70х гг. — промышленные предприятия с большим числом источников выбросов специфических примесей, незначительный вклад вносит автотранспорт. Поэтому измерялись концентрации аммиака, сероводорода, сероуглерода, фенола, фтористого и цианистого водорода, хлора, метилмеркаптана. др.

Первое обобщение информации о загрязнении атмосферы в было подготовлено и издано уже в 1964 г. (Обзор состояния загрязнения атмосферы городов на территории Советского Союза за 1963 г. Ртп. ГГО. 1964.)

Методики измерений В ГГО в контакте с Минздравом были отобраны наиболее надежные методики измерений и модернизированы для применения при наблюдениях за загрязнением атмосферного воздуха со значительным повышением чувствительности методов анализа.

В 1979 году было издано первое руководство по контролю загрязнения атмосферы.

3 Активное сотрудничество с реальным сектором экономики. Создание ОГСНКА (1960–1970-е гг.)

В решении проблемы загрязнения воздуха участвует широкий круг специалистов, которые ведут поиск и разработку новых технических средств и систем контроля промышленных выбросов в атмосферу, а также средств контроля уровня загрязнения.

Для проверки и уточнения теоретических результатов с 1961 г. систематически в районы расположения мощных источников промышленного загрязнения осуществлялись комплексные экспедиции. В них принимали участие специалисты ГГО, Московского института санитарии и гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, Всесоюзного теплотехнического института им. Ф. Э.Дзержинского, Всесоюзного алюминиево-магниевого института. Перечень проведенных экспериментов показывает широкий охват по отраслям, типам источников, климатическим зонам. При ГГО создана экспедиция по изучению

загрязнения атмосферы с тремя отрядами, ведущими исследования в Ленинграде и 10 городах Украины, Урала и Сибири.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 29.12.1972 № 898 «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» ГУГМС было поручено:

- организовать общегосударственную службу наблюдений и контроля за уровнем загрязнения атмосферы... по физическим, химическим... показателям и экстренной информации о резких изменениях уровня загрязнения атмосферы (ОГСНКА),

- обеспечивать заинтересованные организации и учреждения систематической информацией и прогнозами об уровнях загрязнения атмосферы.

Руководил работой по созданию ОГСНК начальник ГУГМС (1974-1978 гг., в 1978-1991 гг. — Председатель Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды) академик Ю. А. Израэль. В центральном аппарате ГУГМС было образовано Управление по изучению и контролю загрязнения внешней среды (до 1991 г. начальник Н. К. Гасилина), которое обеспечило выполнение необходимых организационно-технических мероприятий по созданию в 1973-74 гг. сети пунктов наблюдений для контроля качества и степени загрязнения атмосферного воздуха, в 1975 г. единой системы сбора, хранения и обработки информации. В 1980 г. на базе действующих наблюдательных подразделений были сформированы Центры по изучению и контролю загрязнения природной среды, комплексные и сетевые лаборатории по контролю загрязнения атмосферного воздуха. В настоящее время наблюдательная сеть Росгидромета включает 631 станцию и 150 лабораторий в 223 городах России.

Методология контроля за загрязнением атмосферы развивалась в направлении расширения перечня наблюдаемых ингредиентов, метрологической аттестации и стандартизации измерительных методов, контроля качества наблюдений, а также оптимизации сети и режима наблюдений. Большой объем и разнородность данных наблюдений потребовали разработки новых способов определения их достоверности. Предложены и внедрены методы внутреннего и внешнего контроля точности измерений концентраций примесей.

Развитие технических средств и методов наблюдений. В соответствии с совместным Приказом Госкомгидромета, Минприбора и Госстандарта «О развитии средств мониторинга загрязнения природной среды и их метрологического обеспечения» для разработки газоанализаторов привлекались лучшие на то время силы научных и конструкторских организаций. К сожалению, отечественная промышленность оказалась технологически готова к серийному производству не всех созданных образцов газоанализаторов.

Разработана типовая автоматизированная система контроля загрязнения атмосферы АНКОН АГ. В 1976-1980-х годах проведены работы по созданию экспериментальных автоматизированных системы контроля загрязнения атмосферы в Москве, Ленинграде, Киеве.

Развитие расчетных методов оценки загрязнения атмосферы в этот период привело к созданию ряда нормативных методик расчета загрязнения атмосферы, содержащих формулы для расчета приземных концентраций, высот труб, предельно-допустимых выбросов, границ санитарно-защитных зон предприятий.

В 1989 г. издано переработанное и расширенное Руководство по контролю загрязнения атмосферы, подготовленное и утвержденное совместно Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии (Ю.С.Цатуров) и Министерством здравоохранения СССР (Главный государственный врач СССР А.И.Кондрусев). В его подготовке участвовало 12 научно-исследовательских институтов.

В ГГО под руководством М.Е.Берлянда разрабатываются теоретические, статистические и синоптические методы краткосрочного прогноза загрязнения воздуха городов. В результате обширных исследований, выполненных д-ром геогр. наук, проф. Л.Р.Сонькиным создана и успешно функционирует система краткосрочного прогноза загрязнения атмосферы и предупреждений о наступлении неблагоприятных метеорологических условий рассеивания примесей.

Под руководством А.И.Полищук в ГГО создана автоматизированная система сбора, обработки и хранения первичной информации, режимно-справочный банк данных загрязнения атмосферы, информационная база которого включает в себя данные начиная с 1980 г. Технология АСОИЗА — иерархическая территориально распределённая обработка информации о загрязнении атмосферного воздуха. Первичный сбор, контроль и обработка данных осуществляется на территориальном уровне.

В течение всего полувекового периода под руководством д-ра геогр. наук Э.Ю.Безуглой создавались и выпускались в печати Ежегодники состояния загрязнения атмосферы.

Приводится информация об организации и функционировании сети фоновых мониторинга, в рамках проекта БАПМОН, который впоследствии был основой создания Глобальной службы атмосферы ВМО (ГСА) для получения информации о фоновом загрязнении атмосферы, которое может привести к изменениям климата и другим экологическим последствиям.

4 Разработка научно-методических основ контроля загрязнения воздуха и воздухоохраных мероприятий (1980-е годы)

Работы по охране атмосферы получили развитие, в чем определяющую роль сыграло включение ст. 42 в Конституцию СССР, принятие Закона об охране атмосферного воздуха (1980).

Развитие работ проходило по направлениям: развитие теории распространения примесей в атмосфере, создание нормативных документов, определяющих мероприятия в области охраны атмосферы, и документов для обоснования и руководства сетью наблюдений, разработка технических средств контроля загрязнения атмосферы (вторая волна автоматизации измерений) и источников выбросов, компьютерных технологий сбора и обработки данных наблюдений.

В 1980 г. была проведена первая общесоюзная инвентаризация промышленных выбросов.

С 1982 г. деятельность сети и ГГО проходила в тесном взаимодействии с созданной по решению Правительства СССР Государственной инспекцией по охране атмосферного воздуха. Разработана идеология, общие подходы к экологическому нормированию и регулированию качества окружающей среды — установления ПДВ, ВСВ с учетом фоновго загрязнения воздуха городов и контроля соблюдения установленных нормативов качества воздуха. Введен в действие общесоюзный нормативный документ «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86). Созданы научные основы экспертизы воздухоохраных мероприятий, что позволило подготовить заключение об эффективности проведения таких мероприятий на крупных промышленных объектах и территориальных комплексах. Разработана и утверждена в качестве общесоюзного нормативного документа «Инструкция о порядке согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям». Разрабатываются стратегические (долгосрочные) прогнозы загрязнения атмосферы для территориально-промышленных комплексов (БАМ, КАТЭК, районы расположения газопроводов) — ТерКСОП.

Разработана программа снижения вредных выбросов на предприятиях различных отраслей промышленности с участием представителей всех министерств и ведомств. Результаты этой работы собраны в сборнике «Сводные материалы раздела «Охрана атмосферного воздуха» проекта государственной программы Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СССР на XIII пятилетку и на перспективу до 2005 года». Выполнение программы было приостановлено с началом перестройки.

Приводится информация о реализованных наиболее крупных международных проектах в рамках сотрудничества со странами СЭВ, с США, Францией, Китаем и др.

5 1990-е годы. Выживание в изменившихся экономических условиях. Отток кадров. Снижение уровней загрязнения воздуха в связи со спадом промышленного производства. Сокращение наблюдательной сети. Рост уровня загрязнения в связи с увеличением количества автотранспорта.

Неослабевающий интерес к информации о загрязнении воздуха как со стороны российского общества, так и со стороны зарубежных международных организаций стимулировали устойчивость ГСНКА в условиях распада СССР. Был осуществлен ряд экспериментальных проектов, развивались межведомственные исследования воздействия загрязненного воздуха на здоровье человека и окружающую среду.

6 В XXI век служба мониторинга загрязнения атмосферного воздуха вошла уверенно благодаря совместным усилиям Росгидромета и органов власти городов и субъектов федерации. Формируется правовое поле. К числу позитивных перемен следует отнести принятие законов РФ о гидрометеорологической службе, об атмосферном воздухе, об охране окружающей среды, о единстве измерений, закона о лицензировании. К числу правовых актов, негативно отразившихся на развитии наблюдательной сети, отнесем закон о разграничении полномочий власти федеральной и субъектов федерации по финансированию, в том числе, работ в области мониторинга загрязнения воздуха.

Проведена аккредитация аналитических лабораторий органами Госстандарта.

Увеличилось количество участников деятельности, получивших лицензии Росгидромета на ведение мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, в т.ч. автоматизированных наблюдений, организованных городскими властями. Третья волна автоматизации измерений пришла в связи с ускоренным развитием, совершенствованием и относительным удешевлением газоаналитической аппаратуры. Появление локальных и территориальных систем. Проблема сопоставимости данных наблюдений. Замедление технического развития наблюдательной сети Росгидромета, значительный износ оборудования. Локальные успехи технической модернизации сети: Сочи, Казань, города на Байкальской природной территории.

Дается оценка выполненной за 50 лет работы в области мониторинга и исследований состояния и загрязнения атмосферного воздуха.

Литература

- 1 Труды ГГО, Л., Гидрометеиздат. Вып.134, 138, 185, 207, 234, 238, 373, 387, 417, 436, 450, 543.
- 2 Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова — к 70-летию Советской власти. Исследования 1977-1987 г. Л., Гидрометеиздат. 1988. 240 с.
- 3 Очерки по истории гидрометеорологической службы России. СПб., 2009. Т. 3. Кн. I. с.274-298. Кн. II. с.5-30.

СЕТЬ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ю.В.Пешков

Росгидромет, Управление мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ

По состоянию на 01.01.2012 г. сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха включает 683 станции в 252 городах, в т.ч. 623 станции в 222 городах в системе Росгидромета, 150 аналитических лаборатории, аккредитованных в системе Росстандарта. В городах регулярно измеряется от 6 до 38 примесей в зависимости от программы наблюдений. За год на сети выполняется 4,4 млн. наблюдений. Все измеренные данные как первичные, так и обработанные результаты поступают в единый государственный фонд данных о состоянии и загрязнении окружающей среды. Информационная продукция широко представлена в открытом доступе в интернете.

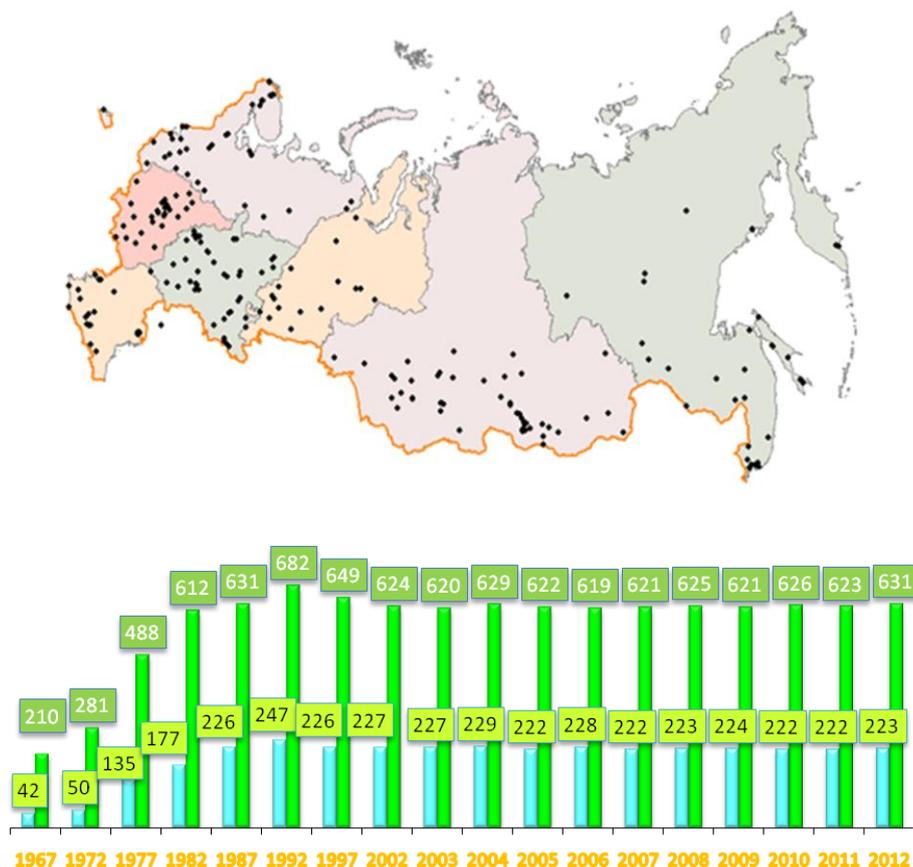


Рисунок 1 — Наблюдательная сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в городах. Общее количество городов и постов (станций) на сети МЗА Росгидромета

Сохранение и развитие наблюдательной сети является важнейшим аспектом выполнения российского природоохранного законодательства, в частности Закона об охране атмосферного воздуха.

В 90-е годы прошлого столетия из-за экономических трудностей произошло значительное сокращение государственной сети наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха. В настоящее время сеть работает стабильно. Поскольку большинство пунктов вводилось в эксплуатацию около 30-40 лет тому назад и за последние годы профилактические работы по поддержанию и модернизация станций практически не проводились, значительная их часть требует полной замены или проведения капитальных восстановительных работ. Основной объем наблюдений выполняется без использования автоматизированных и автоматических средств измерений, в результате чего оперативность доведения информации до потребителя отстает от современных требований. Росгидрометом реализованы проекты модернизации сети в Сочи, Казани и продолжается работа в городах Байкальской природной территории.

Несмотря на большое влияние, оказываемое загрязнением атмосферного воздуха на здоровье человека, до сих пор в России нет программы развития системы мониторинга, в рамках которой как представляется только и можно решить накопившиеся проблемы в этой сфере деятельности Росгидромета.

Регулярные длительные наблюдения за составом атмосферы приобретают в последние десятилетия все большее значение для изучения причин и последствий изменения глобального и регионального климата, поскольку важнейшие параметры состава атмосферы являются индикаторами антропогенного воздействия на климатическую систему. Наблюдения за химическим составом атмосферных осадков начаты в 1958 году, за общим содержанием озона в 1964 году. В настоящее время наблюдения за химическим составом и физическими параметрами атмосферы проводятся в рамках Глобальной системы наблюдений за атмосферой (ГСА) ВМО.

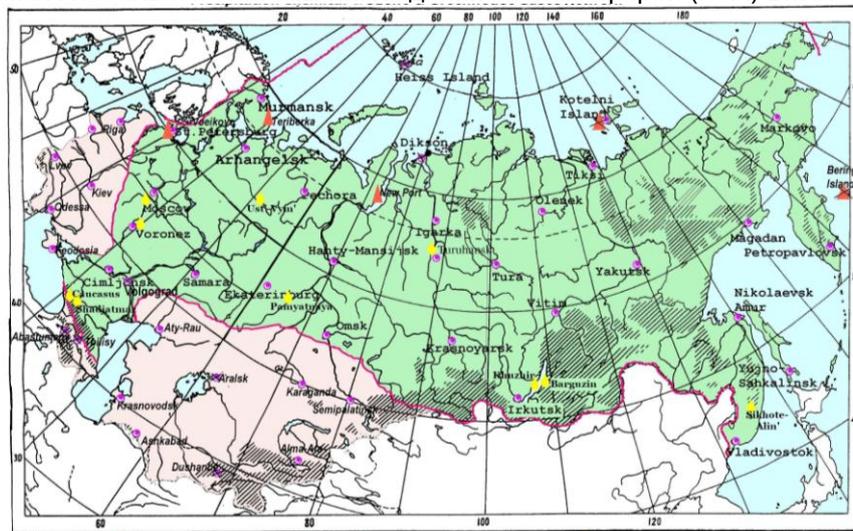


Рисунок 2 — Наблюдательная сеть станций мониторинга химического состава и загрязнения атмосферного воздуха (общее содержание озона, парниковые газы, химический состав осадков), работающих по программе ГСА ВМО

Среди основных направлений развития наблюдательной сети в соответствии со Стратегией деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата), утвержденной распоряжением Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. № 1458-р, следует назвать

- проведение регулярных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха и их оптимизацию путем увеличения частоты наблюдений, расширения до международных требований перечня определяемых вредных примесей с учетом выбросов в атмосферу от источников загрязнения в городах с населением свыше 100 тыс. жителей и крупных промышленных центрах;
- поэтапное внедрение автоматизированных систем непрерывного измерения содержания основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов.

Развитие государственной наблюдательной сети должно осуществляться в увязке с программами социально-экономического развития страны с учетом информации, получаемой территориальными системами наблюдений субъектов Российской Федерации и локальными системами наблюдений юридических и физических лиц.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ В РФ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

С.С.Чичерин

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова Росгидромета, Санкт-Петербург
chichern@main.mgo.rssi.ru

Становление систем мониторинга атмосферного воздуха в нашей стране и в развитых странах Запада происходило примерно в один и тот же период. Точкой отсчёта при этом справедливо было бы назвать знаменитый смог в Лондоне 1952 года, когда и властям, и обществу пришлось осознать, к каким тяжёлым последствиям может привести загрязнение атмосферы в результате человеческой деятельности и какую роль в этом могут играть метеорологические условия.

По-видимому, на 60-е – 70-е годы пришелся пик теоретических, экспериментальных и натуральных исследований в области физики пограничного слоя атмосферы, атмосферной диффузии, химии

атмосферы, что стало научной предпосылкой создания систем регулярных наблюдений. Обширный цикл работ в этой области был выполнен и в ГГО под руководством Д.Л. Лайхтмана и М.Е. Берлянда.

В эти же годы были выполнены основополагающие гигиенические исследования по установлению, условно говоря, пороговых уровней концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе. Это обстоятельство следует подчеркнуть, поскольку в основе методологии построения системы мониторинга атмосферного воздуха важнейшая роль принадлежит именно критериям качества воздуха (ПДК).

В отношении этих критериев в нашей стране и за рубежом используются принципиально разные подходы. Если, например, в США законодательством установлены критерии качества воздуха только для шести вредных веществ, а директивами Европейского Союза – для немногим более десяти, то в нашей стране перечень ПДК, утверждаемый Минздравом, насчитывает более 600 наименований, причем степень их приоритетности не установлена (отметим, класс опасности не является единственным критерием приоритетности вредного вещества).

Следует подчеркнуть и различие в правовом статусе ПДК в России и в зарубежных странах, а также то обстоятельство, что нормативы ПДК, действующие в нашей стране, выполняют одновременно две разнородные функции. Они являются и гигиеническим критерием качества воздуха по критерию «вредно – не вредно», и в то же время – регуляторным критерием допустимости уровней загрязнения воздуха по критерию «можно – нельзя».

Надо признать, что при хронических многократных превышениях ПДК во многих городах России система нормативного регулирования качества атмосферного воздуха на основе ПДК должна быть дополнена системой достижимых целевых показателей, законодательно устанавливающих уровни концентраций для приоритетных загрязняющих веществ и сроки их повсеместного достижения. Именно так построена система регулирования качества атмосферного воздуха в Европейском Союзе и США. Именно к этому призывает Всемирная организация здравоохранения.

В практической плоскости, при создании систем мониторинга атмосферного воздуха в разных странах проявилась близость общих подходов, но одновременно выявились значительные расхождения, которые прослеживаются вплоть до настоящего времени. Так, довольно быстро был установлен набор наиболее распространённых атмосферных примесей, которые наносят наибольший вред здоровью населения. В этот набор вошли взвешенные частицы, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, свинец – джентльменский набор, связанный с выбросами при сжигании твёрдого и жидкого топлива в промышленности, энергетике и на транспорте. В странах Запада к этому перечню был добавлен и озон – вторичная примесь, присутствие которой в атмосфере в высоких концентрациях является признаком смога (в России проблема озона далеко не столь остра, как в странах Запада). Тогда же сформировался подход, согласно которому при установлении критериев качества атмосферного воздуха вводилось различие между кратковременным (острым) и долговременным (хроническим) воздействием вредных веществ на здоровье.

При построении системы мониторинга первоначально во всех странах приоритет отдавался размещению пунктов наблюдений в так называемых горячих точках с наибольшими концентрациями загрязняющих веществ. Положение таких точек устанавливалось на основе анализа данных о размещении основных источников выбросов и их параметрах, а также путём проведения натурного обследования и с помощью модельных расчётов.

Поскольку такие расчёты носят массовый характер, соответствующие научные модели должны быть адаптированы для практического применения широким кругом пользователей. В развитии этих адаптированных, так называемых инженерных моделей, в ГГО и в зарубежных научных центрах ещё в 60-е годы выявились значительные расхождения.

На начальном этапе развития систем мониторинга основными источниками вредных выбросов в атмосферу и в нашей стране, и в развитых странах были предприятия промышленности и энергетики, а также системы домашнего отопления, в то время как вклад автотранспорта в уровень загрязнения воздуха был значительно меньше, чем в настоящее время. Поэтому формирование системы наблюдений проходило с ориентацией на стационарные источники.

Пространственное распределение приземных концентраций может быть существенно различным для различных примесей. Поэтому, вообще говоря, могут различаться и конфигурации соответствующих наблюдательных сетей. На практике выявились различия в подходах к решению этого вопроса за рубежом и в нашей стране.

Оценка уровней концентраций атмосферных примесей является информационной основой для принятия решений по улучшению качества атмосферного воздуха, контроля реализации этих решений и оценке эффективности осуществляемых мер. Поэтому столь важная роль принадлежит показателям качества атмосферного воздуха. В этом вопросе также обозначились различия в подходах, предложенных зарубежными и отечественными учёными.

Наконец, успех деятельности по обеспечению надлежащего качества атмосферного воздуха решающим образом зависит от того, какая роль отводится информации о качестве атмосферного

воздуха в правовом поле законодательства об охране атмосферного воздуха и обязанности субъектов права, в том числе органов государственной власти, учитывать эту информацию при принятии решений по социально-экономическому развитию на федеральном, региональном и местном уровнях.

В России сформирована система мониторинга атмосферного воздуха, которая по своей методологии достаточно близка к аналогичным системам зарубежных стран. Вместе с тем, за рубежом, прежде всего в США и Европейском Союзе, в этой сфере накоплен значительный опыт, который после его критического осмысления и определённой адаптации может быть полезен при модернизации системы государственного мониторинга атмосферы России с учётом рекомендаций международных организаций – Всемирной метеорологической организации, Всемирной организации здравоохранения, Европейской экономической комиссии ООН, Конвенции о трансграничном загрязнении атмосферы на большие расстояния, Организация экономического сотрудничества и развития.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А. П. Станкевич, Б. Б. Козерук

Государственное учреждение «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» Минск, Республика Беларусь
sap@rad.org.by

Мониторинг атмосферного воздуха является одним из ведущих направлений в Национальной системе мониторинга окружающей среды (НСМОС) в Республике Беларусь. Длительный процесс формирования мониторинга атмосферного воздуха республики был практически завершён в 90-е годы на основе классических принципов «союзной» Общегосударственной системы наблюдений и контроля (ОГСНК). Уже в тот период была создана стационарная сеть наблюдений, налажен регулярный отбор проб, сформирована достаточно совершенная (на момент создания) лабораторно-аналитическая база, обеспечено научное сопровождение мониторинга со стороны мощных научно-исследовательских институтов Госкомгидромета СССР.

Вместе с тем, последние десятилетия характеризовались изменением государственного устройства и социально-экономической ситуации, уровня и характера антропогенной нагрузки на атмосферный воздух республики. Это, соответственно, обусловило необходимость корректировки концептуальных основ, структуры и технологии ведения мониторинга атмосферного воздуха.

Следует отметить, что, несмотря на определённые трудности, связанные с финансированием работ в период 1992-2002 гг., в Республике Беларусь сеть мониторинга сохранилась и наблюдения проводились с регулярной периодичностью практически на всех стационарных пунктах.

В настоящее время стационарные наблюдения проводятся во всех городах с численностью населения свыше 100 тыс. человек. Регулярными наблюдениями охвачены территории, на которых проживает 87% населения крупных и средних городов республики.

Сеть мониторинга атмосферного воздуха оптимальна. Плотность сети, регламент наблюдений, перечень показателей состояния и периодичность проведения наблюдений соответствует требованиям действующих нормативно правовых актов.

На специализированных станциях – СФМ Березинский заповедник и метеостанции Высокое – выполняются наблюдения за фоновым состоянием атмосферы и трансграничным переносом загрязняющих веществ. Для получения данных о пространственном распределении загрязняющих веществ аэриального происхождения в 22 пунктах республики проводится мониторинг атмосферных осадков и снежного покрова.

Производственные лаборатории, осуществляющие измерения при проведении мониторинга атмосферного воздуха, аккредитованы в соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО/МЭК 17025, оснащены оборудованием и приборами для отбора и анализа проб согласно используемым технологиям мониторинга.

Вместе с тем, на сегодняшний день уровень информации перестает удовлетворять современным запросам и требованиям. Основные недостатки – дискретность и неоперативность наблюдений, а также неоптимальный компонентный состав измеряемых ингредиентов. Используемые сегодня ручные методы отбора проб и рутинные методы анализа являются длительными и трудоёмкими, не позволяя оперативно реагировать в случае высокого и экстремально высокого загрязнения воздуха.

Оценка существующей системы мониторинга атмосферного воздуха, выполненная на основании SWOT-анализа, широко используемого в практике других стран при анализе сложных

систем, показала, что на сегодняшний день сильными сторонами, которые должны быть сохранены в модернизированном варианте системы являются управление и финансирование.

Слабыми сторонами, которые необходимо оптимизировать в процессе развития, являются нормативно-методическая база (в рамках которой необходим пересмотр ГОСТов и РД, разработанных в 80 - 90-х годах и гармонизация ее с ЕС-стандартами) и техническая база, требующая внедрения автоматизированных систем, осуществляющих непрерывные наблюдения за состоянием воздуха. Для развития системы мониторинга атмосферного воздуха имеются значительные потенциальные возможности, основанные на:

- усилении координации работ;
- внедрении современных технологий мониторинга;
- плановой модернизации нормативной и правовой базы;
- развитии внебюджетной деятельности;
- привлечении других источников финансирования.

Основными факторами риска (угрозы), способными приостановить развитие системы, могут стать недостаточный рост или сокращение объемов финансирования и отсутствие научного сопровождения мониторинга.

В период 2004 – 2012 гг. разработаны и утверждены постановлениями Совета Министров Республики Беларусь и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь нормативно правовые акты, регламентирующие порядок проведения мониторинга атмосферного воздуха и использования его данных. Одним из приоритетных направлений методического обеспечения сети мониторинга явились работы по адаптации международных стандартов ИСО. Однако, наиболее важное достижение заключается во внедрении в практику мониторинга методов, позволяющих проводить измерения в непрерывном режиме. Технической основой этого мероприятия явилось приобретение и ввод в эксплуатацию 14 автоматических станций. В результате внедрения новых технологий повысились оперативность получения информации и эффективность прогнозирования качества воздуха, особенно в периоды с неблагоприятными метеоусловиями; определены временные периоды максимального накопления загрязняющих веществ и опасные скорости ветра; построены «розы» загрязнения. Одним из самых важных преимуществ явилась возможность перехода к использованию экологических показателей, принятых в странах Европейского Сообщества.

Анализ современных тенденций развития системы мониторинга свидетельствует, что наиболее перспективными в наших условиях являются так называемые «гибридные» системы, сочетающие в себе различные методологические подходы в получении информации о состоянии воздуха – стационарные и маршрутные наблюдения, использование пассивных накопителей, косвенные методы. В настоящее время в Республике Беларусь завершается создание «гибридной» системы, базовой частью которой являются автоматические станции с непрерывным циклом измерений. Вместе с тем, учитывая наличие созданной инфраструктуры, опыта ее эксплуатации и баз данных за многолетний период, станции с дискретным циклом измерений будут эксплуатироваться и в дальнейшем как составная часть оптимизированной системы.

В 2013 г. проведена оптимизация сети мониторинга атмосферного воздуха в части корректировки перечня определяемых загрязняющих веществ:

в связи с уменьшением объемов выбросов специфических загрязняющих веществ и, соответственно, с устойчивой динамикой снижения уровня загрязнения воздуха, в ряде городов на станциях с дискретным отбором проб сокращена программа наблюдений за содержанием в воздухе аммиака, сероводорода, сероуглерода и летучих органических соединений;

измерение концентраций формальдегида будет проводиться только в летние месяцы – период наиболее благоприятный для его образования, бенз(а)пирена – в отопительный сезон, фенола - в воздухе городов с предприятиями нефтехимической, лесной и деревообрабатывающей промышленности, а также в районах расположения асфальто-бетонных и металлургических заводов;

в городах, в которых функционируют автоматические станции, исключен из программы наблюдений дискретный отбор проб на содержание диоксида серы. Отбор проб на содержание в воздухе диоксида серы в других городах будет проводиться только в случае получения информации от Минприроды о массовом использовании мазута.

Одним из перспективных направлений в развитии и совершенствовании мониторинга атмосферного воздуха является использование в качестве составной части «гибридной» системы пассивных пробоотборников, позволяющих при незначительных финансовых затратах производить картирование зон повышенного загрязнения. Однако этот вид пробоотборников не сертифицирован и получаемые результаты не нормируются, что пока затрудняет их использование в практике режимного мониторинга.

Необходимым условием постоянного совершенствования и развития системы мониторинга атмосферного воздуха является соответствующий уровень научного сопровождения. Например, практика мониторинга столкнулась с проблемой повсеместного наличия в атмосферном воздухе городов повышенных концентраций формальдегида. Согласно официальной статистике зарегистрированные источники выбросов не могут обусловить такой уровень содержания этого вещества. Проблема установления источников загрязнения оказалась сложнее проблемы измерения. Это несомненно важная и ответственная проблема должна стать одной из приоритетных тем в рамках научного сопровождения.

СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДАХ РОССИИ

И.В. Смирнова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова»

labzag@main.mgo.rssi.ru

Регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха начаты в крупнейших городах России в 1961 году. В настоящее время мониторинг осуществляется наблюдательными организациями Росгидромета и организациями, получившими лицензии, на обширной сети станций (более 250 городов) системы государственного мониторинга атмосферного воздуха на территории России.

Сложившаяся за 50 летний период система мониторинга накопила большой опыт работы, показала свою эффективность в области обеспечения информацией о загрязнении атмосферного воздуха населенных мест.

Результаты наблюдений, полученные на сети станций в городах и промышленных центрах, обобщаются и публикуются в Ежегодниках «Состояние загрязнения атмосферы в городах» на территории деятельности Управлений и Центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и на территории России в целом. В Ежегодниках сводится информация о качестве воздуха за год, рассматривается тенденция его изменений за предшествующий период, дается общая оценка ситуации, на основе сравнительного анализа выделяются города и территории с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха и вещества его определяющие.

Информация об уровнях загрязнения атмосферного воздуха и его динамике в целом по стране содержится в ежегодных «Обзорах загрязнения окружающей природной среды в Российской Федерации». Основные данные и выводы о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в городах включаются также в ежегодный «Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации».

В 1999 году были подготовлены и изданы специальные сборники: «Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет. 1988-1997 гг.» на русском и английском языках. В 2009 году вышел в свет аналитический обзор, в котором представлена оценка качества воздуха и его изменения за последующие десятилетие «Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет. 1998-2007 гг.». Все выше перечисленные материалы доступны в библиотеках.

В последние годы информация о качестве воздуха в городах России представляется в сети Интернет на сайте Главной геофизической обсерватории им.А.И.Воейкова vovikovmgo.ru. Материалы сайта обновляются ежегодно. На сайтах многих Управлений и Центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды представлена не только обобщенная, но и текущая информация о загрязнении воздуха.

Данные регулярных наблюдений показывают, что уровень загрязнения атмосферы, рассчитанный по комплексному индексу загрязнения атмосферы (ИЗА), учитывающему степень загрязнения атмосферного воздуха пятью приоритетными загрязняющими веществами, остается высоким. В 2012 г. из 216 городов, для которых определен уровень загрязнения по комплексному показателю ИЗА, в 138 городах (64% городов), степень загрязнения воздуха очень высокая и высокая и только в 18% городов — низкая.

В течение 20 последних лет минимальное количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха отмечено в 1998 году. Затем происходило увеличение количества таких городов, достигнув максимального значения в 2004 году. В последние годы их количество сохраняется.

Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК, почти не изменилось, а городов, где отмечались максимальные концентрации больше 10 ПДК, сократилось почти в 3 раза. Но это отчасти связано с установлением в 2006 г. более высокого значения максимальной разовой ПДК диоксида азота.

В 36 субъектах РФ более 57 % городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, из них в 13 (Москва, Санкт-Петербург, Астраханская,

Новосибирская, Омская, Оренбургская, Самарская и Свердловская (и Екатеринбург) области, Камчатский и Хабаровский края, Чувашская республика, республика Хакасия и Таймырский АО) — более 75% городского населения.

Чтобы оценить эффективность воздухоохраных мероприятий, приводятся тенденции изменений концентраций примесей в атмосфере городов.

Показаны основные особенности динамики уровня загрязнения воздуха различными загрязняющими веществами.

Благодаря появившейся информации после организации наблюдений и издания Ежегодников на промышленных предприятиях происходила активная работа по снижению выбросов вредных веществ. В результате этой деятельности концентрации взвешенных веществ и диоксида азота резко снижались. Однако рост количества автомобилей постепенно привел к изменению ситуации: концентрации диоксида азота стали увеличиваться и в 1997 году достигли максимума, после которого наблюдается, слабое снижение концентраций, но уровень загрязнения остается выше ПДК.

Таким образом, дефицит качества воздуха в городах продолжает сохраняться, что обуславливает постоянное внимание общества к информации, вырабатываемой системой мониторинга. Поэтому развитие научных исследований, а также технологий сбора, обработки, архивации и распространения данных о состоянии загрязнения атмосферного воздуха продолжает оставаться одним из основных направлений деятельности в области государственного мониторинга загрязнения окружающей среды.

Информация о качестве атмосферного воздуха, полученная в результате обработки и интерпретации данных мониторинга загрязнения атмосферы, является одним из важнейших информационных блоков системы оценки и управления качеством атмосферного воздуха. Эта информация должна, в частности, позволять выполнение оценки затрат при реализации предлагаемых мер. Сложность и большая социально-экономическая значимость такого рода задач предъявляет повышенные требования к информации о качестве воздушной среды и к методам ее получения.

В связи с этим особое внимание уделяется вопросам обеспечения совместимости в рамках системы государственного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха территориальных, локальных систем мониторинга и сопоставимости получаемой ими информации, необходимости гармонизации систем мониторинга, функционирующих в различных городах страны.

Литература

1 Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. Санкт-Петербург, Астерион, 2008. 254 с.

2 Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России в 2011 г. Санкт-Петербург, ООО РИФ «Д'АРТ», 2012, 215 с.

3 Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет. 1998-2007 гг. Аналитический обзор. СПб., 2009. 134 с.

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ УКРАИНЫ В 1992-2012 гг

А. А. Косовец., И.А. Колесник, К.Е.Федоровская

Центральная геофизическая обсерватория Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям, г. Киев

kosovets@meteo.gov.ua, aupcgo@meteo.gov.ua



Мониторинг состояния загрязнения атмосферного воздуха на территории Украины проводится организациями гидрометслужбы со середины 1960-тых годов. Сеть наблюдений включает стационарные посты, которые расположены на жилых городских территориях в 53 областных и промышленных центрах страны. В 2012 г. сеть наблюдений в 53 городах Украины включала 163 стационарных и два маршрутных поста.

На сегодняшний день в воздухе 53 городов суммарно определяется 31 загрязняющая примесь, из них основные – взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота и специфические примеси, включая бенз(а)пирен и восемь тяжелых металлов. Для сравнения уровня загрязнения в разных

городах применяется предложенный Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова показатель качества воздуха - ИЗА (индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей). Величина ИЗА рассчитывается по значениям средних концентраций. Поэтому этот показатель характеризует уровень длительного хронического загрязнения [1].

При условном разделении территории Украины на пять регионов – западный, в котором наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводятся в 8 городах, центральный – в 11, северный – в 8, восточный – в 13 и южный – в 13 городах, можно выделить регионы в высоком, повышенном и низком уровне загрязнения. Наиболее напряженным, конечно, является восточный регион, где уровень загрязнения атмосферного воздуха на протяжении десятилетий остается высоким. Меньше уровень загрязнения в южном и центральном регионах, хотя по ИЗА отвечает градации «высокий». Повышенным уровнем загрязнения характеризуется западный регион, низким – северный. Уровень загрязнения воздуха по ИЗА на рисунке приведен по данным 2012 года. В восточном регионе сосредоточено большое количество промышленных предприятий, поэтому в 10 его городах – Горловка, Дзержинск, Донецк, Енакиеве, Краматорск, Славянск, Макеевка, Лисичанск, Северодонецк, Рубежное уровень загрязнения на протяжении 20-ти лет оценивался как очень высокий и высокий. В центральном регионе наиболее загрязненными были Днепропетровск, Днепропетровск, Кривой Рог, Черкассы. В южном регионе к числу загрязненных городов относятся Одесса, Армянск, Запорожье, Красноперекоск, Мариуполь, в отдельные годы Николаев и Херсон. В западном регионе к числу загрязненных городов относятся Луцк, Ровно, Ужгород. Если учитывать численность населения, проживающего в городах с очень высоким и высоким уровнем загрязнения воздуха, то, очевидно, что большая часть населения проживает именно в более загрязненных регионах – восточном, центральном и южном.

В целом по 53 городах Украины по ИЗА уровень загрязнения атмосферного воздуха сохраняется высоким на протяжении всего рассматриваемого периода [2].

В последние годы проблему загрязнения атмосферного воздуха определяют не только выбросы стационарных источников, а в большей мере выбросы автотранспорта, количество которого на автомагистралях больших городов достигает критических значений для существующей сети дорог. Следует отметить, что начиная с 1993 г. (в период резкого спада промышленного производства) в целом, по Украине, уровень загрязнения атмосферного воздуха заметно снизился [3]. Снижение индекса загрязнения атмосферы в целом по городам Украины за этот период было очень существенным. Очень высокие значения ИЗА в начале 90-х годов определялись очень высокими концентрациями бенз(а)пирена в воздухе.

Оценивая проблему загрязнения атмосферного воздуха в городах, мы получаем представление и о проблеме в целом, по Украине. В крупнейших городах находится большое количество промышленных предприятий, которые располагаются в центре и на окраинах города, отрицательно влияя на экологическую ситуацию в любом из районов города. Источниками промышленных выбросов являются, в основном, крупные металлургические предприятия в городах Донецкой, Днепропетровской, Запорожской областей, предприятия нефтехимии и химии в городах Луганской области, центрального и южного регионов, предприятия стройиндустрии. В некоторых городах есть весь «букет» «вредных» производств, определяющий значительные выбросы в атмосферу. Большая часть автотранспорта также сосредоточена в крупнейших городах.

При рассмотрении степени загрязнения воздуха отдельными примесями за двадцатилетний период, можно отметить следующее.

Содержание взвешенных веществ определяется в атмосферном воздухе 53 городов на 156 стационарных постах. В 1992 г. средняя за год концентрация взвешенных веществ по городам составляла 1,6 ПДКс.с. Снижение запыленности воздуха началось с 1993 г. и наименьшие среднегодовые концентрации отмечены в 2001-2002 гг. В последние годы содержание взвешенных веществ стабилизировалось на уровне 1,1 ПДКс.с.

Содержание диоксида азота регулярно определяется в 53 городах страны на 162 стационарных и 2-х маршрутных постах. В 1992 г. средняя концентрация составляла 1,8 ПДКс.с. На протяжении 20-ти лет среднегодовые концентрации диоксида азота были в пределах 1,2-1,3 ПДКс.с.

Наблюдения за содержанием бенз(а)пирена в воздухе проводятся в 50 городах на 110 постах. В 90-х годах прошлого столетия в атмосфере городов отмечались высокие концентрации бенз(а)пирена, в 1992 г. средняя по стране составляла 5,0 ПДКс.с., в 1993 г. 3,0 ПДКс.с. С 1994 г. наметилась тенденция к снижению концентраций бенз(а)пирена до 1,1 ПДКс.с. в 2004 г. В период с 2006 по 2012 гг. среднегодовые концентрации по городам страны были в пределах 0,5-0,7 ПДКс.с.[4].

Фенол определяется в 23 городах на 69 постах. Более высокие средние концентрации фенола на уровне 2,3-2,2 ПДКс.с. отмечались в 1992-93 гг. С 1994 г. наметилась тенденция к снижению содержания фенола в воздухе городов в среднем до 1,0-1,2 ПДКс.с.

Аммиак определяется в 23 городах на 55 постах. Среднегодовые концентрации аммиака за двадцатилетний период уменьшились в два раза. В 1992 г. средняя за год концентрация по городам

составляла 1,8 ПДКс.с., в 2012 г. – 0,8 ПДКс.с. Динамика снижения прослеживается с 1993 г. Содержание фтористого водорода определялось в воздухе 14 городов на 36 постах. Средние за год концентрации по всем городам на протяжении исследуемого периода были в пределах 1,2-1,0 ПДКс.с.

Наблюдения за концентрациями формальдегида проводятся в 43 городах страны на 112 постах. Формальдегид существенно загрязняет атмосферный воздух многих городов Украины. В 1992-1993 гг. средние концентрации по городам страны составляли 3,7-3,6 ПДКс.с. На протяжении с 1995 по 2012 гг. средние концентрации варьировали в пределах 3,0-2,7 ПДКс.с.

Содержание металлов в воздухе измеряется в 50 городах на 80 постах. На протяжении 20-ти лет средние концентрации металлов колебались в пределах среднесуточных ПДК. В отдельные годы отмечались случаи превышения максимальных из среднемесячных концентраций по некоторым металлам, в основном, по меди, свинцу, марганцу.

Выводы: Атмосферный воздух городов в период 1992-2012 гг. в наибольшей степени загрязнен формальдегидом (среднегодовые концентрации в пределах 3,0-2,7 ПДКс.с.), диоксидом азота, взвешенными веществами, а также фенолом и фтористым водородом (среднегодовые концентрации в пределах 1,25-1,0 ПДКс.с.).

Начиная с 1993-1995 гг. практически по всем примесям, определяемым в атмосферном воздухе, наблюдается тенденция к уменьшению. Наметилась тенденция к уменьшению концентраций взвешенных веществ, диоксида азота, фенола, аммиака, формальдегида и бенз(а)пирена.

Несмотря на это, во многих городах Украины сохраняется высокий уровень загрязнения воздуха. В приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения, в основном, попадают города восточного региона, южного и центрального, где расположены крупнейшие предприятия металлургии, химии и нефтехимии, теплоэнергетические предприятия, а также те города, которые имеют значительный парк передвижных источников. Высокий уровень загрязнения в этих городах сохраняется многие годы, что свидетельствует о необходимости осуществления серьезных природоохранных мер по улучшению ситуации. В этих регионах проживает большая часть населения страны.

За пять последних лет увеличился уровень загрязнения в Армянске, Красноперекопске, Кривом Роге, Ровно, Славянске, Киеве. В остальных городах, вошедших в приоритетный список, таких как Дзержинск, Днепродзержинск, Днепропетровск, Донецк, Енакиево, Запорожье, Краматорск, Макеевка, Мариуполь, Лисичанск наметилась тенденция к уменьшению уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Литература

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия загрязняющих веществ (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест, ОАО «УкрНПЭК», г. Донецк 2000 г.;
2. Щорічники стану забруднення атмосферного повітря на території України за 1992-2012 рр., Центральна геофізична обсерваторія, Київ;
3. Довкілля України 2012, Держстат України, Київ, 2013 р.;
4. МВВ 081/12-0158-05 "Методика выполнения измерений концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием анализатора "Флюорат - 02" в качестве флуориметрического детектора", Санкт-Петербург, 2005г. Утверждено ООО "Люмэкс".

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Е.Л. Генихович

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова Росгидромета, Санкт-Петербург
ego@main.mgo.rssi.ru

1. Российская школа математического моделирования атмосферных процессов была в 1920-ые годы основана в ГГО А.А. Фридманом. Начиная с 1940-х годов в обсерватории активно развивалась теория атмосферной диффузии, и это развитие, в первую очередь, связано с именами М.И. Юдина, Д.Л. Лайхтмана и М.Е. Берлянда. Разработка методов моделирования и расчета загрязнения атмосферы интенсифицировалась после создания в ГГО в начале 60-х годов под руководством М.Е. Берлянда отдела исследований атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Это направление, в первую очередь, применительно к задачам распространения в атмосфере радиоактивных примесей, стало также развиваться в других институтах гидрометслужбы, в том числе, в Институте прикладной геофизики и в Институте экспериментальной метеорологии (А.Я. Прессман, Н.Л. Бызова, М.В. Гальперин). В 60-е годы в связи с задачами регулирования антропогенных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в периоды аномально неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) в ГГО под руководством М.Е. Берлянда и Л.Р.

Сонькина была также начата разработка методов оперативного прогнозирования загрязнения воздуха.

2. Выполненные в ГГО теоретические и экспериментальные исследования закономерностей распространения примесей в атмосфере, обобщенные в монографии М.Е. Берлянда [1], позволили разработать модели и соответствующих им нормативные документы по расчету загрязнения атмосферы (ЗА), в том числе, действующую Методику ОНД-86 [2]. Их изложению, анализу, а также теоретическому и экспериментальному обоснованию посвящены многочисленные публикации М.Е. Берлянда и его сотрудников, как в России, так и за рубежом (см., например, [1,3]), а также подготовленный в США Технический документ ВМО [4] и ряд других публикаций). Характерными особенностями моделей ГГО являются (i) эффективное использование численных методов при реализации моделей; (ii) реалистичные параметризации физических процессов в пограничном слое атмосферы или их прямое численное моделирование; (iii) ориентация на практическую применимость конечного результата, в том числе, за счет разработки иерархии моделей, включающей как детальные модели «высокого уровня», так и модели, предназначенные для инженерных расчетов. При этом модели ГГО, как правило, предназначены для расчета и/или прогноза статистически устойчивых характеристик загрязнения воздуха, что позволяет улучшить согласие между данными расчетов и измерений. В частности, ОНД-86 обеспечивает вычисление «мажорантного поля» максимальных разовых, т.е. осредненных за 20 – 30 мин, концентраций, соответствующего в каждой расчетной точке верхнему 98-му перцентилю их годовой функции распределения.

3. В качестве нормативной модель ОНД-86 используется не только в России, но и в республиках СНГ. Она прошла тщательную экспериментальную проверку и неоднократно участвовала в международных сравнениях. Применимость этой модели и разработанных на ее основе рекомендаций подтверждена практикой атмосфероохранных работ, проводившихся в нашей стране с момента ввода этой модели в действие в 1987 г. Она реализована в ряде компьютерных программ, которые удобны в использовании и имеют широкое распространение. Требуемая для расчетов по этим программам исходная информация доступна в России и других странах СНГ. Единство расчетов по разработанным на основе ОНД-86 программам гарантируется тем, что они проходят тестирование и согласование в ГГО. Обеспечение расчетов по ОНД-86 информацией о характеристиках фонового загрязнения атмосферы является для гидрометслужбы важным направлением специализированного обслуживания потребителей.

4. С момента ввода в действие ОНД-86 в нашей стране произошел ряд изменений в структуре антропогенных выбросов, изменилась система организации атмосфероохранных работ, появился ряд новых научных результатов, существенно увеличилась мощность компьютеров. В связи с этим в ГГО при участии (в части нормирования выбросов) НИИ «Атмосфера» разработана взамен ОНД-86 и представлена на утверждение в Росгидромет и Минприроды новая редакция Методики расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. В этом документе применительно к расчету максимальных разовых концентраций сохранены основные положения ОНД-86, но существенно расширена сфера применения расчетных формул к различным типам реальных источников. В нем регламентированы также вопросы расчета полей долгопериодных средних (например, среднегодовых) концентраций, которые могут быть использованы при решении практически важных задач оценки нагрузки на окружающую среду и риска от загрязнения воздуха для здоровья населения, нормирования промышленных выбросов в атмосферу и др. Применимость предложенной методологии подтверждена результатами международных сравнений и сопоставления расчетов с данными натурных измерений.

5. Развитый в ГГО подход был использован также для разработки «аварийной» методики [5]. В его развитие, в настоящее время в ГГО ведутся подготовительные исследования, направленные на разработку методики расчета «актуальных» концентраций, соответствующих заданным метеорологическим условиям. Представляется перспективным использование такой методики при решении задач оперативного прогнозирования загрязнения воздуха и создании в интересах промышленности систем управления качеством атмосферного воздуха.

6. С целью решения задач моделирования и прогноза загрязнения воздуха в региональном и глобальном масштабе в ГГО разработана химическая транспортная модель (ХТМ). Эта модель работает в режиме *off line*, причем в качестве метеорологических драйверов для нее используются модели численного прогноза погоды (MM5, WRF и др.). Модель апробировалась на ряде примеров, включая аварию на АЭС «Фукусима» (Япония), извержения исландских вулканов Эйяфьятлайокудль (2010 г.) и Гримсвотн (2011 г.) и др. В настоящее время модель систематически тестируется на данных трассерных экспериментов. Вариант модели, предназначенный для описания переноса загрязняющих веществ на С. Петербург от источников Ленинградской области, передан в опытную эксплуатацию в СЗУГМС. Одновременно в ГГО ведется работа с региональными/глобальными ХТМ, разработанными за рубежом. В частности, запущены разработанные в ФМИ (Финляндия) ХТМ SILAM (обсерватория принимала участие в разработке отдельных блоков этой модели) и система IS4FIRE, которая «в связке» с SILAM обеспечивает прогнозирование распространения выбросов от лесных

пожаров. Ведутся работы по оценке влияния возможных изменений климата на характеристики загрязнения воздуха. Дополнительная информация о работах ГГО в данном направлении будет представлена в секционном докладе. Региональные модели атмосферной диффузии были разработаны также в ИВМ РАН (А.Е. Алоян) и, применительно к радиоактивным примесям, в НПО «Тайфун» (Н.В. Клепикова). Собственные или зарубежные модели используются также в ряде других организаций.

7. Оперативное прогнозирование НМУ, которые могут привести к повышенному загрязнению воздуха, ведется в нашей стране, в первую очередь, в связи с работами по установлению нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ). Поскольку значения ПДВ определяются на уровне доверительной вероятности 98%, для предотвращения превышений ПДК в течение оставшихся 2% времени в году проектами ПДВ предусматриваются мероприятия по регулированию (сокращению) выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, которые реализуются на основе прогнозирования НМУ. Работы по оперативному физико-статистическому прогнозированию НМУ и, при наличии требуемой информации, характеристик загрязнения воздуха организованы примерно в 300 городах России, причем на основе прогнозов выбросы регулируют около 1400 предприятий. Современное развитие этих работ в ГГО связано с внедрением автоматизированных систем контроля загрязнения атмосферы. Полученные в этом направлении результаты легли в основу разработки по запросу НПО «Тайфун» схемы прогноза загрязнения воздуха в районе Сочи – Красная Поляна, которая будет реализована в период проведения Зимних Олимпийских Игр 2014 г. Дополнительная информация о работах данного направления также будет представлена в секционном докладе.

8. Одно из наиболее актуальных направлений деятельности гидрометслужбы РФ должно быть связано с поэтапным расширением работ в области расчетного и гибридного (инструментально-расчетного) мониторинга и прогноза состояния окружающей среды, в частности, загрязнения атмосферы, а также работ по численному прогнозу химической погоды. Развитие этого направления, в первую очередь, требует создания необходимых баз данных (в особенности, данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу) и обеспечения доступа к содержащейся в них информации. Кроме того, потребуются дополнительные усилия по обеспечению сетевых подразделений вычислительным оборудованием и соответствующим программным обеспечением, а также повышению квалификации специалистов.

Литература

1 М.Е. Берлянд. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.// Л., Гидрометеиздат, 1975.- 448 с.

2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.// Л., Гидрометеиздат, 1987.- 92 с.

3. Genikhovich E.L. Russian regulatory diffusion models: status, results of validation and international intercomparisons. In: Air Pollution in the Ural Mountains: Environmental, Health and Policy Aspects (Eds. I. Linkov, R. Wilson). NATO ASI Series, v. 40, 1998.- p. 75-80

4. Hanna, S.R. Review of Atmospheric Diffusion Models for Regulatory Applications. WMO Tech. Note No. 177, WMO No. 581, Geneva, Switzerland.

5. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. РД 52.04.253 – 90.// Л., Гидрометеиздат, 1990.- 23 с.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Э.Ю.Безуглая

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, Санкт-Петербург

e.bezuglaya@gmail.com

Как известно, уровень загрязнения атмосферы в городах создается под влиянием режима промышленных и автотранспортных выбросов вредных веществ, а также сочетания метеорологических условий, определяющих потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА). В ГГО в результате исследований разработана методика определения ПЗА, выполнены его расчеты и построена карта. ПЗА, учитывающая повторяемости многолетних климатических характеристик состояния атмосферы, таких как приземные инверсии температуры, слабые ветры, застои воздуха, туманы и осадки. Карта ПЗА была включена в Атлас [1], а позднее воспроизведена в монографии Безуглой Э.Ю. и Смирновой И.В. [2]. На карте выделены зоны с низким, умеренным, повышенным, высоким и очень высоким ПЗА. Наименьший потенциал загрязнения атмосферы наблюдается на северо-западе Европейской части России. Наибольшие значения ПЗА характерны для севера Читинской области, Магаданской области и Якутии.

Расчет характеристик ПЗА для территории России был выполнен по данным наблюдений более 40 лет назад. В связи с процессами, протекающими в атмосфере в настоящее время, возникла

необходимость уточнения значений ПЗА за более поздний период. Такая работа была выполнена сетевым подразделениям Росгидромета. Значения ПЗА, рассчитанные по новым данным оказывались ниже исходных примерно на 5%. Выделенные ранее зоны ПЗА практически не изменились, поэтому карту ПЗА можно использовать в настоящее время при планировании промышленного строительства и размещения предприятий.

Наука исследования загрязнения атмосферы продвигается вперед, изменяя наши представления, казавшиеся незыблемыми. Стало ясно, что для объяснения причин происходящих изменений концентрации примесей в атмосфере городов необходимо использовать не только сведения о выбросах вредных веществ и происходящих метеорологических процессах, но обратить внимание на химические реакции, протекающие в атмосфере [4]. Для этих целей использован коэффициент трансформации (КТ) оксидов азота в диоксид азота. Результаты наблюдений за изменениями оксидов азота позволили рассчитать значения КТ для 20 городов России, расположенных в разных климатических условиях за 1997-2011 годы и показать наличие роста значений КТ на 10-64%. Это говорит об усилении химической активности атмосферных процессов в атмосфере.

В атмосфере непрерывно происходят сложные физико-химические процессы, в результате которых образуется вторичные вещества: диоксид азота, диоксид углерода, озон и формальдегид. Изучение тенденции концентраций этих примесей, и в частности формальдегида, по данным изменений за период 1998-2007 гг. показало, что в последние годы преобладает рост концентрации формальдегида; увеличивается число городов, в которых появляются концентрации этого вещества выше ПДК.. Это подтверждает вывод, сделанный по данным о КТ о росте химической активности атмосферы.

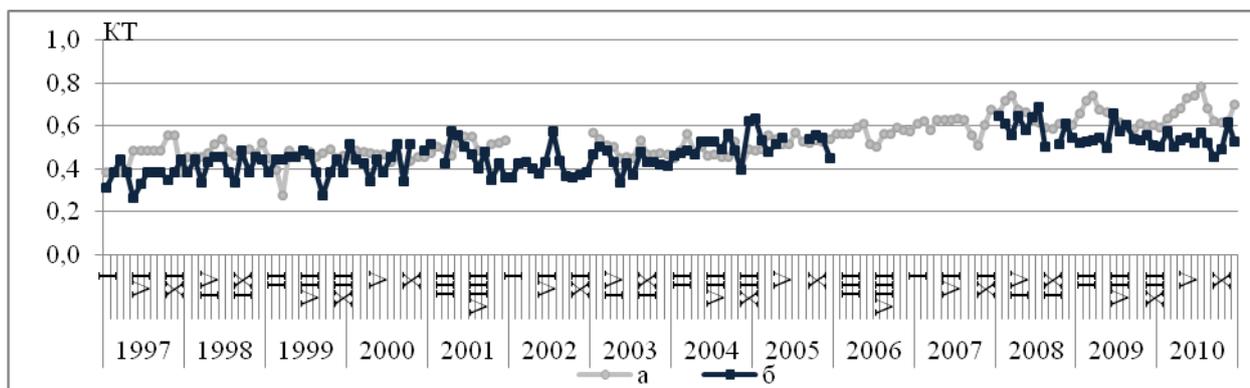


Рисунок 1 Тенденция КТ за период 1997-2011 гг

Концентрации формальдегида изменяются при изменении температуры воздуха. При температуре воздуха 10⁰С концентрация формальдегида в среднем достигает 3 мкг/м³, а при 25⁰С она увеличится до 17 мкг/м³, что составляет почти 6 ПДК [3]. Такие концентрации наблюдались в период жаркого лета 2002 и 2010 гг.

Чем выше средняя концентрация формальдегида, тем заметнее её рост, связанный с ростом температуры воздуха. В городах Западной Сибири средние концентрации формальдегида выше, чем в среднем по стране. И это сказывается на скорости их изменений.. Средние концентрации формальдегида в Норильске, Березово и Белоярском составляли 25⁰С, 20⁰С и 11⁰С. Соответственно происходит различно рост концентрации в зависимости от температуры.

Причина изменений концентрации формальдегида и других вторичных веществ за длительный период связана с химической активностью, которая в свою очередь определяется изменениями суммарной солнечной радиации. В работе Самуковой Е.А. [5] приведены результаты изменения суммарной солнечной радиации на 69 станциях Европы за 1964-2010 годы. В первый период суммарная солнечная радиация уменьшалась. Во второй период –1990-2010 годы происходило увеличение сумм солнечной радиации на 2-4% за десятилетие. Это увеличение сумм солнечной радиации является одной из основных причин происходящего роста химической активности атмосферы (КТ) и увеличения в атмосфере вторичных примесей.

Данные наблюдений позволяют представить поле концентраций примесей, показать химическую активность атмосферы в районе крупнейших городов и объяснить тенденцию загрязнения воздуха за длительный период.

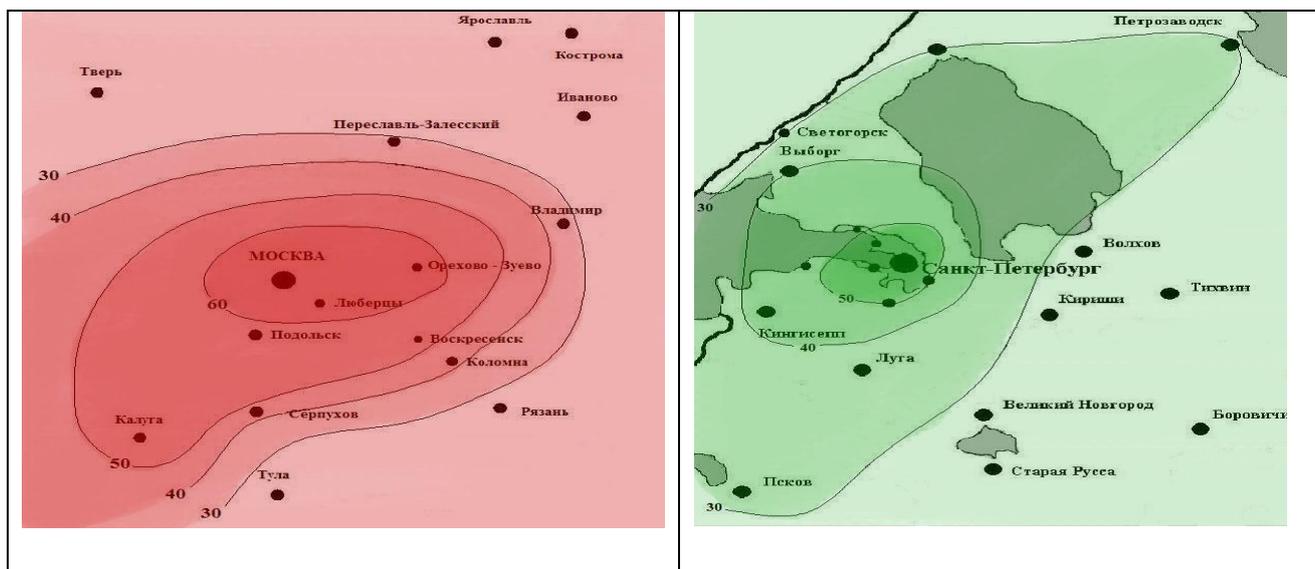


Рисунок 2 Средние концентрации диоксида азота в Москве и Санкт-Петербурге по данным за пять лет

В связи с этим приобретает особое значение корректная интерпретация изменений загрязнения атмосферы и необходимость изучения химии атмосферы. Поведение окислов азота при проведении мероприятий по снижению вредных выбросах может быть различным в зависимости от изменения КТ. Не всегда снижение выбросов оксидов азота будет создавать требуемое очищение атмосферы. Для снижения уровня загрязнения необходимо снижение выбросов многих веществ одновременно.

Литература

1. Атлас «Окружающая среда и здоровье населения». (1986) Под ред. М.Фешбах, Изд-во ПАИМС, М, 1995.
2. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. (2008) Воздух городов и его изменения Ленинград: Гидрометеоздат., 200 с.
3. Безуглая Э.Ю., Загайнова М.С., Ивлева Т.П. (2012) Возможность оценки высоких концентраций формальдегида при изменении температуры воздуха. Труды ГГО. Вып. 565. С. 89-102.
4. Безуглая Э.Ю., Воробьева И.А., Ивлева Т.П., Махоткина Е.Л. (2008) Потепление как возможная причина повышения химической активности атмосферы городов. Труды ГГО. Вып. 557. С. 159-183.
5. Самукова Е.А. (2012) Тенденции временных изменений суммарной солнечной радиации в Европе Труды ГГО. Вып. 565. С. 188-204.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Н.Д.Сорокин

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга

sorokin@kpoos.gov.spb.ru

Система мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга состоит из автоматизированной системы мониторинга качества атмосферного воздуха и системы расчетного мониторинга качества атмосферного воздуха. Система мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга создавалась и развивается при поддержке ГГО им. А. И. Воейкова, НИИ «Атмосфера», ВНИИМ им.Д.И.Менделеева, фирмы «Интеграл» и метеорологического института Республики Финляндия (FMI).

Автоматизированная система мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (АСМ). В состав АСМ входят 22 стационарные автоматические станции мониторинга качества атмосферного воздуха (20 станций павильонного типа и 2 беспавильонные станции), 2 отдельные автоматические метеорологические станции, 2 передвижные лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, передвижные метеорологические и технические лаборатории,

группа технического и метрологического обслуживания измерительных средств, центр сбора данных и управления работой станций (сервер опроса станций и базы первичных данных АСМ). Автоматические станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха АСМ функционируют непрерывно и обеспечивают регулярное получение оперативной информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга основными примесями.

Содержание оксидов азота, монооксида углерода, диоксида серы, озона определяется с использованием автоматических средств измерений (газоанализаторов). Содержание мелкодисперсных взвешенных частиц PM₁₀ и PM_{2,5} в атмосферном воздухе определяется с использованием систем автоматического пробоотбора с последующим взвешиванием. Мониторинг 3,4-бензпирена проводится путем автоматического (программируемого) отбора проб и последующего анализа проб в лаборатории методом ВЭЖХ. Значения среднемесячных концентраций специфических загрязняющих веществ рассчитываются по результатам лабораторных анализов проб, полученных методом отбора на сорбционные трубки.

Мероприятия по обеспечению качества и по контролю качества полученных первичных данных согласно требованиям российских стандартов и стандартов, разработанных Европейским комитетом по стандартизации, выполняются в соответствии с Методическими рекомендациями по обеспечению качества измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе техническими средствами АСМ (распоряжение Комитета от 2010 года) и Методическими рекомендациями по обеспечению качества измерений концентраций взвешенных частиц, PM₁₀ и PM_{2,5}, в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга (распоряжение Комитета от 2011 года).

Расчет средних (среднемесячных, среднегодовых, средних по городу в целом) концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе проводится на основе базовой информации в соответствии с Методикой по расчету показателей загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге по данным автоматизированных станций мониторинга (распоряжение Комитета от 2009 года). Для расчета показателей состояния атмосферного воздуха в соответствии с Директивами ЕС данные 20-минутных измерений приводятся к периоду осреднения – 1 час. Математическая обработка рядов первичных данных осуществляется с использованием программного обеспечения системы ведения базы данных и сетевого программного комплекса AIRVIRO (Швеция).

Эксплуатация АСМ по заказу Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга (далее – Комитет) осуществляется Санкт-Петербургским государственным унитарным предприятием «СФ «Минерал». Деятельность по мониторингу атмосферного воздуха: определение уровня загрязнения атмосферного воздуха, формирование и ведение банков данных о загрязнении атмосферного воздуха, подготовка и предоставление потребителям аналитической и расчетной информации о загрязнении атмосферного воздуха – выполняется на основании лицензии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Р/2008/1427/100/Л). АСМ, как лаборатория экологического мониторинга соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 и критериям технической компетентности в заявленной области аккредитации в Системе аккредитации аналитических лабораторий (Аттестат аккредитации Ростехрегулирования № РОСС RU.0001 515825).

Результаты мониторинга качества атмосферного воздуха поступают в государственную информационную систему «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга» и используются для:

- оценки и прогноза изменений состояния атмосферного воздуха Санкт-Петербурга под воздействием природных и антропогенных факторов;
- верификации результатов расчетного мониторинга;
- информационного обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц по вопросам состояния атмосферного воздуха Санкт-Петербурга;
- оценки состояния (загрязнения) атмосферного воздуха в случае чрезвычайных ситуаций;
- информирования населения о состоянии окружающей среды на территории Санкт-Петербурга через СМИ и Экологический портал Санкт-Петербурга (infoeco.ru).

Система расчетного мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга.

Расчетный мониторинг качества атмосферного воздуха реализован с использованием программного комплекса «Эколог-город-Санкт-Петербург». В состав комплекса входят:

- модуль расчета максимально разовых концентраций;
- модуль расчета средних приземных концентраций;
- модуль расчета актуальных концентраций;
- модуль расчета выпадений загрязняющих веществ из атмосферного воздуха;
- модуль расчета рисков для здоровья населения в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Исходные данные для расчета содержатся в базе данных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, включая файлы метеорологических параметров. На 01.01.2013 база данных содержит информацию: о 29360 стационарных источников, о 1572 линейных источников (автомагистрали и их участки), о 388 полигональных участках для учета выбросов водного транспорта. Данные о стационарных источниках выбросов формируются по материалам томов ПДВ и годовых технических отчетов. Выбросы от автотранспорта учитываются в виде эмиссии загрязняющих веществ от участков автомагистралей. Обследование транспортных потоков проводится в соответствии с Методикой определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга (распоряжение Комитета от 2012 года) и Методикой расчета годовых выбросов передвижных источников на автомагистралях Санкт-Петербурга на основе обследования структуры транспортных потоков (распоряжение Комитета от 2012 года). Методика определения массы вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых водным транспортом в атмосферу Санкт-Петербурга (распоряжение Комитета от 2012 года) учитывает изменение фактора выброса судовых установок при различных режимах движения, а так же тип судна и состав используемого топлива

Программный комплекс «Эколог-город-Санкт-Петербург» позволяет рассчитать уровень загрязнения атмосферного воздуха в любой точке на территории Санкт-Петербурга, любым из 460 веществ выбрасываемых промышленностью и транспортом, и экспортировать результаты расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в государственную информационную систему «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга» (далее – Система). Для хранения данных Системы используется сервер баз данных MS SQL Server, все пространственные данные хранятся в формате корпоративных геобаз под управлением ESRI ArcGIS Server.

Использование средств пространственного анализа данных позволяет:

- строить полигональные объекты полей равных концентраций;
- проводить верификацию результатов расчетов с данными фактических наблюдений;
- определять площади с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха;
- проводить топологический анализ полей концентраций и других классов пространственных объектов, отражающих функциональное зонирование города, административные районы, размещение жилых домов, зеленых насаждений и пр.;
- определять количество жилых и нежилых зданий расположенных на территории с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, в том числе детских учреждений;
- получать карты выпадения загрязняющих веществ из атмосферного воздуха на территорию города;
- получать карты распределения хронического, острого, рефлекторного и канцерогенного риска для здоровья населения, в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха;
- оценивать эффективность воздухоохраных мероприятий путем сопоставления площадей с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, сопоставления количества жителей улучшивших условия своего проживания после проведения воздухоохраных мероприятий, сопоставления количества жителей для которых сократился уровень их риска здоровью, обусловленный загрязнением атмосферного воздуха.

Развитие системы мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга.

Правительство Санкт-Петербурга в 2012 году утвердило долгосрочную целевую программу "Формирование и обеспечение функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды в Санкт-Петербурге на период 2013-2017 годов" с объемом финансирования 575 млн. рублей, в рамках которой система мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга будет полностью модернизирована.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Н.Ш. Вольберг, И.Г. Гуревич, А.А. Павленко, И.С. Яновский
Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова, Санкт – Петербург
volberg@main.mgo.rssi.ru

После принятия Постановления Совета министров СССР в 1963 году «О мерах по улучшению гидрометеорологической службы СССР» было принято решение об организации систематического изучения состава атмосферного воздуха и осадков.

Основой мониторинга загрязнения атмосферного воздуха (МЗА) в СССР стали нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосфере ПДК, установленные Минздравом.

Регулярные наблюдения в Госкомгидромете базировались на ручном отборе проб воздуха с последующим анализом отобранных проб в лаборатории. Парк средств измерений состоял из электроаспираторов и фотоколориметров. Первыми аспираторами на сети наблюдений были

модернизированные приборы медицинского назначения на основе кислородных ротаметров. Эти аспираторы (М822) были созданы на заводе «Красногвардеец» в г. Ленинграде в 50-х годах.

Высокая точность измерений на этих средствах измерений была трудно достижима, поэтому в разработанных методических документах допустимая погрешность измерений была установлена на уровне 25%.

В ходе становления сети были разработаны конструкции стационарных постов, включающих пробоотборные устройства, средства измерений метеопараметров и средства жизнеобеспечения. На заводе комплектных лабораторий в г. Мукачево разрабатывались станции МЗА. Первая модель станции «ПОСТ-1» оснащалась аспираторами ЭАА-1 и ЭАА-2, разработанными КБ завода. В качестве основного метода химического анализа был принят фотометрический, имеющий в большинстве случаев удовлетворительную чувствительность и обеспеченный относительно простой в использовании измерительной аппаратурой. Методики для определения конкретных веществ были отобраны совместно с представителями Минздрава СССР в основном из числа используемых при контроле загрязнения воздуха рабочей зоны.

Для повышения точности измерений прогресс шел в направлении улучшения качества пробоотборных устройств. В результате проведенных работ появилось 2-ое поколение станций МЗА «ПОСТ-2», оборудованных автоматическими аспираторами «Компонент» и ЭАА-2СМ.

Параллельно с разработкой лабораторных методов анализа атмосферного воздуха, разрабатывались приборы для непрерывного автоматического анализа. В результате этих работ было создано первое поколение газоанализаторов, основанных на кулоно-полярографическом принципе. На этом принципе были разработаны стационарные и переносные приборы для определения сероводорода, диоксида серы, озона и хлора (ГКП-1, «Атмосфера-1» и «Атмосфера-2»).

В 70-х годах в СССР с участием ГГО начались разработки автоматических газоанализаторов для наиболее распространенных газовых примесей: оксид и диоксид азота, озон, диоксид серы, сероводород, сероуглерод, аммиак, хлорид водорода, основанных на других принципах. Этими работами занимались ведущие приборостроительные организации СССР – НПО «Аналитприбор», г. Смоленск; ВНИИАП, г. Киев; НПО «Химавтоматика», г. Москва; Тульское ОКБА НПО «Химавтоматика», НИИ аналитического приборостроения, г. Ленинград. Сеть в эти годы начала оснащаться электрохимическими газоанализаторами «Палладий-2» для измерения концентрации оксида углерода. Эти приборы широко используются и в настоящее время.

В 80-е годы была предпринята попытка создания автоматизированной системы совместно с институтом ВНИИАП, г. Киев и НПО «Химавтоматика», г. Казань. Опытная эксплуатация системы, получившей название АНКОС, проводилась в г. Ленинграде на базе 5-ти станций, установленных в разных районах города.

Основным недостатком ручных отборов проб воздуха является зависимость результатов измерений от действий наблюдателя. Работа по модернизации пробоотборных устройств проводилась по следующим главным направлениям – повышение точности измерений, автоматизация отбора проб воздуха, снижение влияния человеческого фактора.

В последние годы в ЗАО «ОПТЭК» в контакте с ГГО велась разработка газоанализаторов, основанных на твердотельной хемилюминисценции. Эти приборы имеют более высокие метрологические характеристики, чем приборы предыдущего поколения, и форматы выходных сигналов, соответствующие требованиям Росгидромета. Одновременно рассматривался вопрос применения лучших зарубежных образцов аналитической техники таких фирм как, Environnement S.A., Teledyne API, GRIMM, Derenda.

Не все газовые примеси могут анализироваться с помощью автоматических газоанализаторов, поэтому продолжается совершенствование химических методик. Были впервые предложены новые варианты поглотительных устройств – сорбционные трубки, в которых в качестве носителя использовались инертные непористые материалы в виде мелких гранул. С использованием сорбционных трубок были разработаны новые методы определения таких примесей, как оксид и диоксид азота, диоксид серы, сероводород, сероуглерод, хлор, диоксид хлора, фенол, метилмеркаптан, хлористый водород, аммиак, фтористый водород, цианистый водород, азотная кислота. Для ряда приоритетных органических примесей, в том числе ароматических углеводородов, разработаны хроматографические методики.

В процессе разработки методик анализа воздуха проводились метрологические исследования всех этапов проведения анализа и давалось заключение о погрешностях предлагаемой методики, в том числе с использованием ПГС. Многие работы проводились совместно с ВНИИМ им. Д.И.Менделеева.

При доработке методик анализа для анализа атмосферного воздуха как правило требуется повышение их чувствительности. При этом высокие требования предъявляются к полноте улавливания определяемых веществ тем или иным сорбентом и к полноте извлечения этих веществ из сорбентов в процессе анализа. Автоматические газоанализаторы в процессе работы также нуждаются в периодическом контроле их исправности и правильности показаний. Для этого

необходимы газовые смеси с известной концентрацией определяемых примесей. Поскольку приобретение таких смесей в прошлые годы было затруднено или невозможно в ГГО был разработан ряд устройств и способов, обеспечивающих возможность изготовления необходимых смесей на месте. Особо следует отметить, разработанный в ГГО статический дозатор оксида углерода. Он представляет собой тонкостенную стеклянную ампулу, содержащую известную массу углерода. Содержащийся в ампуле оксид углерода разбавляется до нужной степени очищенным воздухом, что позволяет получать нужную его концентрацию на месте использования газоанализатора и обойтись без баллонов со сжатой поверочной газовой смесью. Для обеспечения высокого качества измерений лабораториями мониторинга Росгидромета в ГГО был разработан и налажен внешний контроль, заключающийся в рассылке шифрованных проб в проверяемые лаборатории и анализе получаемых результатов. Начиная с 1995 года ГГО ежегодно рассылала в сетевые лаборатории по 200-250 таких шифрованных проб. Результаты анализов оценивались в ГГО и, в случае необходимости, контроль повторялся. На основании полученных данных делались выводы о качестве проведения анализов в тех или иных лабораториях. Таким образом, проверялось качество анализов жидких проб, получаемых после извлечения определяемого вещества из сорбента. В результате погрешности, связанные с отбором проб, не могли быть проконтролированы. Для этого необходимы поверочные газовые смеси, однако пересылка по почте таких смесей представляет значительные трудности. Решение этой проблемы является весьма актуальным.

Основные направления модернизации сети мониторинга. Последние годы возросла активность Росгидромета по внедрению автоматических газоанализаторов для контроля загрязнения атмосферы. Наиболее перспективными приборами следует признать широко используемые за рубежом газоанализаторы, основанные на физических принципах. Препятствием к быстрому увеличению их использованию на сети, является помимо высокой стоимости, необходимость обеспечения их эксплуатации грамотными специалистами. В связи с дефицитностью подобных специалистов должен быть решен вопрос об обеспечении их материальной заинтересованности в поддержании непрерывной работоспособности газоанализаторов. Кроме того, Росгидрометом должна быть стимулирована заинтересованность руководителей местных управлений гидрометеослужбы в выдаче информации о загрязнении атмосферного воздуха, получаемой с использованием автоматических газоанализаторов.

Основным направлением увеличения объема полезной информации о загрязнении атмосферного воздуха является использование анализаторов, позволяющих определять из одной пробы несколько веществ: хроматографических для определения органических соединений и спектральных для определения концентрации элементов.

Малозатратные способы получения информации о загрязнении атмосферного воздуха. Использование автоматических приборов для контроля загрязнения атмосферы, позволяет обеспечить получение весьма большого объема такой информации и ее высокой точности. Вместе с тем, необходимость в получении такого объема информации в очень многих случаях не оправдана, а стоимость ее весьма велика. Поэтому важной проблемой является создание простых и недорогих средств измерения концентраций примесей в атмосфере. Одним из наиболее перспективных в этом отношении, является способ, использующий диффузионные пробоотборные устройства. Эти устройства могут быть размещены в любых интересующих местах и позволяют определять среднее концентрации загрязняющих веществ за период их экспозиции от суток до месяца. В ряде стран такие устройства используются в широких масштабах. Проводились и проводятся эти работы и в ГГО. Однако, пока неясен статус информации, полученной с помощью подобных пробоотборников и они используются лишь на уровне исследований. По нашему мнению, оптимальным могло бы явиться соотношение между числом автоматических газоанализаторов в населенном пункте и пунктом, где проводится отбор проб, с помощью диффузионных устройств, как 1:10. Представляется целесообразным, чтобы работы по организации наблюдений, с использованием автоматических и пассивных средств измерения, начинали проводиться параллельно с введением в эксплуатацию автоматических газоанализаторов, т.е. в тех же городах.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Л.А Конопелько., Ю.А.Кустиков, А.В. Колобова
ВНИИМ им. Д.И.Менделеева, г. Санкт-Петербург
lkonop@b10.vniim.ru, akol@b10.vniim.ru

Последние 20 лет характеризуются резким повышением интереса и требований к качеству измерительной экологической информации о состоянии окружающей среды. В первую очередь это

относится к окружающей нас атмосфере как на локальном, региональном уровне — атмосфере мегаполисов, промышленных районов, так и в глобальном, планетарном масштабе.

Загрязнение приземного слоя атмосферы и изменение химического состава атмосферы Земли одинаково важны и опасны для человечества, независимо от причин (антропогенных или природных) этих загрязнений и изменений химического состава атмосферы.

Решение задачи получения достоверной оперативной измерительной информации и многолетних трендов содержания токсичных компонентах в приземном слое атмосферы и газовых компонентах в атмосфере в глобальном масштабе обуславливает жесткие требования к системам экологического мониторинга атмосферы.

Соблюдение этих требований возможно только при функционировании эффективной международной системы единства газоаналитических измерений в части содержания токсичных компонентов в атмосфере, а также парниковых газов, которая обеспечит сопоставимость всех результатов измерений и их метрологическую прослеживаемость к международным эталонам. На рис. 1 представлена международная система единства газоаналитических измерений в части содержания токсичных компонентов в атмосфере, а также парниковых газов.

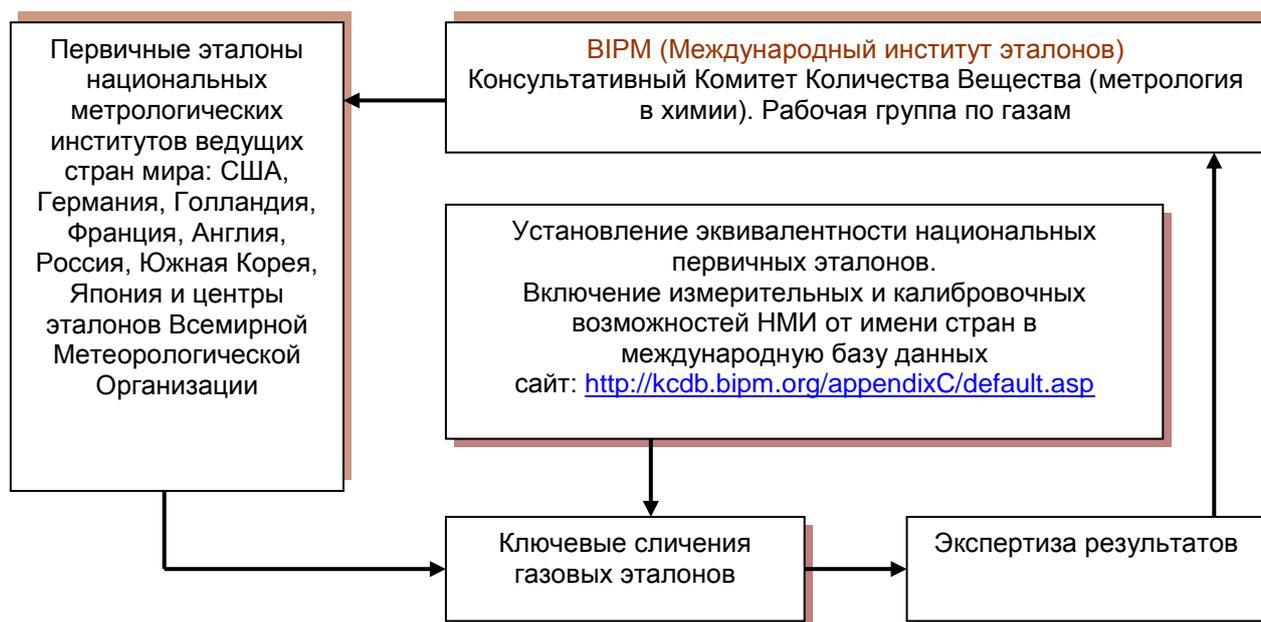


Рис. 1 Международная система единства газоаналитических измерений

В 1993г. в Международном Бюро Мер и Весов (МБМВ) был создан Консультативный комитет по количеству вещества (Метрология в химии) (КККВ). В рамках КККВ созданы рабочие группы, в том числе по газовому анализу. Одной из основных целей деятельности рабочей группы является установка приоритетов среди возможных измерительных задач. Такие вещества, как озон и химически активные газы на атмосферном уровне, парниковые газы, летучие органические компоненты в воздухе стали объектами измерительной категории КККВ «Газовый анализ», по которым проводятся международные сличения. В международных сличениях по измерительной категории «Газовый анализ» постоянно участвуют национальные метрологические институты (НМИ) ведущих стран мира, в том числе от России участвует ВНИИМ, где функционирует Государственный первичный эталон единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах (ГЭТ 154-2011). Кроме того, в международных сличениях по парниковым газам участвуют ведущие лаборатории Всемирной Метеорологической Организации (ВМО). На рис. 2 представлены результаты международных сличений CCQM-P41 по метану, в которых участвовали 11 НМИ ведущих стран мира, а также две лаборатории ВМО. Результаты показали смещение обеих лабораторий ВМО на 1,7% от опорного (аттестованного координирующей лабораторией) значения. При этом отклонение заявленных лабораториями ВМО значений от опорного значения превышает заявленную ими расширенную неопределенность результатов измерений.

Важной вехой в международной кооперации, направленной на обеспечение сопоставимости и прослеживаемости измерений в международном масштабе явилась договоренность (MRA) о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых НМИ. MRA отражает компетентность НМИ и уполномоченных институтов, возможность предоставления определенных измерительных и калибровочных услуг на высшем уровне точности. Таким образом, основным механизмом реализации MRA является установление эквивалентности национальных эталонов путем проведения ключевых сличений, а результатом реализации MRA –

международно-признанные калибровочные и измерительные возможности (КИВ), внесенные НМИ в международную базу данных при МБМВ.

В настоящее время количество международных сличений, проводимых под эгидой МБМВ, по озону, химически активным газам на атмосферном уровне, парниковым газам, летучим органическим компонентам в воздухе достигло 12 шт. При этом Российская Федерация в лице ВНИИМ участвовало в 10 сличениях, которые стали основанием для опубликования около 30 позиций КИВ РФ в международной базе данных МБМВ.

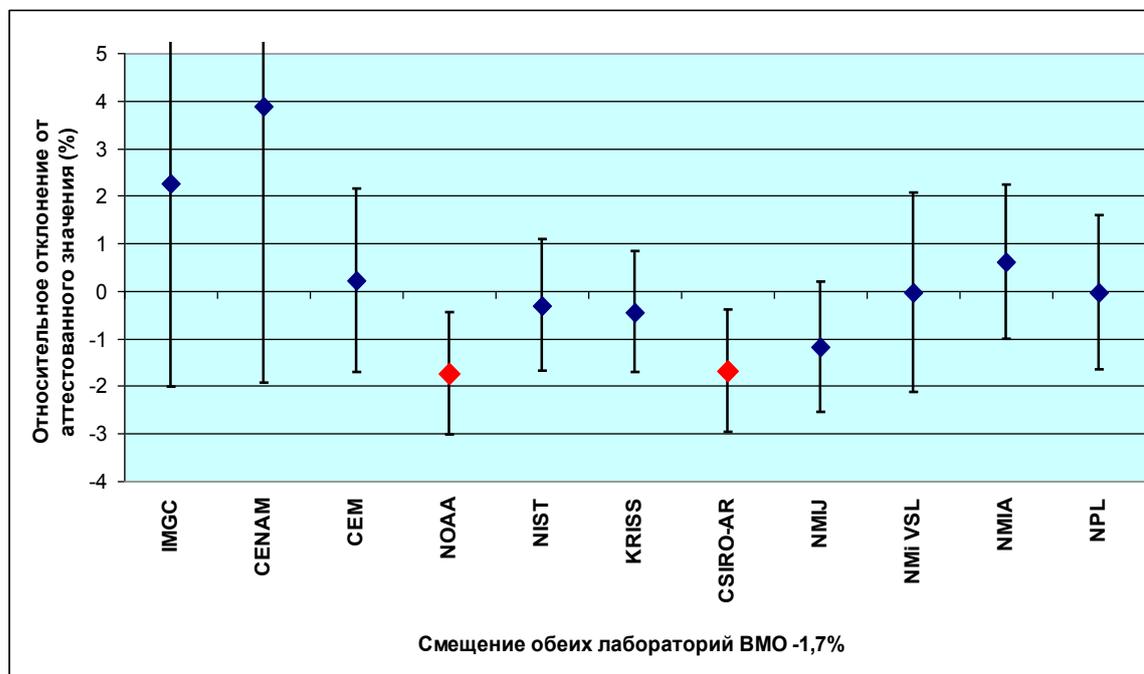


Рис. 2 Результаты международных сличений CCQM-P41 по метану

НАЦИОНАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ

КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В КРУПНЕЙШИХ ГОРОДАХ РОССИИ

Т.П. Ивлева

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург
labzag@main.mgo.rssi.ru

Сеть мониторинга загрязнения атмосферы в крупнейших городах России включает 35 городов, в которых работает 234 станции. К крупнейшим относятся города с числом жителей более 500 тысяч. Количество станций составляет от 3 до 16 [4].

Характеризовать степень загрязнения воздуха лучше всего используя тенденцию концентраций примесей за длительный период. Анализ тенденции концентраций диоксида азота и взвешенных веществ в крупнейших городах России с населением более 500 тысяч выполнен по данным наблюдений за 1970-2011 годы. Результаты измерений концентраций оксида углерода, бенз(а)пирена и формальдегида взяты за период с 1982 года (рисунок 1).

Благодаря появившейся информации о качестве воздуха после организации наблюдений и издания Ежегодников на промышленных предприятиях происходила активная работа по снижению выбросов вредных веществ. В результате этой деятельности концентрации взвешенных веществ и диоксида азота стали резко снижаться. Однако рост автотранспорта постепенно привел к изменению ситуации: концентрации диоксида азота стали увеличиваться и в 1997 году достигли максимума, после которого наблюдается слабое временами их увеличение и уровень не снижается ниже ПДК.

Формальдегида стал появляться в атмосфере городов в начале 90-х годов и достиг уровней существенного превышения ПДК, хотя источники его выбросов в атмосферы малы.

Высокие концентрации бенз(а)пирена, отмечаемые вначале, стали снижаться, достигли минимума примерно в 2000 году, а затем вновь стали расти, и в 2003 году в среднем составили 3 ПДК. Но в последующие годы, хотя и медленно, вновь уменьшаются.

В начале периода концентрации формальдегида снижались до минимума в 1987 году. Можно заметить далее новый максимум в 1993 году и минимум в 1998 году. Однако непрерывно увеличивается количество городов, где концентрация формальдегида превышает ПДК.

Концентрации оксида углерода снижались, а затем стали возрастать почти также как диоксида азота, замедлив рост в дальнейшем, но с 2003 года стали вновь снижаться.

Чтобы понять причины появления в атмосфере высоких концентраций формальдегида, в ГГО выполнены специальные исследования. Изучались изменения со временем коэффициента трансформации концентрации оксидов азота в диоксид азота. В статье Э.Ю.Безуглой и др. [1] по данным измерений концентрации оксидов азота и расчетов на их основе коэффициента трансформации показан рост химической активности атмосферы, происходящий в последнее время в различных частях территории России. Увеличение степени трансформации составило за четырнадцать лет 10–64% от исходных значений КТ. Эти изменения КТ существенно повлияли на тренд концентраций примесей и особенно диоксида азота и формальдегида.

Анализ данных наблюдений показывает, что в 77% крупнейших городов степень загрязнения атмосферы оценивается как высокая и очень высокая. Средние концентрации взвешенных веществ, бенз(а)пирена и диоксида азота выше, чем в целом по России.

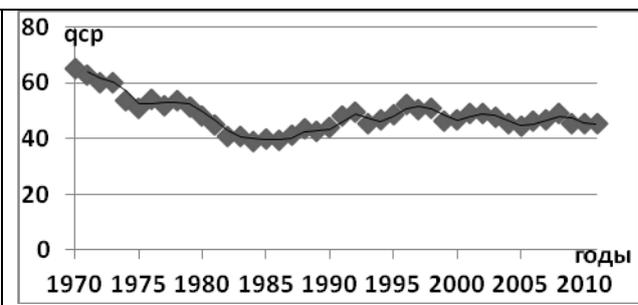
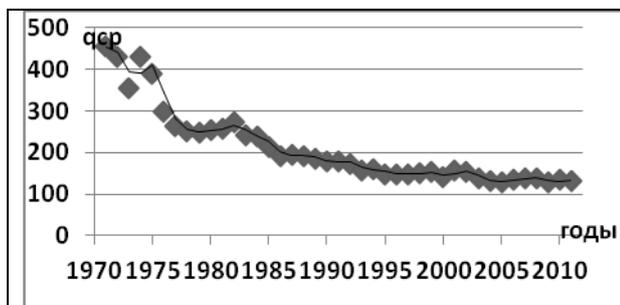
Наибольшее загрязнение воздуха отмечается в городах Сибири и Дальнего Востока. Москва, Иркутск, Красноярск и Новокузнецк почти постоянно включаются в перечень городов с наибольшим уровнем загрязнения в стране.

В крупнейших городах преобладает загрязнение воздуха бенз(а)пиреном, оксидами азота и формальдегидом. Бенз(а)пирен наблюдается в основном зимой, особенно в Азиатской части России. Наибольшие средние за месяц концентрации в холодное полугодие в Сибири могут достигать 5-10 ПДК (рисунок 2). Средние концентрации формальдегида максимальны летом, когда они составляют 10 и более ПДК [3]. Зимой концентрации формальдегида обычно низкие (рис. 3).

Как сказано, в 77% крупнейших городов уровень загрязнения высокий и очень высокий. Почти в каждом средние концентрации примесей превышают установленные санитарно-гигиенические нормативы. Все привыкли к такой информации. Она стала обычной. Поэтому никакие действенные меры для решения проблемы не предпринимаются. Из-за концентраций примесей выше нормы в этих городах наблюдается высокая заболеваемость населения гриппом и ОРЗ, а также злокачественными новообразованиями. Число случаев заболеваемости растет при росте загрязнения воздуха в городе [2].

а)

б)



в)

г)

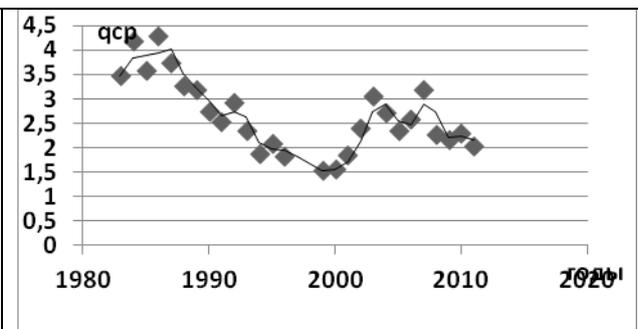
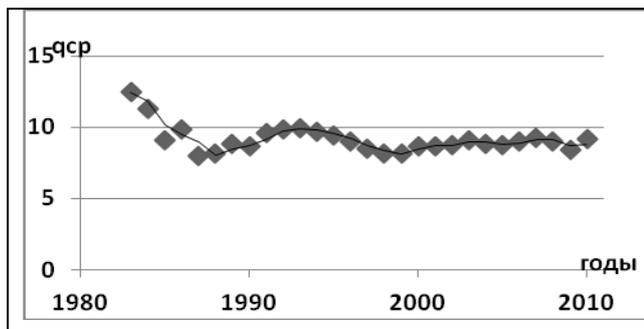
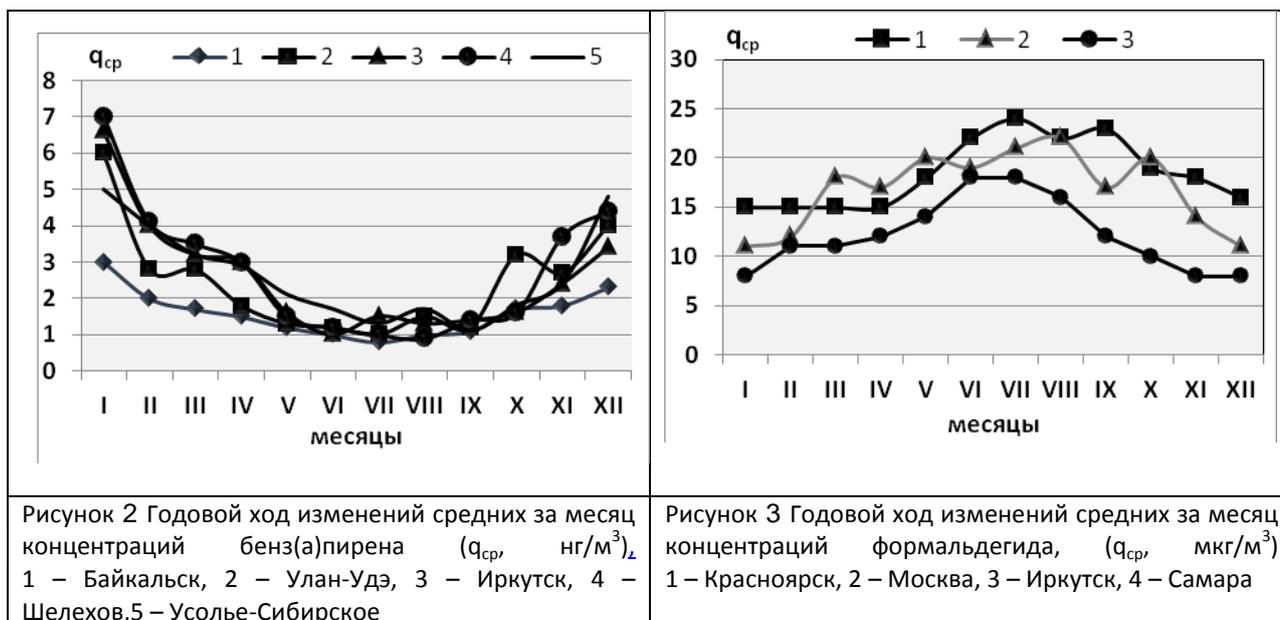


Рисунок 1 Средние концентрации примесей, мкг/м³, в крупнейших городах России за 1970-2011гг. (а – взвешенные вещества, б – диоксид азота, в – формальдегид, г – бенз(а)пирен, нг/м3)



Литература

1. Безуглая Э.Ю., Воробьева И.А., Ивлева Т.П., Махоткина Е.Л. (2008) Потепление как возможная причина повышения химической активности атмосферы городов. Труды ГГО. Вып. 557. С. 159-183.
2. Безуглая Э.Ю., Завадская Е.К., Ивлева Т.П., Маринич И.Г., Карпова Л.С., Сысоева Т.И. Влияние загрязнения воздуха на заболеваемость гриппом и ОРЗ. СПб., «Астерион», 2007. С. 73–81.
3. Ежегодник состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2011 г. СПб 2012. 215с.
4. Качество воздуха в крупнейших городах России за 10 лет. СПб 2009.122 с.

ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г.О. ТОЛЬЯТТИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ, РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ПУНКТОВ КОНТРОЛЯ ОБЩЕГОРОДСКОЙ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЯ

Н.Р. Бигильдеева., Н.И. Карпасова., Н.В. Крылова
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Россия, г. Самара
meteolab2005@yandex.ru

Существующая сеть атмосферного мониторинга на территории городского округа Тольятти основана более 40 лет назад. В 2010-ом году по заказу муниципалитета Тольятти выполнена совместная исследовательская работа «Технико-экономическое обоснование развития системы наблюдения загрязнения атмосферного воздуха городского округа Тольятти».

Исполнители - коллектив специалистов ГГО им. Воейкова (отв. исполнитель Ковачева И.В.), Приволжского Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды и Тольяттинской специализированной гидрометеорологической обсерватории.

Техническим заданием предусмотрено выполнение следующих работ:

Анализ экологической обстановки на территории городского округа:

- оценка существующей системы наблюдения загрязнения атмосферного (НЗА) воздуха городского округа Тольятти и репрезентативности расположения стационарных пунктов общегородской сети наблюдения (далее - ПНЗ) на соответствие нормативно-техническим требованиям, в том числе ГОСТ 17.2.3.01-86 «Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов»;

- анализ соответствия перечня веществ подлежащих контролю, перечню загрязняющих веществ, характерному для выбросов загрязняющих веществ от предприятий, расположенных в зоне расположения ПНЗ, проведение экспедиционного обследования.



Рис.1 Схема общегородской сети атмосферного мониторинга.

Разработка рекомендаций по отдельным составляющим системы наблюдения, в том числе по местонахождению существующих ПНЗ, и перечню загрязняющих атмосферный воздух веществ, подлежащих контролю.

Разработка программы развития систем наблюдения для городского округа Тольятти на период 2011-2015 гг.

В ходе выполнения данной работы проведен сбор и анализ информации об источниках загрязнения воздуха городского округа Тольятти, климатических условиях региона, метеорологических условиях рассеивания загрязняющих веществ. Оценено состояние и тенденции изменения загрязнения воздуха г.о.Тольятти. Проведено дополнительное экспедиционное обследование атмосферного воздуха на территории различных районов городского округа по 30 загрязняющим веществам, большинство из которых отсутствует в программе наблюдений на стационарных ПНЗ, это: сероводород, фосфор, фенол, углеводороды нефти, хлор, метилмеркаптан, трихлорэтилен, бутилацетат, этилацетат, бутан, изопрен, ацетон, ацетальдегид, метиловый и этиловый спирты. Экспедиционное обследование проведено в 9 точках, с применением газоанализатора «ГАНК-4». По результатам обследования даны рекомендации по каждой примеси о целесообразности организации стационарных наблюдений.

В результате исследования сделаны выводы о соответствии существующей системы наблюдений за загрязнением воздуха в г.о. Тольятти требованиям регламентирующих документов по проведению работ в области мониторинга загрязнения атмосферы в городах.

Разработаны рекомендации по отдельным составляющим системы регулярных наблюдений за загрязнением воздуха в г.о. Тольятти.

Подготовлен проект «Программы развития системы наблюдения атмосферного воздуха на период с 2011 по 2015 год».

По итогам выполненной работы сделаны следующие выводы и предложены рекомендации:

1. По условиям рассеивания примесей Тольятти принадлежит к зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА). Источники ЗА расположены неравномерно по территории районов, однако, в основном, промышленные зоны расположены к северу от жилых массивов.

2. Основные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе Тольятти: взвешенные вещества (ср-сут.), фтористый водород, диоксид азота, формальдегид, бенз(а)пирен, аммиак.

Расчет тенденции за пятилетие показал, что уровень загрязнения атмосферы существенно не изменился, наблюдается рост уровня загрязнения атмосферы оксидом азота и толуолом.

3. Сеть наблюдений загрязнения атмосферы г.Тольятти в основном соответствует нормативно-техническим требованиям, в том числе ГОСТ 17.2.3.01-86 «Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населения», однако анализ репрезентативности сети ПНЗ показал необходимость ее развития для повышения достоверности оценки уровня ЗА. Для этого необходимо провести совершенствование сети НЗА в части:

- программу наблюдений на стационарных ПНЗ, считающихся автомагистральными, дополнить измерениями концентраций оксида углерода, оксидов азота и озона,
- пересмотра перечня контролируемых примесей (возможно сокращение числа ПНЗ с контролем диоксида серы и увеличение числа ПНЗ с контролем бенз(а)пирена),
- увеличения числа контролируемых примесей (метанол, сажа, озон),
- изменения программы работы ПНЗ - переход на 4-х разовый отбор проб в сутки,

- организации отбора и анализа проб воздуха на пунктах существующей сети наблюдений в выходные и праздничные дни,
- увеличения плотности сети (числа ПНЗ с 7 до 12),

Рекомендуемые места установки ПНЗ и контролируемые вещества требуют уточнения по результатам проведения обследования, а также в ходе привязки на местности.

4. Состояние павильонов (ПНЗ) и технических средств измерений, имеющих физический и моральный износ, требует ремонта и обновления. Площадки, на которых расположены ПНЗ, необходимо привести в соответствие требованиям ГОСТ 17.2.3.01-86 «Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населения», по основным характеристикам (близость зданий, деревьев, покрытие, открытость горизонта).

5. Рассмотреть возможность создания сети маршрутных наблюдений в соответствии с «опасными» направлениями ветра в местах, где контроль за качеством воздуха не осуществляется. Расширить контроль загрязнения атмосферы с использованием дополнительных маршрутных и передвижных (подфакельных) ПНЗ в периоды НМУ. Для этого необходимо приобрести передвижную лабораторию МЗА.

6. Рассмотреть возможность усиления контроля за выбросами автотранспорта, который имеет значительный вклад в выбросы вредных веществ. Провести инвентаризацию транспортных потоков в улично-дорожной сети г. Тольятти. Рассмотреть возможность интеграции подсистемы наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на городских автомагистралях с системой управления дорожным движением для перераспределения транспортных потоков при прогнозе НМУ и смоговых ситуаций.

7. Для повышения эффективности мероприятий по регулированию выбросов при наступлении и прогнозе НМУ представляется целесообразным создание единой информационной базы данных атмосферного мониторинга, а также установка автоматических метеостанций в различных районах города.

8. Рассмотреть возможность организации локальной автоматизированной сети наблюдений за качеством атмосферного воздуха и установить 1-2 автоматических станций контроля атмосферы и метеопараметров для организации непрерывных измерений круглосуточно, без выходных дней, и получение оперативной информации о концентрациях загрязняющих веществ.

С 2011г. эти рекомендации постепенно выполняются: приведены в порядок охранные зоны вокруг ПНЗ, расширена программа наблюдений на отдельных постах, на год введено определение сажи, организованы передвижные пункты контроля, запланировано приобретение автомагистральных газоанализаторов и мобильной лаборатории.

Выполнение подобных работ своевременно и необходимо на всей наблюдательной сети, надеемся, что опыт Тольятти поможет и другим сетевым организациям Росгидромета в их взаимодействии с органами местного самоуправления.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ РФ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И БЕНЗ(А)ПИРЕНОМ

В.А.Сурнин, В.Г.Булгаков, А.А.Макаренко, А.И.Шилина
 Научно-производственное объединение «Тайфун», Обнинск
surnin@typhoon.obninsk.ru

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха тяжёлыми металлами (ТМ) и бенз(а)пирена (БП) на наблюдательной сети Росгидромета ведётся уже более 40 лет. Перечень измеряемых в аэрозолях ТМ включает Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Pb, Zn. ТМ определяются в атмосферном воздухе 123 городов Российской Федерации (РФ), БП в 175 городах. НПО «Тайфун» определяет содержание ТМ в атмосферном воздухе 47 городов, а БП – 154 городов и осуществляет научно-методическое руководство этими работами.



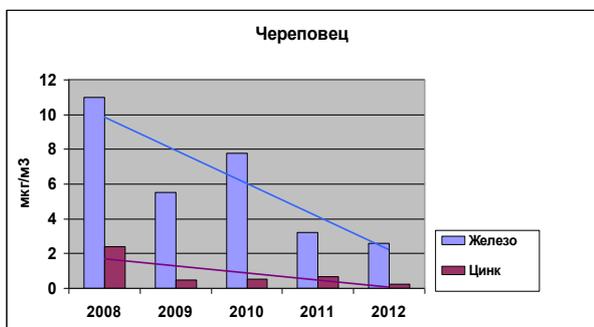
Контроль содержания ТМ и БП в атмосферном воздухе городов РФ производится с РД 52.04.186 – 89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [1].

Оценка загрязнения атмосферы городов ТМ за период 2008-2012 гг. показала, что в целом ситуация не является напряжённой. За период наблюдения отмечались редкие разовые превышения среднесуточных предельно-допустимых концентраций (ПДК_{сс}) [2].

В качестве примера тенденций изменения

загрязнения атмосферного воздуха на рисунках приведены промышленные города с различной техногенной нагрузкой: Дальнегорск, Череповец, Владикавказ.

В Дальнегорске добывается полиметаллическая руда, там же обогащается на обогатительной фабрике и доставляется в пос. Рудная Пристань, располагающийся в 30 км от Дальнегорска, где находится завод по выплавке свинца и порт. За 100 лет функционирования завода природная среда, особенно почва, оказалась насыщена соединениями различных тяжелых металлов – свинца, кадмия, цинка, меди, марганца, железа, Рис. 1 Динамика изменения содержания свинца серебра, мышьяка и др. Почве, в частности, может быть источником вторичного загрязнения воздуха за счёт ветрового подъёма.



В Череповце до 2009 наблюдалось ежегодное увеличение объемов металлургического производства, а в 2009 году в Череповце в связи с негативным влиянием финансового кризиса существенно уменьшились объемы производства и как следствие количество выбросов и содержание тяжелых металлов в атмосферном воздухе резко сократилось. На слайде видно, что с 2009 года наблюдается снижение содержания железа и никеля в атмосферном.

Рис. 2 Динамика изменения содержания ТМ



Основным загрязнителем атмосферного воздуха медью во Владикавказе является завод "Кристалл" созданный в 1963 году. С 2009 года отмечается существенный рост содержания меди в атмосферном воздухе, который продолжался до начала 2012 года. Эти изменения вероятнее всего связаны с ростом объемов выбросов в атмосферу данного предприятия.

Рис. 3 Динамика изменения содержания меди

БП является приоритетной примесью, определяющей степень загрязнения атмосферы во многих городах России. БП поступает в атмосферу при сгорании различных видов топлива, содержится в выбросах предприятий цветной и черной металлургии, литейного производства, нефтехимии, коксохимии, асфальто - бетонных заводов, ТЭЦ, котельных, мусоросжигательных печей. Оценка загрязнения атмосферы городов БП за 2008-2012 гг. показывает, что в течение всего периода наблюдений в целом по стране постоянно наблюдаются повышенные уровни загрязнения городов, превышающие санитарно-гигиенический норматив в среднем в 2-2,5 раза.

Наблюдается очень неравномерное распределение БП в воздухе городов России, как по регионам, так и по сезонам. Наиболее высокие уровни среднегодового содержания БП (3-4 нг/м³) наблюдаются в городах Сибири и Дальнего Востока (Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный регионы). Более низкое среднегодовое содержание БП (0,5-1,5 нг/м³) наблюдается в воздухе курортов Сочи, Кисловодск, Пятигорск, а также непромышленных городов Европейской части России. Во всех регионах России наблюдается сезонное изменение концентрации БП в воздухе с максимумом в зимний и минимумом в летний период времени.

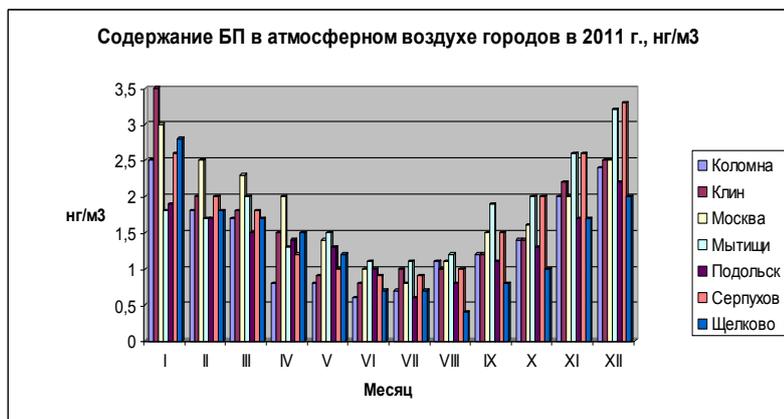


Рис. 4 Динамика сезонного изменения содержания БП

В качестве примера на рис. 4 приведено сезонное содержание БП в атмосферном воздухе городов Московской области. Из приведенного рисунка следует, что в осенне-зимний период содержание БП находится на уровне 2-3,5 ПДК и превышают летние значения в 1,5-3 раза.

Основные недостатки существующей системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха ТМ и БП связаны в основном с организацией работ:

- пробы атмосферного воздуха отбираются на волокнистые фильтры типа ФПП-15, АФА-ВП-20, АФА-ХА-20 без сорбента для улавливания паровой фазы, особенно в летнее время;
- используемые для отбора проб на ТМ фильтры АФА-ХА-20 имеют высокий исходный фон определяемых ТМ;
- определение БП выполняется через 1-1,5 месяца после отбора проб (сбор фильтров за календарный месяц и пересылка почтой), что может привести к занижению результата по содержанию БП за счет разложения пробы;
- требуется серьезная реорганизация имеющейся системы мониторинга канцерогенных ПАУ, включая БП, путем создания в регионах централизованных лабораторий, оснащенных современной аналитической аппаратурой, кадрами высокой квалификации, ГСО БП и ПАУ, изотопно-мечеными стандартами, реактивами высокой степени чистоты.

Литература

1. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. Л.: Гидрометеоздат, 1989, 448 с.
2. Ежегодник Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России в 2011 г., Санкт-Петербург, 2012, 215 с.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.С. Селегей, Н.Н. Филоненко, Т.Н. Ленковская

ФГБУ «Сибирский региональный гидрометеорологический научно-исследовательский институт», г. Новосибирск
seleгей@sibnigmi.ru

Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы рассчитывался по формуле:

$$МПЗА = (P_{0-1} + P_T) / (P_{осад.} + P_{>6}), \quad (1)$$

где P – повторяемость, % : P_{0-1} – скоростей ветра 0-1 м/с, P_T – дней с туманом, $P_{осад.}$ – дней с осадками более 0,5 мм, $P_{>6}$ – скоростей ветра более 6 м/с.

Чем больше по абсолютной величине МПЗА, тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если МПЗА меньше 1, то в рассматриваемый период времени повторяемость процессов, способствующих очищению атмосферы, преобладает над повторяемостью процессов, способствующих накоплению в ней вредных примесей. В этом случае создаются хорошие условия для рассеивания примесей. Если МПЗА больше 1 – наоборот, преобладает повторяемость процессов, способствующих накоплению вредных примесей.

Описание метода впервые было опубликовано в [1] и получило достаточно широкое распространение в РФ. При этом критика его сводилась, в основном, к двум аспектам: несоответствия прежнего названия (МПА) его смыслу и недостаточной проработке граничных условий при районировании территорий.

Для того, чтобы определить, как потепление климата повлияло на метеорологический потенциал загрязнения атмосферы территории Западной Сибири, за период с 1986 по 2010 гг для каждого года были рассчитаны значения МПЗА по 196 метеостанциям региона. Для каждой метеостанции были получены средние за 25-летний период значения МПЗА, его среднеквадратичные отклонения, а также временные тренды.

Исходя из значений среднеквадратичных отклонений МПЗА, были получены следующие граничные условия для выделений территорий по степени их предрасположенности к накоплению или рассеиванию примесей: $МПЗА < 0,8$ – зона с благоприятными условиями для рассеивания примесей; $0,8 \geq МПЗА \leq 1,2$ – буферная зона или зона риска, в которой с одинаковой вероятностью в отдельные годы могут наблюдаться процессы, способствующие как загрязнению атмосферного воздуха, так и его самоочищению; $МПЗА > 1,2$ – зона с неблагоприятными условиями для рассеивания примесей; $МПЗА > 2,4$ – зона с крайне неблагоприятными условиями для рассеивания примесей.

Распределение средних за 25-летний период значений МПЗА по территории Западной Сибири с районированием его значений по новым граничным условиям показало, что большая часть региона в среднем имела хорошие условия для рассеивания примесей ($МПЗА < 0,8$). Неблагоприятные условия для рассеивания ($МПЗА > 1,2$) складывались лишь на северном Урале, а также на большей территории Алтайского края, Республики Алтай и юга Кузбасса. Однако, анализ пространственно – временных трендов МПЗА, показал, что за период с 1986 по 2010 гг произошло резкое сокращение территорий региона, где отмечались благоприятные условия для рассеивания примесей. Эта территория сузилась как с западной, так и с восточной стороны, сократившись на 100-500 км (по

изолинии МПЗА=0,8). Отрицательный тренд наблюдался лишь на арктической территории Ямало-Ненецкого а.о., на территории Васюганских болот, а также отдельными очагами на южных территориях региона (рисунок 1). Самое неприятное состоит в том, что ухудшение условий для рассеивания примесей коснулось промышленно развитых районов Западной Сибири.

Анализ метеопараметров, входящих в формулу (1), выявил, что основной вклад в его величину вносит скорость ветра. На большей части Западной Сибири произошло увеличение повторяемости слабых ветров (0-1 м/с) с одновременным уменьшением повторяемости ветров более 6 м/с. Особенно значительное увеличение повторяемости слабых ветров произошло в западных районах региона. На отдельных станциях повторяемость ветров 0-1 м/с увеличилась на 30-40 %, а в Кулунде даже на 58 %, где в паспорте метеоплощадки с 2004 г. отмечается ее закрытость как подрастающими деревьями с одной стороны, так и строительством трехэтажного здания с другой стороны. Закрытие горизонта за счет построек многоэтажных домов вблизи метеоплощадок или наличия высоких деревьев (10-12 м) отмечается в Ключах, Мошково и др.

Такие результаты ставят под сомнение всю повсеместно произошедшую картину увеличения повторяемости слабых ветров, которая, возможно, явилась результатом не только метеорологических процессов, связанных с потеплением климата, но и, возможно, обусловлена повсеместным экранированием воздушных потоков за счет зарастания метеоплощадок.

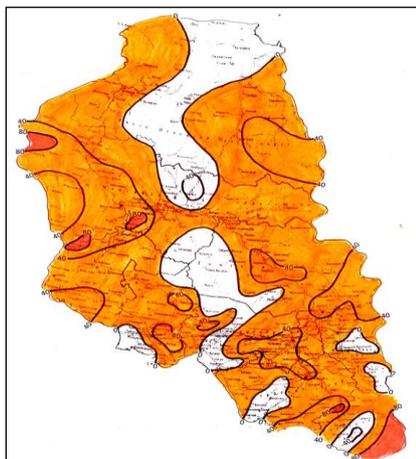


Рис 1. Тренд МПЗА за период с 1986 по 2010 гг.

■- положительный тренд

Повторяемость числа дней с туманом (P_T) вносит незначительный вклад в сумму факторов, способствующих загрязнению атмосферы. В среднем для всего региона этот вклад составил 3,8% и только для 8 горных станций вклад увеличился до 10%. Кроме того, в подавляющем большинстве случаев условия затишья сопровождаются туманами, т.е. частично фактор наличия туманов входит в повторяемость скоростей ветра 0-1 м/с и априори в какой-то степени уже учтен. Повторяемость дней осадками более 5 мм в сутки ($P_{осад.}$) вносит в величину МПЗА 34-35%, т.е. играет существенную роль в процессах самоочистки атмосферы, но мало меняется как из года в год, так и территориально (изменчивость составила 0,5%). Следовательно этот параметр является нерепрезентативным показателем. Необходимо искать другую форму учета влияния осадков на процессы самоочистки атмосферы, которые бы учитывали не только число дней с осадками определенной величины, но и их годовую сумму.

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПЗА) практически является функцией только ветровых характеристик: слабого ветра 0-1 м/с, который способствует накоплению

загрязняющих веществ в атмосфере, и ветра более 6 м/с, который способствует проветриванию территорий. Остальные факторы, входящие в формулу по расчету МПЗА, лишь размывают связи МПЗА со среднегодовыми концентрациями загрязняющих веществ.

Литература

1.Селегей Т.С. Метеорологический потенциал самоочистки атмосферы Сибирского экономического района // Тр. Зап.-Сиб.НИИ. – 1989. Вып.86. С.84-89

ПЕРИОДЫ АНОМАЛЬНО ВЫСОКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ГОРОДОВ

А. Ф.Ануфриева

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», Санкт-Петербург

labzag@main.mgo.rssi.ru

Основной вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха вносят выбросы от промышленных предприятий и автотранспорта. Формирование уровня загрязнения происходит также протекающими непрерывно в атмосфере фотохимическими реакциями окисления и восстановления, образованием новых веществ и началом новых процессов. Немаловажную роль играют и метеорологические условия, определяющие рассеивание или накопление примесей в атмосфере. [1].

Особый интерес представляет изменение концентраций в периоды аномальных погодных условий, которые возникали в летние месяцы в 1972, 2002 и 2010 гг. В эти периоды над Европейской частью России при значительном повышении температуры воздуха, малом количестве осадков и слабых ветрах отмечались пожары лесов и торфяников.

В 1972 году на Европейской части России преобладала антициклональная погода с устойчивой стратификацией нижнего слоя тропосферы в ночное время и слабыми ветрами, часто

создавались неблагоприятные условия, характеризующиеся увеличением повторяемости слабых ветров и уменьшением суммы осадков почти в 2 раза по сравнению с 1971 г., ростом числа дней со мглой [4]. В ряде городов концентрации сернистого газа и окиси углерода по сравнению с уровнем 1971 года увеличились в 2–3 раза, концентрации двуокиси азота — в 2–4 раза [6].

Подобные условия возникали и в июле–августе 2002 года, когда установилась жаркая сухая погода, а температура воздуха достигала 33⁰ С. В городах Нижегородской области максимальные значения концентрации взвешенных веществ, оксида углерода и формальдегида превышали установленные значения максимальной разовой предельно допустимой концентрации (ПДКм.р.) в 2–7 раз. В городах Московской области увеличились концентрации диоксида азота и бенз(а)пирена в 4–8 раз, взвешенных веществ — в 1,4–3,6 раза. В Санкт-Петербурге средние за месяц концентрации взвешенных веществ, оксида углерода, формальдегида и ксилола были выше, чем в 2001 г. в 2–5 раз, а максимальные разовые концентрации взвешенных веществ и оксида углерода были выше в 3,7–5,4 раза, толуола и бензола — в 6–8 раз [3].

Ситуация, возникшая на территории Европейской части России летом 2010 г., как и в аналогичных случаях в предшествующий период, привела к формированию аномального уровня загрязнения воздуха.

Большую часть летнего периода над Европейской частью РФ как и в 1972 и 2002 гг. располагался мощный малоподвижный антициклон, высота которого достигала 12 км. Летом 2010 года температура воздуха в России превысила климатическую норму на 1,8⁰ С, в Москве зафиксирован абсолютный максимум температуры воздуха, составивший 38,2⁰ С [2, 5]. За период наблюдений с 1936 года это было самое теплое лето.

В результате анализа данных наблюдений в период июль–август 2010 г. получено, что при резком повышении температуры воздуха в целом на территории Европейской части России на 3,6⁰ С и в отдельных регионах до 7–11⁰ С в июле–августе средние концентрации диоксида азота возросли в 1,1–2,5 раза и достигали в основном 2 ПДК, формальдегида возросли в 2–6 раз.

В ряде городов отмечено увеличение концентраций специфических загрязняющих веществ, таких как, фенол, хлорид водорода, озон, углеводороды в 1,5–2 раза.

В городах центра Европейской части России в летний период средние концентрации бенз(а)пирена достигали 1–5 ПДК. Средние концентрации оксида углерода, обычно не превышающие ПДК, за счет пожаров увеличились до 1,1–2,6 ПДК.

Литература

1. Безуглая Э. Ю., Смирнова И. В., Воздух городов и его изменения. — СПб.: Астерион, 2008.— 254 с.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 год. М, Росгидромет, 2011.— 66 с.
3. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2002 г.— Санкт-Петербург: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 2003. – 222 с.
4. Кац А.Л., - Необычное лето 1972 года. — Гидрометеиздат, Ленинград, 1973. -56 с.
5. Мещерская А .В., Мирвис В. М., Голод М. П., – Засуха 2010 г. на фоне многолетнего изменения засушливости в основных зерносеющих районах Европейской территории России. Тр. ГГО, вып. 563. Санкт-Петербург, 2011. 94-121 с.
6. Обзор состояния загрязнения атмосферы в городах и промышленных центрах Советского Союза за 1972 г., Ленинград, 1973.- 356 с.

ПРИЗЕМНЫЙ ОЗОН И НЕКОТОРЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОЗОНОВОГО ЦИКЛА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ В ОБНИНСКЕ АНОМАЛЬНЫМ ЛЕТОМ 2010 г В СРАВНЕНИИ С ЛЕТОМ 2011 г.

Н.В. Терев, Л.И. Милехин, В.Л. Милехин, В.Д. Гниломедов, Д.Р. Нечаев, Л.К. Кулижникова,
В.В.Широтов
Федеральное государственное бюджетное учреждение «НПО «Тайфун», Обнинск
tereb@typhoon.obninsk.ru

Данное исследование базируется на результатах измерений приземных концентраций озона (O_3), окислов азота (NO_x), монооксида углерода (СО), суммы неметановых углеводородов (ΣCH), аэрозольной оптической толщи на длине волны 320 нм (АОТ320) и потока ультрафиолетового солнечного излучения (УФ) в Обнинске ($55,1^\circ$ с.ш. $36,6^\circ$ в.д.) в вегетационный период (май-сентябрь) 2010 и 2011 г.г. Для измерений были применены автоматическая станция контроля загрязнения атмосферного воздуха МР-28, спектрофотометр Brewer MkII (АОТ320 и УФ) и озонметр ТЕС 49i (O_3). В измерениях был задействован также измерительный комплекс высотной метеорологической мачты ВММ-300 (температура, скорость и направление ветра, относительная влажность). В станции МР-28 использовались данные с приборов Ф-105 (O_3), К-100 (СО), Р-310А (NO_x) и Гамма-ЕТ (ΣCH).

Более высокие приземные концентрации O_3 в Обнинске в июле-августе 2010 г. по сравнению с аналогичным периодом 2011 г. (табл. 1) могли быть вызваны более высокой средней температурой и более высокими средними концентрациями соединений – предшественников озона [1-3] (табл. 2). Несколько очень высоких значений приземной концентрации O_3 в августе 2010 г., превышающих 200 мкг/м^3 и никогда в другое время за весь период наблюдений 2004-2011 г. в Обнинске не регистрировавшихся (разовые значения составили 01.08.2010 - $212,5 \text{ мкг/м}^3$, 04.08.2010 - $207,4 \text{ мкг/м}^3$ и 07.08.2010 - $211,7 \text{ мкг/м}^3$), совпали с приходом в Обнинск воздушных масс из мест торфяных и лесных пожаров, что вызвало резкое увеличение АОТ320 и приземных концентраций NO_x , СО и углеводородов (рис. 1). Особенно возросла приземная концентрация СО – почти в 40 раз по сравнению со средним значением за период май-сентябрь.

Коэффициенты корреляции между среднедневными (9–17 часов) концентрациями приземного озона и дневными дозами УФ радиации, как в 2010г., так и в 2011г., оказались не зависящими от спектрального интервала (290-315 нм или 290-325 нм), по которому рассчитывалась интегральная доза и от нормировки излучения на чувствительность человеческой кожи. Для 2010 г. коэффициенты корреляции оказались существенно ниже, чем в 2011 г. – $0,56 \pm 0,07$ против $0,74 \pm 0,05$. Связано это с тем, что в конце июля, а особенно в первой половине августа концентрация приземного озона была повышенной, а прозрачность атмосферы существенно пониженной из-за прихода воздушных масс из района пожаров. Но даже существенно пониженная в период дымовой мглы солнечная инсоляция не блокировала генерацию очень высоких значений приземной концентрации O_3 .

Таблица 1. Статистические данные о среднечасовых приземных концентрациях O_3 в мае-сентябре 2010 г. в сравнении с этим же периодом 2011г. – помесячно и в целом за период

Параметр	2010 г.						2011 г.					
	V-IX	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX	V	VI	VII	VIII	IX
Среднее значение, мкг/м^3	56,0 $\pm 2,4$	59,5 $\pm 2,0$	52,2 $\pm 1,8$	72,4 $\pm 2,4$	65,1 $\pm 3,0$	29,7 $\pm 1,5$	47,3 $\pm 1,0$	60,4 $\pm 1,7$	56,0 $\pm 2,0$	50,8 $\pm 2,0$	42,6 $\pm 2,0$	26,7 $\pm 1,0$
Максимальное значение, мкг/м^3	206,7	124,1	130,4	162,5	206,7	89,4	156,1	115,9	156,1	125,6	120,5	74,5
Число случаев превышения 160 мкг/м^3	21	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0

Примечание – Здесь и далее доверительные интервалы указаны для доверительной вероятности 95%.

Таблица 2. Статистические данные о среднечасовых приземных концентрациях CO, NO, NO₂ и ΣСН в мае-сентябре 2010 г. в сравнении с этим же периодом 2011 г.

Параметр	2010				2011			
	[CO]	[NO]	[NO ₂]	[ΣСН]	[CO]	[NO]	[NO ₂]	[ΣСН]
Среднее значение, мг/м ³	1,18 ± 0,02	0,0053 ± 0,0001	0,036 ± 0,001	0,33 ± 0,03	0,18 ± 0,04	0,0031 ± 0,0001	0,0175 ± 0,0002	0,158 ± 0,001
Максимальное значение, мг/м ³	40,5	0,082	0,201	2,09	1,2	0,068	0,083	0,48

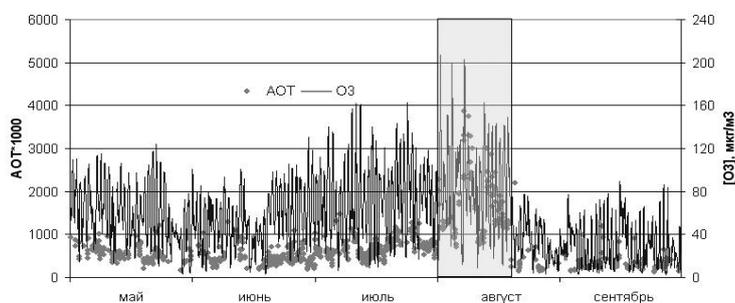


Рис. 1. Временной ход среднечасовых значений АОТ320 и приземной концентрации O₃ в 2010г. Показан период дымовой мглы

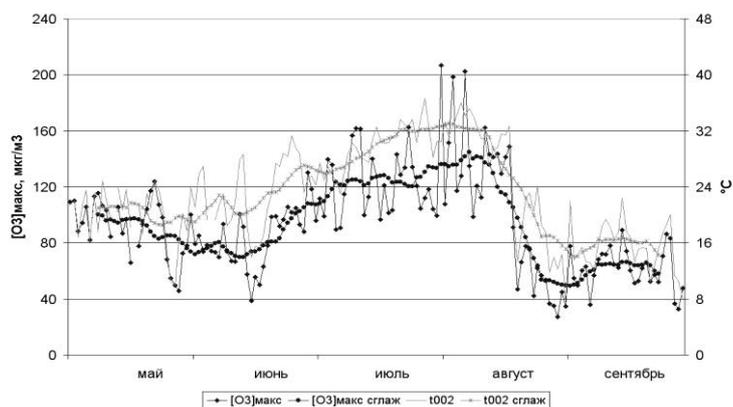


Рис. 2. Временной ход максимальных суточных концентраций приземного O₃ и приземной температуры в 2010г.

Связь температуры атмосферы и максимальных суточных среднечасовых значений приземной концентрации O₃ (рис. 2) в мае-сентябре 2010 г. характеризуется более высоким коэффициентом корреляции, чем в мае-сентябре 2011 г. – 0,82±0,05 против 0,64±0,07. Все значения максимальных суточных среднечасовых приземных концентраций O₃ попадают в 95% интервал предсказаний для связи с приземной температурой за исключением трех дней в августе 2010 г. когда в Обнинске было аномально высокое задымление из-за прихода воздушных масс из района пожаров и регистрировались очень высокие значения приземной концентрации O₃. В 2011 г. таким выпадающим из интервала предсказаний для связи с приземной температурой является 2 июня, когда среднечасовая концентрация приземного O₃ достигла 156,1 мкг/м³, хотя никакого явного задымления в это время не было.

Можно также отметить, что:

(а) при устойчивой атмосфере появление повышенных (т.е. в верхней четверти распределения) максимальных суточных значений приземной концентрации O₃ в мае-сентябре было более вероятно, чем при неустойчивой. Но в 2010г. это выразилось менее отчетливо, чем в 2011г.: 23,5% при

устойчивой атмосфере против 25,3% при неустойчивой в 2010г. и 34,2% против 10,7% в 2011г.;

(б) в 2010г. зависимость вероятности достижения максимальных суточных среднечасовых значений приземной концентрации O₃, превышающих 160 мкг/м³, от скорости приземного ветра, в 2010г. носило колоколообразный, а не монотонный характер;

(в) максимальные суточные среднечасовые значения приземной концентрации O₃ в мае-сентябре 2010 г. положительно коррелировали с абсолютной влажностью атмосферы в отличие от 2011 г., когда такая корреляция отсутствовала;

(г) температуры на всех уровнях нижнего 300-метрового слоя атмосферы показывают примерно одинаковые связи с максимальными суточными значениями [O₃].

Литература

1 Новицкий М. А., Кулижникова Л. К., Мацкевич М. К., Мазурин Н. Ф. Аномалии температуры летом 2010г. по измерениям на высотной мачте в г. Обнинск. – Метеорология и гидрология, 2012, с. 29-34.

2 Белан Б.Д. Озон в тропосфере. – Томск, изд-во ИОА РАН, 2010, 488 с.

3 Звягинцев А.М., Крученицкий Г.М. Об эмпирической модели приземной концентрации озона вблизи Москвы (г. Долгопрудный). - Известия РАН, Физика атмосферы и океана, 1996, т. 32, № 1, с. 96-100.

ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА МОСКВЫ: ХАРАКТЕРНЫЕ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ

Н.В. Панкратова, А.И.Скорород, Н.Ф. Еланский, М.М. Хурамшина
 Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва
 n_pankratova@list.ru

Выполнен анализ данных непрерывных измерений ИФА на Московской экологической станции мониторинга ИФА-МГУ (52°42' с.ш. 37°31' в.д. 191 м. над у.м.), которые начались 1 февраля 2002 года. Станция расположена в городской черте на территории метеообсерватории Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова. Исследована временная изменчивость газовых составляющих в городских условиях, а также исследовано химическое взаимодействие озона, оксидов азота и других химически активных соединений в приземном воздухе Москвы. В городе наблюдается пониженное содержание озона относительно окружающей местности. При этом содержание в приземном воздухе озона тесно связано с количеством оксидов азота NO и NO₂ и летучие органические соединения.

Поскольку NO является основным продуктом сгорания топлива, то его концентрация меняется в широких пределах в зависимости от времени суток, сезона и различных факторов, определяющих активность автотранспорта, промышленных предприятий и коммунальных служб. В определенных условиях концентрация NO может достигать очень больших значений вплоть до 593.5 ppb. Это произошло в период аномальной жары при установлении мощного блокирующего антициклона летом 2010 года [1]. Помимо роста концентрации оксидов азота резко выросло содержание в городском воздухе всех загрязняющих веществ. Аномальная жара 2010 года в Центральной России показала необходимость своевременного предупреждения населения о неблагоприятной экологической ситуации. Нами разработана методика оценки качества воздуха, которая включает 5 уровней загрязнения и использует 6 измеряемых компонентов (PM₁₀, NO₂, CO, O₃, SO₂, общая концентрация неметановых углеводородов).

Таблица 1 - Статистические характеристики средних часовых рядов наблюдений опасных газовых составляющих на станции мониторинга ИФА за период 2002-2011 гг.

	O ₃ млрд	NO млрд	NO ₂ млрд	CO млн ⁻¹	SO ₂ млрд	NH ₃ млрд
Min	0	0	1.55	0	0	1.1
Max	134.2	593.5	214.7	27	141.6	96.2
Среднее	14.66	16.3	21.50	0.54	1.46	6.5
Медиана	11.1	5.36	19.07	0.41	1.1	5.8
10 процентиль	1	0.54	8.81	0.22	0.5	3.2
90 процентиль	34.3	44	36.82	0.99	2.4	10.7
Станд. отклонение	13.79	29.83	11.98	0.51	2.15	3.24
ПДКсс*	15	49	21	2.6	19	58
ПДКмр*	81	326	45	4.3	190	288

ПДКсс – предельно допустимая концентрации среднесуточная,
 ПДКмр – предельно допустимая концентрации разовая. Нормативы соответствуют российским стандартам.

Таблица 2 - Диапазоны концентраций приземных газовых концентраций газов для вычисления индекса загрязнения.

Параметр	0-50 Низкий	51-100 Умеренный	101-200 Неблагоприятный для восприимчивых групп населения	201-300 Высокий	>301 Опасный
PM ₁₀	0-38	38-75	75-150	150-300	>301
NO ₂	-	51-100	100-200	200-400	>401
CO	0-2500	2500-5000	5000-7500	7500-10000	>10000
O ₃			160-200	200-240	>241
НУМВ			0,67-1,3	1,3-2	>2
SO ₂	0-15	15-30	30-60	60-120	>120

Для расчета индекса загрязнения применялась стандартная формула:

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} \left(C_p - BP_{Lo} \right) + I_{Lo}$$

где I_p – индекс ЗА (загрязнение атмосферы), C_p – концентрация вещества, BP_{Hi} – верхнее граничное значение концентрации вещества в диапазоне, BP_{Lo} – нижнее граничное значение концентрации вещества в диапазоне, I_{Hi} – значение индекса ЗА, соответствующее BP_{Hi} , I_{Lo} – значение индекса ЗА, соответствующее BP_{Lo} .

Поучено, что наличие высоких концентраций аэрозоля, особенно пылевой фракции, является основной причиной, снижающей качество воздуха в Москве. Проведено сравнение качества воздуха в Москве и других крупнейших мегаполисах с населением более 12 млн. жителей. В ранге содержания NO₂ Москва заняла 14-ое место [2]. В целом мегаполису свойственно умеренное загрязнение городской среды. Отличительной особенностью Москвы является малое содержание SO₂ в воздухе. По этому показателю она является наиболее чистым городом из всех мегаполисов.

Также в ходе исследования была получена логарифмическая зависимость концентрации озона от отношения концентрации NO₂ к NO, которая может быть использована для прогноза содержания озона в приземном воздухе Москвы:

$$[O_3] = 12.22 \ln([NO_2]/[NO]) + 15.3$$

Зависимость концентрации озона от $[NO_2]/[NO]$ для периодов без дыма и задымленности показана на рисунке 1. Как следует из рис. 1а, с 21 до 6 часов генерация озона ослаблена, в то время как в светлое время суток концентрация озона быстро возрастает при низких значениях $[NO_2]/[NO]$. Когда концентрация озона доходит до уровня примерно 60 мкг/м³, она стабилизируется и практически не меняется вне зависимости от отношения $[NO_2]/[NO]$.

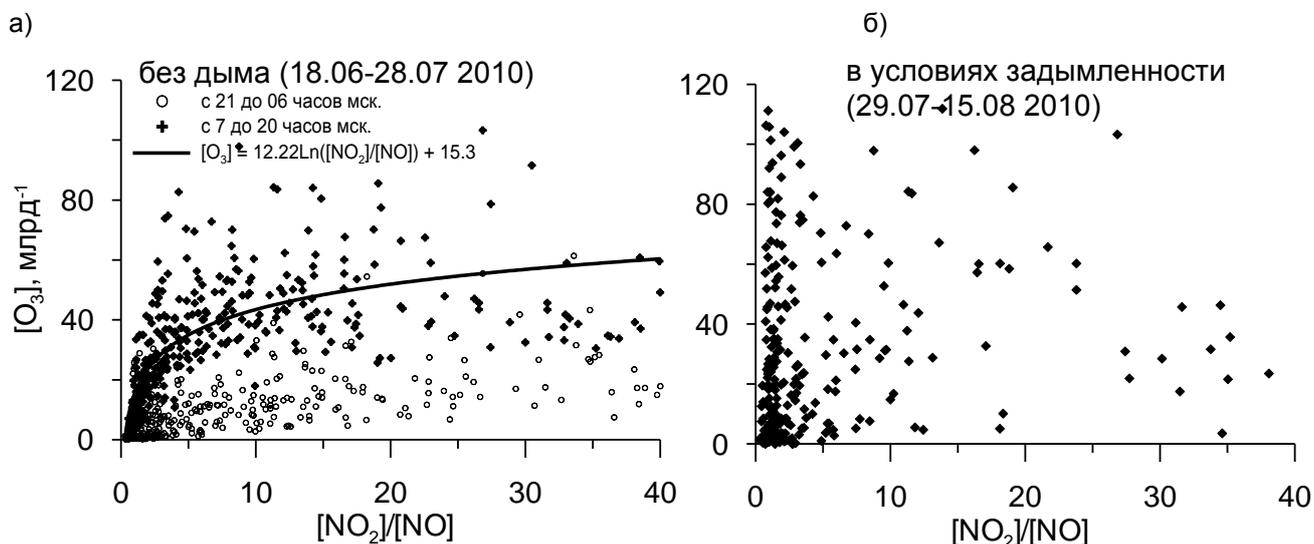


Рис 1 – Концентрация озона в зависимости от соотношения $[NO_2]/[NO]$ в период аномальной жары летом 2010 г.

Однако использование этого уравнения становится невозможным в экстремальных условиях. В период с 29.07 до 15.08 Москва находилась в плотной дымовой завесе от лесных и торфяных пожаров. В этом случае даже при малой величине отношения $[NO_2]/[NO]$ отмечаются высокие концентрации озона, которые могут превосходить 100 ppb при средних часовых максимальных концентрациях озона для лета 50-60 ppb.

Работа подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, грант 12-05-31471, Государственного контракта 14.515.11.0004.

Литература

1. Н.Ф. Еланский., И.И. Мохов, И.Б. Беликов, Е.В. Березина, А.С. Елохов, В.А. Иванов, Н.В. Панкратова, О.В. Постыляков, А.Н. Сафронов, А.И. Скороход, Р.А. Шумский. Газовые примеси в атмосфере над Москвой летом 2010 г. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2011. Т. 47. № 6. С. 729-738.
2. Gurjar B.R., Butler T.M., Lawrence M.G., Lelieveld J. // Atmos. Environ. 2008. V. 42. P. 1593–1606.
3. Han S., H. Bian, Y. Feng, A. Liu, X. Li, F. Zeng, X. Zhang. Analysis of the Relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China / Aerosol and Air Quality Research. 11: 128–139. 2011.

МЕЛКОДИСПЕРСНЫЕ ВЗВЕШЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

И.А. Серебрицкий.¹, С. Б. Фелицын.²

¹Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга

²ФГБУН Институт геологии и геохронологии докембрия РАН
serebr@kpoos.gov.spb.ru

В атмосферном воздухе крупного города во взвешенном состоянии содержатся частицы пыли размером от сотен микрон до десятых долей микрона. При этом к PM₁₀ относят содержащиеся в атмосферном воздухе взвешенные твердые частицы с аэродинамическим диаметром частиц менее 10 мкм, проходящие через референтный сепаратор для отбора частиц (с эффективностью разделения частиц диаметром 10 мкм 50%), а к PM_{2,5} - содержащиеся в атмосферном воздухе взвешенные твердые частицы с аэродинамическим диаметром частиц менее 2,5 мкм, проходящие через референтный сепаратор для отбора частиц (с эффективностью разделения частиц диаметром 2,5 мкм 50%).

В период с 2008 по 2012 год был проведен ряд работ по определению минерального состава пыли фракции PM₁₀ и содержания в ней тяжелых металлов и полиароматических углеводородов во, как наиболее опасных для человека компонентов.

В 2008 г. изучено содержание токсичных металлов, полиароматических углеводородов и общего углерода в 38 фильтрах, полученных на 8-ми станциях. В 2010 г. изучен состав минеральных частиц различной крупности городской пыли центральных районов Санкт-Петербурга. В 2011 г. изучено содержание металлов в городской пыли фракции PM₁₀ на фильтрах 14-ти стационарных станций.

Изучение вещественного состава взвешенных частиц в 2007-2012 гг. показало, что определяющий вклад в общий состав фракций PM₁₀ и PM_{2,5} Санкт-Петербурга вносят частицы алюмосиликатного состава, среди минералов преобладают кварц, калиевые полевые шпаты и слюды различного состава (преимущественно биотит), составляющие от 80 до 95 % общей массы данной фракции. Частицы алюмосиликатного состава, сплавов на основе меди и железа и другие твердые частицы часто покрыты пленкой с высоким содержанием углерода и сульфатов. Обнаружены частицы сульфатов бария и цинка, хлоридов свинца и меди.

Результаты изучения вещественного состава взвешенных мелкодисперсных частиц (PM₁₀) атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге позволяют сделать следующие выводы:

1. Основным компонентом (80-90% масс) в составе частиц пыли PM₁₀ в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга являются алюмосиликатные минералы, аналогичные входящим в состав гранитоидов.

2. Концентрации техногенных загрязнителей (включая элементы 1-го класса опасности) в составе PM₁₀ в 10-1 000 раз превышают содержания тех же элементов в гранитоидах. Практически все техногенные загрязнители концентрируются в части, составляющей около 10% от общей массы пылевых частиц PM₁₀.

3. Значительная часть легкорастворимых соединений металлов присутствует в составе PM₁₀ в виде сульфатов.

Полученные результаты показали актуальность определения содержания металлов, а также других органических и неорганических загрязняющих веществ, присутствующих в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга в виде мелкодисперсных частиц в рамках государственного мониторинга атмосферного воздуха на станциях АСМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ МОСКВЫ

Н.О. Плауде, Е.А. Стулов, Е.В. Сосникова, И.П. Паршуткина, Н.А. Монахова
ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория, г. Долгопрудный Моск. обл.
stulov_E@yahoo.com

В последние 10 лет все более осознается роль аэрозоля как значительной составляющей загрязнения атмосферы городов. Стандартный мониторинг атмосферного аэрозоля в России ограничивается определением общей массы взвешенных в воздухе веществ. В последние годы начинает внедряться измерение PM₁₀ и PM_{2,5} – суммарной массы частиц диаметром менее 10 и 2,5 мкм. Однако эти измерения не отражают присутствие в аэрозоле ультрамалых частиц (D<0,1мкм),

поскольку такие частицы дают незначительный вклад в массу аэрозоля. В то же время именно эти частицы наиболее глубоко проникают в дыхательные пути и ткани человека и представляют наибольший риск для здоровья. В интервале размеров частиц 0,1-1мкм также сосредоточена основная часть облачных ядер конденсации, обводняющихся при повышенной влажности атмосферы и инициирующих образование городского смога. В Германии детальным изучением ультрамалых частиц занимается специальная сеть из 14 наблюдательных станций. Аналогичная ситуация в Финляндии и других европейских странах. В России измерения малых аэрозольных частиц крайне малочисленны и носят эпизодический характер.

В Центральной аэрологической обсерватории в 1994 году были начаты систематические измерения концентрации частиц (в интервале диаметров частиц 0,01-100мкм) и конденсационных свойств атмосферного аэрозоля (облачных ядер конденсации и ледяных ядер), Измерения проводятся в 3км от Московской кольцевой автодороги к северу от Москвы в г.Долгопрудный.

В результате 17-летних измерений установлены характерные для региона концентрации атмосферного аэрозоля. По счетной концентрации частиц аэрозоля пригород Москвы занимает промежуточное положение среди городов Европы, будучи более загрязненным чем города Скандинавии, но чище таких промышленных городов как Рим и Барселона (Таблица 1).

Таблица 1. Средняя концентрация частиц атмосферного аэрозоля (N/cm^3) вблизи Москвы (2007-2011гг.) и в городах Европы (2001-2003гг. [1])

Города	Моск. обл. Долгопрудный	Аусбург	Барселона	Хельсинки	Рим	Стокгольм
Концентрация	22018	10222	39245	11009	43497	10325
Станд. откл.	13131	5446	34359	6270	23445	4682
Мин.	2802	2378	1141	1245	6601	2781
Макс.	97008	37337	175135	42524	139639	37279

Концентрация аэрозольных частиц субмикронных размеров в пригороде Москвы на порядок величины выше концентрации в сельских районах (Рис.1).

По типу распределения аэрозольных частиц по размерам пригород Москвы близок к промышленным районам мира (Рис.2).

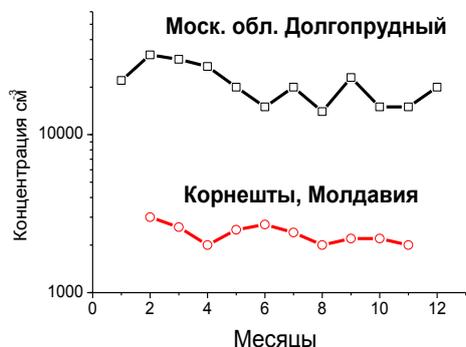


Рис.1. Среднемесячные концентрации субмикронных аэрозольных частиц в пригороде Москвы (Долгопрудный) и в сельской местности.

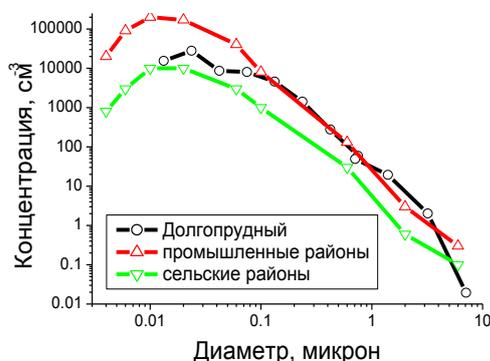


Рис.2. Распределение частиц по размерам в пригороде Москвы и в промышленных и с/х регионах мира (по Янике [2]).

Таблица 2. Концентрации аэрозольных частиц в cm^{-3} при ветрах со стороны Москвы N_1 ($135-225^\circ$) и с противоположного направления N_2 ($315-45^\circ$) в двух сезонах

Фракции аэрозоля, средний диаметр частиц, мкм	Январь-март			Апрель-июнь		
	N_1	N_2	N_1 / N_2	N_1	N_2	N_1 / N_2
0,0133 (0,0100-0,0178)	12408	11519	1,08	10249	10429	0,98
0,0237 (0,0178-0,0316)	18232	17323	1,05	13525	12528	1,08
0,0422 (0,0316-0,0562)	5226	5336	0,98	4025	3282	1,23
0,075 (0,0562-0,100)	5263	5347	0,98	4394	3202	1,37
0,133 (0,100-0,178)	2259	2127	1,06	2371	1444	1,64
0,237 (0,178-0,316)	561	469	1,20	652	375	1,74

0,422 (0,316-0,562)	104	80	1,31	121	66	1,83
0,75 (0,562-1,00)	22	16	1,36	25	14	1,83
1,4 (1,0-2,0)	0,395	0,274	1,44	0,693	0,523	1,33
3,2 (2,0-5,0)	0,081	0,064	1,27	0,227	0,247	0,92
7,1 (5,0-10,0)	0,002	0,003	0,83	0,009	0,014	0,64
ЛЯ, л ⁻¹	20,7	18,6	1,11	32,6	27,4	1,19
ОЯК, активные при пересыщениях $S \leq 0,25\%$	1235	755	1,64	887	460	1,93

Приносимые в пункт измерения со стороны Москвы аэрозольные частицы имеют размеры 0,04 – 1,4 микрон в весенне-летний период и 0,24-3,2 микрон зимой (табл. 2) [3]. Доля аэрозольных частиц Москвы в этих интервалах размеров составляет более трети зимой и до 45% в весенне-летний период, хотя в общей счетной концентрации аэрозоля она не превышает 8%. Вклад города в общую массу аэрозоля более значителен и в среднем за полугодие составляет 27%. Аэрозоль, поступающий от Москвы, содержит большое количество гигроскопических частиц. Концентрация облачных ядер конденсации, активных при пересыщении $S \leq 0,25\%$, в весенне-летний период при переносе от Москвы увеличивается в пункте измерений в два раза. Влияние Москвы на концентрацию льдообразующих частиц невелико.

Длительные периоды антициклональной погоды и возникающие при высоких температурах воздуха торфяные и лесные пожары в окружающих Москву областях увеличивают концентрации фракций аэрозольных частиц от 5 до 20 раз [4].

Таблица 3. Концентрации аэрозольных частиц в период до и во время лесных пожаров летом 2010г.

Период измерений	Концентрация частиц, см ⁻³			
	D>0,01 мкм	D=0,1-1 мкм	D>1 мкм	Облачные ядра конденсации
До пожаров 1.06-10.06	15553	1363	6,28	172
Во время пожаров 26.07-10.08	25793	6401	57,16	3034

Наиболее сильно возрастает в воздухе концентрация облачных ядер конденсации, что может приводить к образованию кислотного смога.

Литература

1. Aalto P. et al. Aerosol particle number concentration measurements in five European cities using TSI-3022 Condensation Particle Counter over a three-year period during health effects of air pollution on susceptible subpopulations. – J. of Air & Waste Management Association. 2005, Vol. 55, pp.1064-1076.
2. Янике Р. Проблемы распределения глобального аэрозоля. – Успехи химии. 1990, 59, 10, 1654-1675.
3. Плауде Н.О., Стулов Е.А., Монахова Н.А., Вычужанина М.В., Сосникова Е.В., Гришина Н.П. Влияние г.Москвы на характеристики атмосферного аэрозоля в Подмосковье. – Метеорология и гидрология, 2007, № 12, 35 – 43.
4. Паршуткина И.П., Сосникова Е.В., Гришина Н.П., Стулов Е.А., Плауде Н.О., Монахова Н.А. Характеристики атмосферного аэрозоля в аномальном летнем сезоне 2010 года в Подмосковье. «Метеорология и гидрология». 2011, № 6, 5-12.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ PM₁₀ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ И В ГОРОДАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРОПЫ

А.А. Глазкова.¹, И.Н. Кузнецова.¹, П.В. Захарова.²

¹ ФГБУ «Гидрометцентр России», Москва

² ГПБУ «Мосэкомониторинг», Москва

artamonova@mecom.ru

Проанализированы и установлены причины аэрозольных эпизодов (повышенных концентраций PM₁₀) в Московском регионе и в странах Центральной Европы. Обсуждаются сезонные особенности формирования высоких уровней взвешенных частиц с размером менее 10 мкм. Представлен типовой суточный ход концентрации (PM₁₀) в московском мегаполисе, полученный по данным наблюдений на сети «Мосэкомониторинг», а также средний суточный профиль PM₁₀ при распространении продуктов природных пожаров летом 2007 и 2010 гг. Проводится сравнение

среднего суточного хода PM_{10} в Москве с данными зарубежного мониторинга. Установлено, что аномалии в суточном ходе PM_{10} могут быть связаны с дальним переносом аэрозоля, а также с приближением и прохождением атмосферного фронта.

ФОРМИРОВАНИЕ ОСТРОВА ТЕПЛА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА И ЕГО СВЯЗЬ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

М. А. Битехтина¹, С. В. Михайлюта², А. А. Леженин³

¹Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В. Ф. Войно – Ясенецкого, Красноярск

²НП «Центр Прикладной Геоэкологии», Красноярск

³ИВМуМГ СО РАН, Новосибирск
mabitekhtina@gmail.com

В данной работе изучается изменение температурного режима территории, под влиянием ее урбанизации, на примере города Красноярск. Известно, что крупные города формируют свои микроклиматические условия, создают так называемый «остров тепла», когда температура воздуха в городе выше, чем в близлежащей не урбанизированной местности. В качестве источника данных о распределении температуры воздуха в г. Красноярске и в пригороде использовались данные метеостанции Красноярск (индекс ВМО #29570) и данные о профилях температуры над городом, получаемые при помощи профилемера МТП 5.

При изучении «острова тепла» ставились следующие задачи:

1. определение интенсивности «острова тепла» ΔT_{u-r} в г. Красноярске;
2. наблюдение сезонной и суточной динамики острова;
3. выделение различных типов суточной динамики интенсивности «острова тепла»;
4. выявление связи суточных типов с загрязнением атмосферного воздуха.

Результаты исследования показывают, что отличие средних значений температур на метеостанции и в центре города достигают 3 °С. Эта разница обусловлена более высокой частотой встречаемости температур в диапазоне от 20 °С на городской территории. Так, например, частота встречаемости температур выше 20 °С в городе составляет примерно 23 %, в то время как на метеостанции не превышает 9 %.

Температурные контрасты, порождаемые урбанизацией, меняются в течение года от сезона к сезону, а так же имеют выраженный суточный ход. В зимнее время разность температур в городе и на метеостанции больше, чем в летнее, вероятно на это влияет значительная теплоотдача зданий, работа ТЭЦ и теплые выхлопные газы автотранспорта.

Можно выделить четыре типа суточной динамики интенсивности «острова тепла»:

1. Остров формируется и нарастает к вечеру. Именно такое развитие острова тепла встречается чаще всего. При этом интенсивность острова преимущественно принимает значение 4 – 5 °С, но может достигать и 8 °С, что нередко наблюдается в зимний период. При таком развитии «острова тепла» возможны случаи формирования на территории города «острова холода», при которых температура на урбанизированной территории в предутренние часы повышается медленнее (рис. 1).
2. Разность температур в городе и за городом практически не меняется в течение суток (рис. 2).
3. Остров не формируется – кривые температур в городе и за городом отличаются незначительно, часто пересекаются друг с другом.
4. Остальные случаи, представляющие собой комбинацию перечисленных групп, связанные с изменением метеорологических условий в течение дня.

В большинстве случаев можно видеть, что городская застройка сглаживает резкие колебания температуры, благодаря большой теплоемкости. В зимний и в летний сезон встречаются все четыре типа поведения «острова тепла» на территории города, но реализуются они с различной частотой и в различных метеорологических условиях. В летнее время наиболее часто реализуется динамика ΔT_{u-r} по первому типу, сопровождаемая безветренной и ясной погодой. В случае похолодания, связанного с прохождением атмосферного фронта, сильным ветром и выпадением ливневых дождей, реализуется второй тип динамики «острова тепла», когда температуры в городе и за городом идут параллельно друг другу. При такой погоде нередко вечерами наблюдается туман. При малых скоростях ветра и пасмурной погоде, которая может сопровождаться незначительными осадками, температуры в городе и пригороде практически не отличаются друг от друга (третий тип «острова тепла»). Для 2011 года в летние месяцы первый тип динамики «острова тепла» наблюдался в 37 % случаев, второй тип – в 34 %, третий тип – в 25 % случаев.

В начале осени на территории города часто встречается первый тип динамики ΔT_{u-r} , сопровождаемый слабым ветром. Поздней осенью и в зимний период сильные ветра или осадки либо

выравнивают температуры в городе и пригороде, либо формируют «остров тепла» по второму типу с незначительной интенсивностью (1-3 °С), которая сохраняется весь период ветра или осадков. Так же второй тип динамики встречается и в безветренную погоду, но на этот раз разность температур в городе и за городом составляет 5-8 °С, часто возникают туманы и дымка. Для 2011 года с октября по декабрь период первый тип динамики «острова тепла» наблюдался в 13 % случаев, второй тип – в 64 %, третий тип – в 6 % случаев.

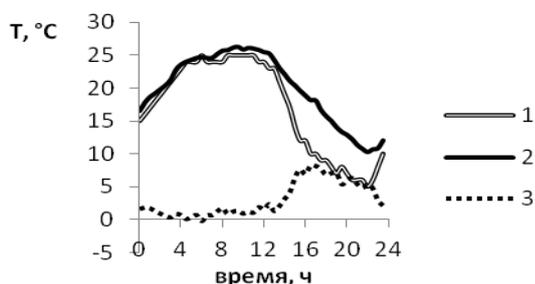


Рис. 1. Суточная динамика интенсивности "острова тепла" по первому типу.
1 – температура за городом, 2 – температура в городе, 3 – ΔT_{u-r} .

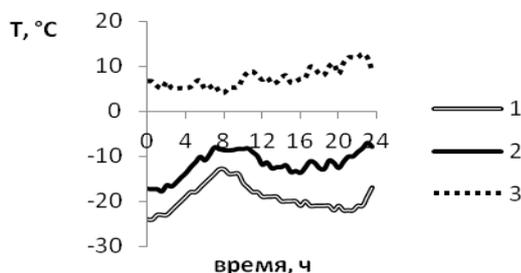


Рис. 2. Суточная динамика интенсивности "острова тепла" по второму типу.
1 – температура за городом, 2 – температура в городе, 3 – ΔT_{u-r} .

Как известно, загрязнение атмосферного воздуха и формирование «острова тепла», тесно связано с метеорологическими условиями, формируемыми на территории города и, в частности, с вертикальным профилем температуры. И в том, и в другом случае, важную роль играет скорость ветра. При высоких скоростях ветра следует ожидать и вертикального перемешивания атмосферы, и интенсивного горизонтального обмена воздушных масс, и низкого уровня загрязнения воздуха. И наоборот, отсутствие ветра должно приводить к накоплению примесей в атмосфере и к формированию интенсивного острова тепла, что дополнительно может сопровождаться инверсным распределением температуры над городом. Следовательно, должна наблюдаться согласованность в формировании инверсионного распределения температур над городом и определенным типом суточной динамики ΔT_{u-r} .

Действительно, в летние месяцы первый тип суточной динамики ΔT_{u-r} в 82 % случаев сопровождается ночными радиационными инверсиями, преимущественно начинающимися с высоты 50 метров. В данный период следует ожидать высоких уровней загрязнения в утренние часы, после разрушения инверсионного слоя, и в вечернее время, когда снижается скорость ветра и усиливается устойчивость атмосферы [1, 2]. «Остров тепла» по второму и третьему типу в 50 % случаев сопровождаются ночными инверсиями.

В осенние месяцы остров тепла по первому типу в 95 % случаев сопровождается ночными инверсиями, интенсивность которых при неизменных условиях возрастает изо дня в день. Остров тепла по второму типу в 1/3 всех случаев сопровождается инверсиями.

В зимние месяцы преимущественно наблюдается второй тип динамики острова тепла, причем в ноябре в 35 % случаев он сопровождается инверсией, а в декабре в 68 % наблюдается инверсия, которая может сохраняться несколько дней. В это время так же следует ожидать существенного увеличения уровня загрязнения атмосферного воздуха, как было показано нами в работах [1, 2].

Литература:

1. Битехтина М. А., Михайлюта С. В., Леженин А. А., Тасейко О. В. Эволюция пограничного слоя и особенности загрязнения атмосферы города// Вестник КемГУ, 2012, №4 (52), т.2, стр. 142-147.
2. Хлебопрос Р. Г., Тасейко О. В., Иванова Ю. Д., Михайлюта С. В. Красноярск. Экологические очерки. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 130 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА, В ГОРОДАХ-КУОРТАХ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Г.Х. Бадахова

Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Ставрополь
badahovag@mail.ru

Кавказские Минеральные Воды – уникальный эколого-курортный особо охраняемый регион России, занимающий ведущее место в экономике страны по таким отраслям как курортно-бальнеологическая индустрия, индустрия туризма, отдыха и спорта. Сохранение экологического состояния окружающей среды региона является исключительно важной современной проблемой, что предполагает необходимость экологического мониторинга, результаты которого позволят при необходимости своевременно принять меры по сохранению бесценной и уникальной природы Кавказских Минеральных Вод (КМВ) и обеспечению эффективной деятельности эколого-курортного региона.

Одним из важнейших экологических показателей для любого региона является качественное состояние его воздушного бассейна. Для курортного региона этот показатель важен вдвойне.

В целом над территорией региона Кавказских Минеральных Вод преобладают континентальные воздушные массы умеренных широт. В течение всего года над регионом преобладает широтная циркуляция. Средняя по территории (кроме Кисловодска и окрестностей) годовая повторяемость восточных ветров составляет 39.5 %, западных – 19.7 %, северных – 2.8 %, южных – 1.0 %. Таким образом, повторяемость широтно направленных ветров в 15 раз выше повторяемости ветров, ориентированных меридионально. Особенно хорошо выражена широтная циркуляция в холодное полугодие. В широтно ориентированных долинах предгорий, повторяемость ветров восточной составляющей превышает 50 %. В меридионально ориентированных горных долинах и на предгорных равнинах преобладают ветры с южной составляющей и сравнительно небольшой скоростью. В Кисловодске зимой наиболее часто дуют южные ветры, являющиеся для него фёновыми, на них приходится треть дней с ветром за зиму. Повторяемость восточных и западных ветров – 2 и 7 % соответственно. Атмосферной циркуляции весеннего периода свойственна большая изменчивость синоптических процессов и быстрая смена воздушных масс. В конце весны – начале лета увеличивается повторяемость процессов западной адвекции. В летний период циркуляция воздушных масс ослаблена. Погода в основном формируется за счет трансформации воздушных масс в медленно движущихся азорских и арктических антициклонах. Воздушные потоки западной четверти горизонта наблюдаются более чем в 40 % дней в степной части региона. В предгорных районах вследствие неравномерного нагрева приземного воздуха над различными формами рельефа возникает местная циркуляция. Повторяемость западных потоков летом составляет здесь 18 %. В Кисловодске летом наибольшую повторяемость – 55 % – имеют нисходящие фёновые ветры южной составляющей, обусловленные, как правило, прохождением циклона к северу от хребта и усилением южного переноса при прохождении теплого сектора циклона.

Повторяемость циклонов и антициклонов изменяется над территорией КМВ по сезонам в довольно широких пределах, причем в летний период повторяемость циклонов выше. В летние месяцы, в связи с дивергенцией в верхней тропосфере над континентом и убылью массы воздуха, атмосферное давление над территорией всего края несколько ниже, чем зимой. В целом для теплого периода характерна также общая размытость барических полей и уменьшение горизонтальных градиентов давления, следствием чего является некоторое снижение скоростей ветра.

Средняя годовая скорость ветра в регионе в целом невысока и варьирует от 1.6 м/с в Кисловодске до 3.5 м/с в Минеральных Водах. На севере региона наиболее сильные ветры дуют весной (3.7 м/с), в осенне-зимний период ветры слабее – 3.5 м/с. В летний период ветры неустойчивы по направлению, скорость их наименьшая в году – 3.3 м/с. Такой годовой ход характерен и для равнинных районов края (рис.1). В районе Кисловодска годовой ход выражен не очень сильно и внутригодовое распределение среднесуточных скоростей ветра несколько иное. Здесь, определенно, весенне-летний период более ветренный, чем осенне-зимний. Средняя скорость ветра весной – 1.8 м/с, летом – 1.7 м/с. Осенью средняя скорость ветра 1.4 м/с, зима – самый тихий сезон в Кисловодске, со средней скоростью ветра 1.3 м/с. На севере региона ежегодно фиксируется около 30 дней с сильным ветром, на юге – около 15.

Штилевая погода в целом нехарактерна для региона. В Минеральных Водах за год обычно фиксируется лишь 5 дней со средней скоростью ветра менее 1 м/с. К югу эта цифра несколько возрастает, а в Кисловодске, благодаря особенностям рельефа, ежегодно отмечается более 100 безветренных дней.

Режим атмосферной циркуляции определяет условия накопления и переноса загрязнений в воздушном бассейне региона. Так, преобладание восточных ветров в течение всего года, и особенно в холодный период, делает города региона уязвимыми для атмосферных загрязнений, поступающих с автомобильных трасс и промышленных предприятий, расположенных восточнее этих городов. Наиболее безопасным для Минеральных Вод, Пятигорска, Железноводска, Ессентуков является южное или юго-западное расположение промышленных предприятий относительно территории города. Для Кисловодска, напротив, наличие загрязнений воздуха к югу или юго-востоку от города является наиболее потенциально опасным, так в городе преобладают ветры этих направлений. Однако, несмотря на то, что суммарная повторяемость северных и северо-восточных ветров в Кисловодске 24 %, они все же успевают доставить в город-курорт некоторое количество загрязненного воздуха предгорной зоны, отягощенной пылью и другими примесями, полученными с восточным переносом. Принесенные таким образом примеси надолго остаются в воздушном бассейне города вследствие высокой повторяемости штилей и слабого ветра, и обуславливают неожиданно, казалось бы, высокий уровень загрязнения.

Наилучшие условия для накопления загрязнений в воздухе складываются в ночное время, с 21 до 06 ч, оптимальные условия для их рассеивания – с 12 до 15 ч. Эти сроки непременно должны учитываться предприятиями, осуществляющими выбросы в атмосферу.

Наибольшее влияние на уровень загрязнения воздушного бассейна в городе и его окрестностях оказывает скорость ветра. Помимо адвективного притока, непосредственно зависящего от скорости ветра, на изменение концентрации примеси во времени в воздушном пространстве города существенное влияние оказывает турбулентный поток примеси, также тесно связанный со скоростью ветра. В городе вследствие застройки, насаждений происходит ослабление скорости ветра. Известно, что относительное ослабление скорости ветра в городе при слабом и умеренном ветре больше, чем при сильном. Для КМВ характерны именно слабые и умеренные ветры: средние скорости ветра составляют от 1.5 м/с в Кисловодске до 3.8 м/с в Минеральных Водах. К тому же в Кисловодске, благодаря особенностям рельефа, ежегодно отмечается более 100 безветренных дней.

Условия для вымывания примесей из атмосферы складываются на КМВ по-разному. Хотя годовое число дней с осадками в районе Минеральных Вод и в районе Кисловодска примерно одинаково (119 и 128 соответственно), но на севере региона наиболее редко условия для вымывания примесей из атмосферы складываются во второй половине теплого периода (июль – октябрь), в Кисловодске – в холодный период (с октября по март), т.е. именно тогда, когда работают котельные.

Вышеприведенные цифры получены в результате анализа метеонаблюдений за 1961-2010 гг. Сравнение их с климатическими данными, содержащимися в Справочнике по климату СССР и основанными на метеонаблюдениях до 60-х годов XX в., показывает, что произошло заметное снижение средних скоростей ветра в регионе. Так, средняя скорость ветра в весенние месяцы снизилась на 1.1 м/с, в летне-осенний период – на 0.8 м/с, в зимний период – на 0.5 м/с. Данные метеонаблюдений первых двенадцати лет XXI в. показывают, что имеет место дальнейшее снижение средних скоростей ветра, а повторяемость сильных ветров снизилась практически вдвое и составила в среднем за этот период 15 дней в году в Минеральных Водах и 6 дней в Кисловодске. Наряду с изменением ветрового режима следует отметить устойчивую тенденцию уменьшения числа дней с осадками, что означает снижение повторяемости явления вымывания дождями примесей в атмосфере. Увеличение повторяемости антициклонов приводит к более частому накоплению примесей в нижних слоях атмосферы. Анализ графиков многолетнего хода вышеперечисленных параметров показал, что, несмотря на наличие существенных вариаций, имеют место четко выраженные тренды их изменения в указанных направлениях. Для оценки устойчивости тренда использовались элементы фрактального анализа, в частности, рассчитывался показатель Херста, характеризующий персистентность временного ряда:

$$H = \lg(R/\sigma) / \lg(n/2),$$

где R – размах отклонения значений метеопараметра от среднего значения в рассматриваемом ряду ($x_{n \max} - x_{n \min}$), σ – среднее квадратическое отклонение, n – длина (число лет) временного ряда.

Для анализируемых временных рядов были получены значения показателя Херста $H = 0.63 - 0.84$, это означает, что анализируемый временной ряд является персистентным (трендоустойчивым) и обладает долговременной памятью.

Наблюдаемое изменение климатических характеристик в совокупности с увеличением антропогенных нагрузок на окружающую среду позволяет говорить о более частом формировании условий для накопления загрязнений в воздушном бассейне региона, следовательно, об ухудшении экологической обстановки на Кавказских Минеральных Водах и о необходимости принятия адекватных мер для компенсирования негативного антропогенного влияния на природную среду курортного региона.

Литература

1. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Современный режим региона Кавказских Минеральных Вод // М.: Метеоспектр, 2005. № 3. С. 99-107.

- Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л., Кравченко Н.А. Климатологический анализ и прогноз условий распространения примесей в воздушном бассейне Кавказских Минеральных Вод// Москва: «Естественные и технические науки», 2009. № 4. С. 241-246.
- Бадахова Г.Х., Калов Х.М., Пачев О.М., Шугунов Т.Л., Шугунов Л.Ж. Результаты анализа и прогноза температуры воздуха и количества осадков в различных зонах Ставропольского края с использованием стохастических моделей. Труды ВГИ, 2010, вып. 96, с. 78-83.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ В ГОРОДАХ

М.С.Загайнова

*Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова
labzag@main.mgo.rssi.ru*

В течение последних 10 лет в городах России отмечен рост концентраций формальдегида в атмосфере, что не может быть объяснено выбросами данного вещества, которые невелики, и по данным Ежегодника выбросов [1] в 2009 году в целом по России они составили 1660 тонн. По всем городам Европейской территории России до 2008 года средняя концентрация формальдегида возросла на 12%, до 2009 года — на 30%. В статье Безуглой [3] сказано, что глобальное потепление атмосферы приводит к изменению скорости химических реакций в атмосфере и соответственно к повышению химической активности атмосферного воздуха. Даже в городах, где отсутствуют выбросы формальдегида, он отмечается в концентрациях существенно превышающих ПДК. По результатам ежедневных наблюдений в Белоярском, Ханты-Мансийске и Радужном была показана зависимость концентраций формальдегида от температуры воздуха. Коэффициенты корреляции составили 0,6–0,76. Чем выше температура воздуха, тем интенсивнее протекают химические реакции, и возрастает концентрация формальдегида. Формирование высоких концентраций формальдегида происходит при наличии метана и других углеводородов в цепи последовательных реакций с участием оксидов азота, оксида углерода, озона и других веществ [5]. При этом концентрация формальдегида всегда минимальна зимой и заметно увеличивается летом. В 2010 году наблюдалась аномально жаркая погода в летние месяцы, когда температура воздуха резко возросла, и это позволило выполнить изучение влияния температуры воздуха на формирование уровня загрязнения формальдегидом на большом эмпирическом материале и ответить на вопрос возможности прогнозирования средних за месяц концентраций этой примеси в летнее время при повышении температуры.

В ходе исследований были использованы результаты наблюдений концентрации формальдегида и температуры воздуха в городах России, расположенных в разных климатических условиях за летние месяцы (июнь-август) за период более 10 лет. Была выявлена довольно тесная связь между концентрацией формальдегида и температурой в большинстве городов ЕТР, коэффициенты корреляции составили 0,5-0,8.

Различия в степени роста концентрации формальдегида существенно зависят от уровня загрязнения воздуха этой примесью в данном городе, так например, в городах с низким уровнем загрязнения воздуха при изменении температуры воздуха на пять градусов концентрация формальдегида будет возрастать на 2–4 мкг/м³, и на 6–10 мкг/м³ — при высоком. Наличие тесной связи между температурой воздуха и концентрацией формальдегида показывает природное образование формальдегида в результате фотохимических реакций, происходящих в загрязненной атмосфере городов. Нет необходимости изыскивать источники выбросов формальдегида, их может быть очень мало. Для уменьшения уровня загрязнения воздуха этим веществом необходимо общее снижение промышленных выбросов.

Литература

- Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов и регионов Российской Федерации за 2009 год. / Под ред. канд. физ.-мат. наук В.Б. Миляева. ОАО «Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха Санкт-Петербурга, 2010. — 560 с.
- Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2010 г. — Санкт-Петербург, 2011. — 224 с.
- Безуглая Э.Ю., Воробьева И.А., Ивлева Т.П., Махоткина Е.Л., 2008. Потепление как возможная причина повышения химической активности атмосферного воздуха городов. — Труды ГГО, вып. 557, с. 159-183.
- Безуглая Э.Ю., Воробьева И.А., Ивлева Т.П., 2008. Химическая активность атмосферы на территории России. — Труды ГГО, вып. 559, с. 121-133.
- Безуглая Э.Ю., Воробьева И.А., Полуэктова М.В., 2010. Исследование химических процессов в атмосфере по данным мониторинга в городах. — Труды ГГО, вып. 561, с. 164-184.

ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В г. ВЛАДИКАВКАЗ

С.М. Карлова
Северо-Осетинский ЦГМС, г. Владикавказ
lmzos@mail.ru

Программа наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в г. Владикавказ Северо-Осетинского ЦГМС в настоящее время включает два поста федерального значения. Оба поста находятся на левом берегу р. Терек. На протяжении 10 лет (с 1994 по 2004 годы) по договору с Министерством охраны природы Республики Северная Осетия – Алания велись наблюдения еще на двух стационарных постах и шести маршрутных по всему городу, включая правобережную часть города. Следует отметить, что согласно нормативам в г. Владикавказ необходимо иметь 4 стационарных поста. Решение о дополнительных постах было связано с тем, что на территории города (на правом берегу р. Терек) находится металлургическое предприятие ОАО «Электроцинк», которое выбрасывает в атмосферу диоксид серы, тяжелые металлы и другие вещества уже на протяжении 110 лет. На правом берегу находятся почти все промышленные предприятия, а также густая сеть маршрутов автотранспорта г. Владикавказ.

По результатам наших наблюдений на маршрутных постах уровень загрязнения в городе в 1994-2004 гг. был в 1,5 – 2 раза выше, чем на стационарных постах федеральной программы. Согласно индексам загрязнения атмосферы (ИЗА) уровень загрязнения относился к категории «повышенный», а на отдельных постах – «высокий». Максимальные концентрации диоксида серы и оксида углерода достигали в отдельные дни 5 ПДК. Высокие концентрации наблюдались не только в районе, близком к промышленным предприятиям, но и в жилых районах с большой загруженностью автотранспортом.

В настоящее время на двух постах, находящихся в левобережной части города, наблюдается тенденция на повышение уровня загрязнения по диоксиду азота. По диоксиду серы наметилась небольшая тенденция на понижение уровня загрязнения. По остальным ингредиентам отмечается стабильная тенденция на понижение уровня загрязнения (рис.1).

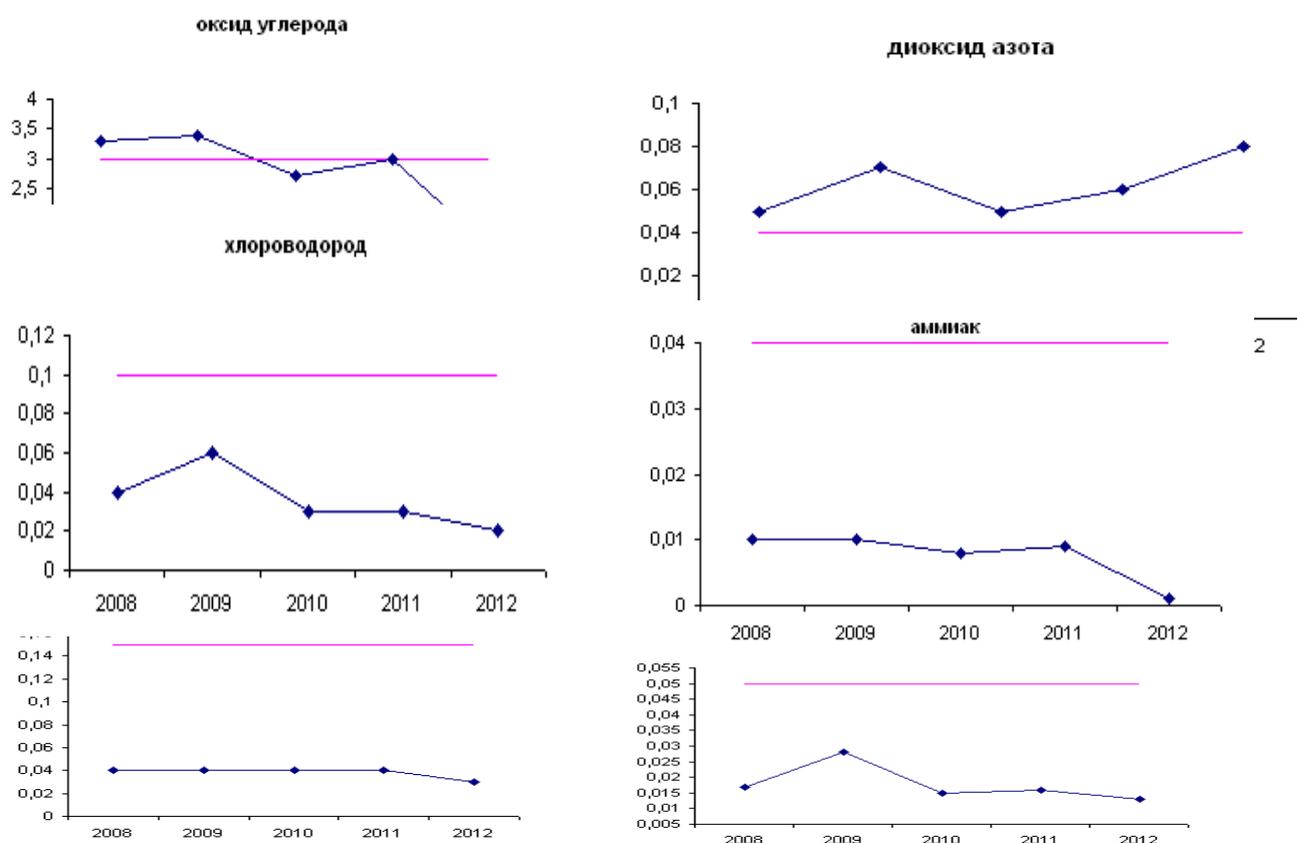


Рис.1 Динамика изменения среднегодовых концентраций (мг/м³) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Владикавказ за период 2008-2012гг.

Среднегодовые концентрации *хрома, марганца, никеля, железа, цинка и свинца* ниже уровня ПДК. Среднегодовая концентрация меди составляет 1,6 ПДК, концентрация *бенз(а)пирена* - 1,7 ПДК. На первый взгляд можно сказать, что ситуация вполне благоприятна, если не учитывать тот момент, что наблюдения ведутся только в селитебной зоне города. С 2004 года нам не известно, как меняется уровень загрязнения в жилой зоне, подверженной влиянию промышленных предприятий, прерван десятилетний ряд наблюдений в Промышленном районе г. Владикавказ. Однако отсутствие данных не дает нам полной уверенности в том, что состояние окружающей среды достаточно благоприятно для жителей города.

В настоящее время важно контролировать качество атмосферного воздуха, атмосферных осадков, поверхностных вод и почв, т.к. принятые федеральная и региональная программы развития рекреационной зоны Республики Северная Осетия-Алания обуславливают особые жесткие требования к уровню загрязнения окружающей среды.

Загрязнение почв в г. Владикавказ тяжелыми металлами вызывает большую озабоченность общественности. По данным Минприроды РСО-Алания 1999 года [1] концентрации подвижных форм свинца в почве города достигали 5 ПДК, меди - 7,8 ПДК, кадмия – 40 ПДК, цинка – 26 ПДК. Было установлено, что содержание подвижных форм со временем немного уменьшается, а валовых увеличивается. Некоторые металлы (цинк) отличаются большей подвижностью и вымываются из почвы, а другие менее подвижны (кадмий), что может быть связано с формой нахождения металла в почве и кислотностью среды.

В 2012 году Роспотребнадзором в РСО-Алания, Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов РСО-Алания и нами проводилось исследование снежного покрова г. Владикавказ на содержание тяжелых металлов. Очевидно, что при наличии металлургического предприятия, большая часть свинца, цинка, кадмия и меди попадает на поверхность почвы с осадками. Попав в почву, они могут проникать в растения и оказывать отрицательное влияние на процессы метаболизма, а также приводят к загрязнению токсикантами последующих звеньев пищевой цепи, в конечном итоге попадая в организм человека, что вызывает тяжелые отравления и болезни.

Климатические и географические особенности расположения г. Владикавказ (такие как, низкие скорости ветра, склонность к штилям, большая влажность воздуха, образование туманов в весенний и осенний периоды) приводят к накоплению загрязняющих веществ и образованию аэрозолей. При накоплении диоксида серы, окислов азота, оксида углерода, бенз(а)пирена, металлов наиболее подвержены аллергическим реакциям и бронхиальной астме дети.

В г. Владикавказ по данным Роспотребнадзора РСО-Алания [2] болезни органов дыхания занимают первое ранговое место среди причин болезней в первую очередь у детей, а также у взрослого населения города.

В развитии болезней костно – мышечной системы большую роль играет свинцовое загрязнение среды обитания, в результате выбросов промышленных предприятий города и содержания солей свинца в почвах республики. Свинец замещает в костях кальций, способствуя его вымыванию, тем самым увеличивая заболеваемость опорно – двигательного аппарата, способствует развитию остеопороза. Данные подтверждены результатами биомониторинга, проводимого для детей и беременных женщин Промышленного муниципального округа г. Владикавказа в 2010-2012 г.г. Среднее содержание свинца в крови по результатам обследования 180 беременных женщин составило 2,5 мкг/дцл (в крови беременных желательное полное отсутствие солей тяжелых металлов, а по рекомендациям ВОЗ – не более 1 мкг/дцл).

Средняя концентрация свинца в крови детей, посещающих детские учреждения в пределах расчетной санитарно - защитной зоны ОАО «Электроцинк» в 2011 году составляла 12,93 мкг/дцл. Максимальная концентрация свинца в крови была на уровне 43 мкг/дцл. По данным ВОЗ, концентрация в 10 мкг/дцл, вызывает нарушения в сторону снижения интеллекта среди детей, повышения заболеваемости верхних дыхательных путей, системы кровообращения, нервной системы, мочеполовой системы и др.

При наличии свинца в крови у детей и беременных женщин, превосходящих рекомендованные ВОЗ цифры, можно предположить, что у всего населения г. Владикавказа и некоторых районов республики также будут наблюдаться те или иные концентрации свинца в крови, которые будут приводить к специфическим нарушениям в состоянии здоровья.

Результаты санитарно-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр санитарно-эпидемиологического надзора в Республике Северная Осетия – Алания указывают на необходимость проведения более тщательного подхода к проведению мониторинга загрязнения окружающей среды: контролю за химическим составом атмосферных осадков, атмосферного воздуха, почвы. Обязательным условием является организация наблюдений еще на двух стационарных постах в районе промышленных предприятий г. Владикавказ с проведением контроля за тяжелыми металлами, бенз(а)пиреном и газовыми примесями.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды и деятельности министерства охраны окружающей среды Республики северная Осетия-Алания в 1999 году».
2. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Северная Осетия-Алания в 2012 г.»

ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА

А.П.Соболевская

ФГБУ «Северное УГМС», г. Архангельск

nordcms@arh.ru

Город Череповец является крупнейшим промышленным центром Северо-западного региона. На территории города расположены крупные предприятия металлургической (ОАО «Северсталь», ОАО «Северсталь-Метиз»), химической промышленности (ОАО «ФосАгро-Череповец»), энергетики (МУП «Теплоэнергия»), производства машин и оборудования (ООО «ССМ-Тяжмаш»), обработки древесины (ЗАО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат»). Все предприятия расположены вблизи или в черте города, кроме промплощадки ОАО «Аммофос», входящего в состав ОАО «ФосАгро-Череповец».

По данным наблюдений уровень загрязнения атмосферы в г. Череповец оценивается как высокий. Загрязненность воздушного бассейна города не могла не вызывать озабоченности жителей города и органов власти.

В 1992 году в г.Череповец под руководством доктора технических наук, профессора Политехнического института Малыгина Л.Л. был разработан проект создания в городе автоматического контроля за загрязнением атмосферного воздуха. Предполагалось, что с внедрением и развитием этой системы будет возможно получать фактические данные о качестве атмосферного воздуха через каждые 20 минут. А главное, с помощью специальной программы появиться возможность выявления источников выбросов. При поддержке городской администрации комитетом по экологии были приобретены три автоматические станции, оснащенные приборами для отбора проб воздуха. Станции поставлялись фирмой АТМОН (г.Санкт-Петербурге) и первоначально предназначались для использования в рабочей зоне промышленных предприятий в качестве индикаторов.

Установив павильоны с приборами согласно разработанной схеме размещения, специалисты комитета по экологии пытались запустить в действие автоматическую систему в течение 3 лет. Это оказалось не простым делом. В 1995 году администрацией города было принято решение о передаче автоматической системы наблюдения за загрязнением воздуха (АСКЗА) в ведомство Гидрометеослужбы, а именно ГМБ Череповец. При этом финансирование содержания группы по обслуживанию АСКЗА и развитие работ по мониторингу загрязнения осталось за мэрией города.

Практическая работа ГМБ Череповец началась с проверки приборов АСКЗА. Автоматические газоанализаторы оказались несовершенными, поставленные задачи с ними выполнить было невозможно. Поэтому приборы типа «Сирена» пришлось модернизировать в том числе и на заводе-изготовителе. Каждая модернизация заканчивалась поверкой во ВНИИМ им.Д.И.Менделеева (г.Санкт-Петербург). Через год они снова заняли места в павильонах.

Однако, одно дело проверить приборы в стационарных условиях, другое – практическое использование их в ежедневной работе. Шаг за шагом устранялись неполадки при заборе воздуха, устаревшая мини-АТС, прямые линии связи были заменены модемной связью по телефонной линии, совершенствовались программное обеспечение. Квалифицированную помощь по данному вопросу оказывало ФГБУ «ГГО». В ежедневной работе огромную помощь оказывал переносной генератор газовых смесей, изобретенный руководителем лаборатории мониторинга неорганических газов ФГБУ «ГГО» Вольбергом Н.Ш. С его помощью была получена возможность контролировать правильность результатов измерений как автоматических, так и станций «ручного» отбора проб. И наконец, летом 1999 года приборы «задышали».

Пожары в июле-августе 1999 года, когда дым заволакивал город, показали, что автоматические приборы и «ручные» методы анализа проб воздуха дают сопоставимые значения по оксиду углерода, диоксиду азота, сероводороду и т.д. Данные наблюдений почти ежечасно требовались по запросу в мэрию города. Это была первая и большая победа.

Дальше началась настоящая исследовательская работа. Проводилась она в лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха ГМБ Череповец. Специалисты лаборатории не только выполняли государственное задание в части мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, но и по заданию администрации города проводили расширенные параллельные наблюдения с анализом результатов. Это помогло устранить некоторые недостатки в использовании автоматических газоанализаторов и добиться сопоставимости результатов наблюдений, полученных на станциях ручного отбора и автоматических.

Система автоматического контроля прошла проверку на соответствие стандартам ФГБУ «ГГО» и ВНИИМ им.Д.И.Менделеева. По результатам таких проверок в 1999 году Северное УГМС приняло решение об использовании данных наблюдений за загрязнением атмосферы в информационных документах.

Таким образом, в Череповце был организован единый мониторинг загрязнения воздуха, в котором используются данные, как постов дискретного отбора, так и АСКЗА. Это полностью соответствовало требованиям проведения в городе единого экологического мониторинга, задача которого состояла не только в наблюдении за загрязнением атмосферного воздуха, но и в реализации мероприятий по охране и оздоровлению окружающей среды. Выполнение поставленных задач проводилось в рамках мероприятия «Реконструкция и модернизация системы городского экологического мониторинга» ФЦП «Оздоровление окружающей среды и населения города Череповец на 1997-2010г.г.», утвержденной постановлением Правительства РФ от 03.10.1996г. № 1161.

В настоящее время система состоит из 4 стационарных постов с дискретным режимом отбора проб, 5 автоматических станций и диспетчерского пункта для сбора информации. Контролируются промышленные выбросы по 18 примесям, на АСКЗА по 5: оксиду углерода, диоксиду азота, сероуглероду, сероводороду, аммиаку. Режим работы АСКЗА круглосуточный. Замеры производятся каждые 20 минут. Оператор центра обработки информации (ЦОИ) в любой момент и в любое время суток может связаться со станциями, просмотреть результаты замеров.

Данные атмосферного мониторинга и метеорологические наблюдения широко используются и в системе социально-гигиенического мониторинга города (часть той же ФЦП). В настоящее время сформированы базы данных, позволяющие проводить анализ и оценку влияния атмосферного загрязнения на здоровье населения. Для предотвращения или снижения вредного действия атмосферного загрязнения на организм человека разработаны рекомендации, позволяющие принимать управленческие решения.

Статистические характеристики системы АСКЗА ежедневно используются для расчета параметра «Р», который характеризует состояние загрязнения городского атмосферного воздуха и необходим для прогнозирования условий высокого загрязнения (неблагоприятные метеорологические условия).

Однако, в настоящее время при эксплуатации АСКЗА возникли определенные трудности. Посты АСКЗА оснащены газоанализаторами «Сирена А» и «Палладий-3» 1992-2003 годов выпуска, которые морально устарели, средний срок службы составляет 8-10 лет, физический износ оборудования 100%. Морально устарело и программное обеспечение, установленное на постах АСКЗА. На данном этапе развития цифровых технологий, возникают проблемы совместимости программного обеспечения на постах, с программным обеспечением в ЦОИ (центром обработки информации). Отсутствует возможность использовать современные средства телекоммуникаций и внешние носители информации.

В связи с этим мэрией города при участии ГМБ Череповец разработана программа модернизации системы мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха г. Череповец. В ближайшую перспективу планируется провести замену оборудования и павильонов. Планируется также установка объединенного поста ГМЗА и АСКЗА по адресу ул. Жукова, 4. Данный пост относится к категории «промышленный» и используется для оценки влияния выбросов крупных предприятий г. Череповец.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ПЛАНИРОВАНИЕ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОГРАММНОГО И МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

И. А. Серебрицкий

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга

serebr@kpoos.gov.spb.ru

Автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (АСМ) создана Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечения экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга (далее – Комитет) на основании межведомственного технического задания «Автоматизированная система контроля и управления качеством атмосферного воздуха Санкт-Петербурга» (1996 года) и введена в опытную эксплуатацию 7 декабря 1999 года.

В настоящее время в состав АСМ входят: 22 станции мониторинга загрязнения атмосферного воздуха (19 станций павильонного типа, 2 беспавильонные станции и 1 фоновая станция), 2 отдельные метеорологические станции, 2 передвижные лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, передвижные метрологическая и техническая лаборатории, Центр сбора данных и управления работой станций АСМ. Эксплуатация АСМ Правительством Санкт-Петербурга поручено ГГУП «СФ «Минерал», находящимся в ведении Комитета.

На протяжении периода 1999-2012 годы, в ходе эксплуатации автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга, был накоплен определенный опыт в части создания и развития АСМ.

Планирование, включая тарификацию. Планирование развития системы АСМ в Санкт-Петербурге осуществляется путем разработки и принятия в установленном порядке:

- Концепции развития автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга на соответствующий период;
- Программы мероприятий по развитию Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга на соответствующий период;
- Схемы размещения автоматических станций АСМ на территории Санкт-Петербурга в соответствии с требованиями Российского законодательства и с учетом требований Директив Европейского союза, разработанной по заказу Комитета ГГО им. А.И.Воейкова;
- предельных нормативов затрат бюджета Санкт-Петербурга на оказание услуг по обеспечению функционирования автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга;
- других документов.

Концепции развития автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга на соответствующие периоды включали в себя вопросы управления АСМ (организация работы стационарных и передвижных станций, а также техническое и метрологическое обслуживание измерительных средств) и информационные сервисы (организация сбора, обработки и хранения первичной информации, обработки и предоставления окончательной информации).

Опыт создания АСМ показал необходимость тарификации работ и услуг по обеспечению функционирования системы. В 2008 году все виды работ и услуг, необходимых для функционирования АСМ, были тарифицированы в соответствии с действующим законодательством, что позволило оптимизировать расходы на ее обслуживание.

Выбор оборудования. По ходу создания системы менялись требования к оборудованию станций АСМ. Первоначально все станции АСМ использовали отечественное оборудование. В силу целого ряда причин, в первую очередь из-за высокого процента потерь информации, сложностей ремонта и обслуживания, в 2004 году было принято решение полностью отказаться от использования на станциях АСМ отечественного оборудования и в дальнейшем использовать только импортное оборудование. За период 2004-2006 годы была проведена замена отечественных газоанализаторов на зарубежные и был создан парк резервного оборудования. В настоящее время парк газоанализаторов составляет 94 единицы, процент потерь информации составляет 5,6%.

Для автоматического пробоотбора взвешенных частиц фракций PM10 и PM2,5 на фильтры с индикацией содержания взвешенных частиц в воздухе были выбраны анализаторы LVS/MVS фирмы Comde Derenda (Германия). Оголовники (сепараторы), применяемые с указанными моделями признаны эталонными в Европе. Для отбора органических соединений на сорбционные трубки с соблюдением контролируемых условий были выбраны аспираторы этой же фирмы.

Программное обеспечение. Для дистанционной калибровки газоанализаторов, сбора, хранения и обработки данных используются соответствующие программные комплексы. Для дистанционной калибровки газоанализаторов, сбора данных от станций АСМ, предоставления данных на смартфоны используются программные комплексы, разработанные специалистами ГГУП «Минерал». Для хранения и обработки первичных данных, поступающей от станций АСМ, используется сетевой программный комплекс "Airviro" (Швеция), обновление которого производится ежегодно. Опыт Комитета показывает, что "Airviro" идеально подходит для хранения и обработки больших массивов данных, более 40 млн. элементопределений, полученных за время работы АСМ. Обработанная информация об уровне загрязнения атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга поступает в государственную информационную систему «Экологический паспорт Санкт-Петербурга» и на Экологический портал Санкт-Петербурга для информирования населения.

Информационные сервисы АСМ включают рабочие места специалистов креативной группы, операторов мониторинга, операторов программного комплекса "Airviro", специалистов государственной информационной системы "Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга".

Методическое обеспечение. Для автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха единого свода методической документации Росгидрометом пока не разработано. В этой связи, потребовалась разработка и внедрение методических документов для обеспечения функционирования Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга, которые условно можно разделить на три группы:

- методические документы по организации и по выполнению наблюдений;
- методики выполнения измерений параметров, характеризующих качество и состояние атмосферного воздуха;
- методические рекомендации и руководящие документы по оценке и обеспечению качества данных мониторинга, их математической обработке и использованию.

Так были разработаны:

- Методика выполнения наблюдений с использованием передвижных лабораторий;
- Порядок контроля качества первичных данных мониторинга, полученных от автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (АСМ), и их исправления с использованием программного комплекса Airviro;
- Методические рекомендации по обеспечению качества измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе техническими средствами Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга;
- Методические рекомендации по обеспечению качества измерений концентраций взвешенных частиц (PM₁₀ и PM_{2.5}) в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга;
- Методические рекомендации по представлению данных мониторинга мелкодисперсных взвешенных частиц (PM₁₀ и PM_{2.5}) в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга;
- Методика по расчету показателей загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге по данным автоматизированных станций мониторинга;
- и другие.

Всего, к настоящему моменту разработано, прошло государственную экологическую экспертизу, утверждено в установленном порядке и внедрено 11 методик обеспечивающих функционирование АСМ.

Перспективы развития. 29 мая 2012 года Постановлением Правительства Санкт-Петербурга №525 была утверждена долгосрочная целевая программа «Формирование и обеспечение функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды в Санкт-Петербурге на период 2013-2017 годы». Целью Программы является формирование и обеспечение функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды в Санкт-Петербурге, способных в полной мере обеспечить потребности города в информации о состоянии окружающей среды. В рамках реализации Программы запланирована модернизация АСМ, включая замену 2 передвижных и 19 стационарных станций, 2 автоматических метеостанций, а также оснащение всех стационарных и передвижных станций новым оборудованием, в том числе для мониторинга PM_{2,5}.

Реализация Программы позволит:

- обеспечить потребности государства, юридических и физических лиц в достоверной и оперативной информации о качестве атмосферного воздуха, необходимой для разработки и контроля за реализацией воздухоохраных мероприятий;
- проводить оценку качества атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге по нормативам и показателям, принятым в Российской Федерации и в Европейском союзе, в целях обеспечения сохранения среды проживания и привлечения инвестиций;
- осуществлять контроль за доведением до гарантированного значения показателей стандартов проживания в Санкт-Петербурге;
- информировать населения о качестве атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга.

Опыт Санкт-Петербург, по созданию автоматизированной системой мониторинга атмосферного воздуха, отвечающей отечественным и зарубежным требованиям, может быть использован для построения аналогичных систем в других городах Российской Федерации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

С.А. Сарычев¹, М. А. Запечалов¹, В.С.Косых¹, Д. Р.Нечаев¹, Л.И Дудина¹, О. Б. Лысак²
¹ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун», г. Обнинск
²ФГБУ «СЦГМС ЧАМ», г. Сочи
sarychev@ckb-gmp.ru

В период 2008 – 2010 гг. ФГБУ «НПО «Тайфун» была разработана автоматическая станция контроля загрязнения атмосферного воздуха МР-28, первый опытный образец которой стал основным элементом автоматизированной системы контроля загрязнения атмосферного воздуха г.Обнинска.

В 2009 – 2011 гг. на базе этой станции под научно-методическим руководством ФГБУ «НПО «Тайфун» был разработан, а затем реализован на практике проект системы комплексного экологического мониторинга (СКЭМ) Сочинского национального парка и прилегающих территорий. 6 октября 2011 года приказом Росгидромета № 530 система была введена в опытную эксплуатацию.

Системы построены по модульному принципу на основе следующих базовых модулей:

- стационарные пункты наблюдений;
- мобильные средства пробоотбора и измерений уровней загрязнения воздуха на месте;
- стационарная химико-аналитическая лаборатория;
- информационный центр;
- нормативно-методическое обеспечение.

В состав систем наряду со стационарными станциями включены мобильные экологические лаборатории, которые позволяют проводить отбор и экспресс-анализ проб в заданных точках.

Важными элементами каждой из этих систем является химико-аналитическая лаборатория, оснащенная современным оборудованием для анализа широкого спектра загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, воде и почве.

Нормативно-методическое обеспечение включало разработку регламентов проведения наблюдений и ряда нормативных документов, в частности, были разработаны и введены в действие рекомендации Росгидромета Р 52.18.782–2013 «Мониторинг состояния и загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод суши, морской воды и почв в районе проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в городе Сочи».

В период опытной эксплуатации были проверены работоспособность систем, качество их функционирования, готовность персонала к обслуживанию и эксплуатации, проведено испытание надежности работы различных элементов систем. Для целого ряда показателей проведены сравнительные измерения с использованием ручного дискретного и автоматического непрерывного отборов проб, которые показали удовлетворительную сходимость данных (рис. 1).

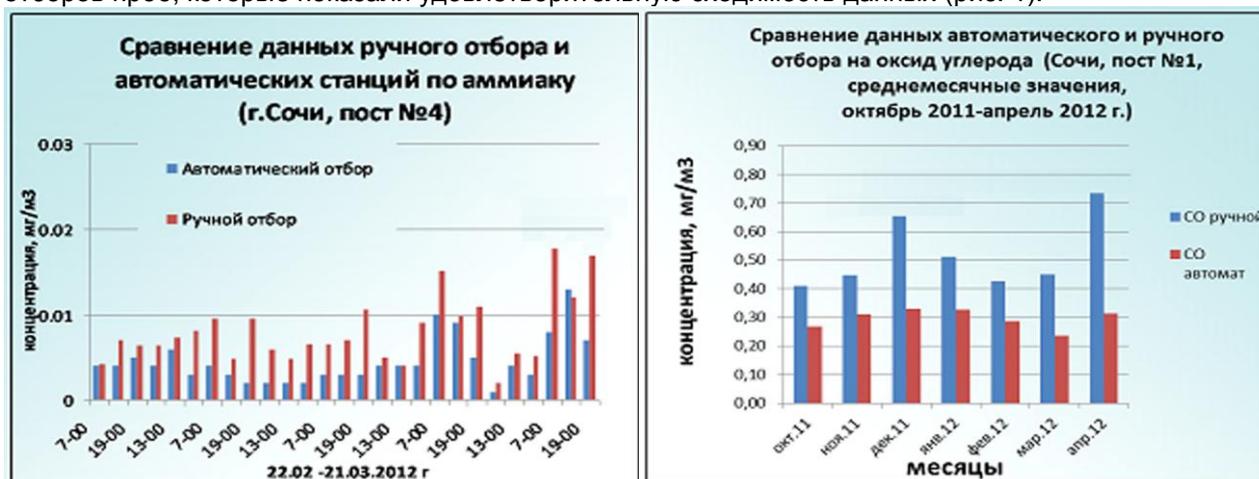


Рис.1. Сравнение данных дискретного и непрерывного отбора проб атмосферного воздуха

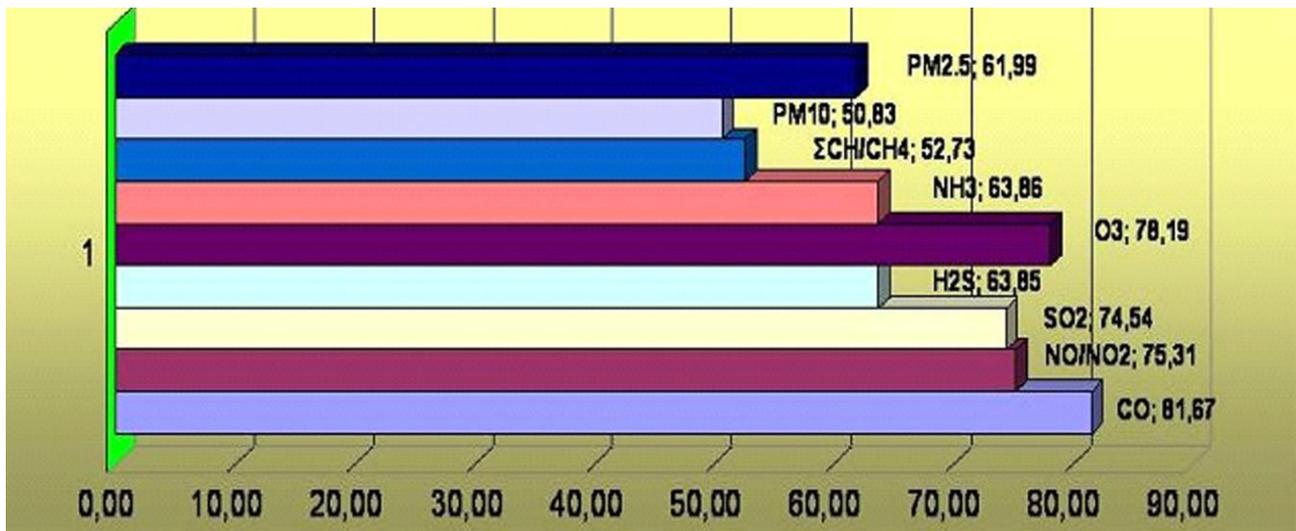


Рис.2. Техническое состояние системы на примере СКЭМ г.Сочи.
Полнота данных по каналам

Опытная эксплуатация СКЭМ г.Сочи в целом завершена с положительными результатами и приказом Росгидромета №191 с 19 с апреля 2013 г. система введена в постоянную эксплуатацию.

За период с начала реализации проекта получен громадный практический опыт по созданию автоматизированных региональных систем мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды, который, несомненно, будет востребован в рамках модернизации государственной системы мониторинга окружающей среды в различных регионах России.

РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В. А. Сурнин, В.Г.Булгаков, Д.Г.Левшин, А.И. Лобов, А.А.Макаренко, Д.Р.Нечаев, С.А.Сарычев
Научно-производственное объединение «Тайфун, Обнинск
surnin@typhoon.obninsk.ru

Развитие методов определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в режиме реального времени одна из основных задач оптимизации государственной наблюдательной сети Росгидромета.

Методы дискретного отбора проб воздуха для последующего анализа в химической лаборатории важны и необходимы в общей системе наблюдений загрязнения атмосферного воздуха. Однако при получении информации о загрязнении атмосферного воздуха только в сроки 7, 13 и 19 ч нельзя быть уверенным в объективности информации о средней суточной концентрации. Вполне вероятно, что в промежуточные сроки наблюдались значительно более высокие или более низкие концентрации. По данным таких дискретных наблюдений нельзя установить суточный ход концентрации примеси и его зависимость от метеорологических условий. Поэтому на пунктах наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ) необходимо использовать газоаналитические приборы дающие информацию и о суточном ходе концентрации загрязняющих веществ.

В данной работе приведены результаты по опытной эксплуатации в течение месяца хроматографического анализатора VOC 71M GC для определения в атмосферном воздухе в режиме реального времени (on-line) массовой концентрации бензола, толуола, этилбензола, о-м-п-ксилолов (БТЭХ). Анализатор работал в составе стационарной автоматизированной станции МР-28. Результаты даны в сравнении с традиционными методами наблюдения (off-line). Измерение БТЭХ выполняли в соответствии с Руководством по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89) [1].

Результаты сравнительных измерений для толуола и ксилолов приведены на рисунках 1, 2. Наблюдаются значительные расхождения между результатами, полученными в режиме дискретных измерений и автоматическими. Причины таких расхождений в настоящее время выясняются. Можно предположить, что время удерживания, вводимое в программу расчёта автоматического хроматографа, необходимо корректировать.

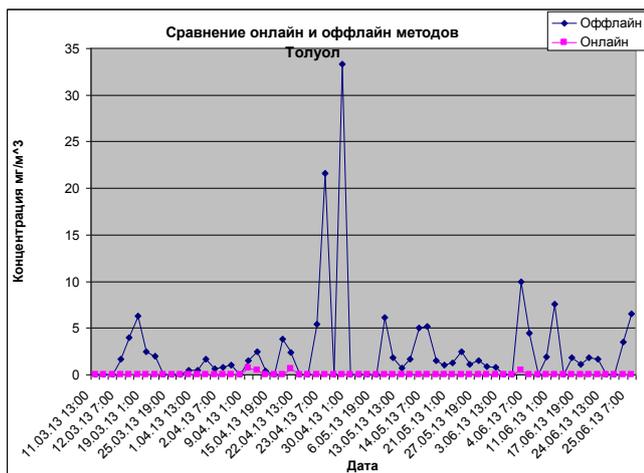


Рис 1

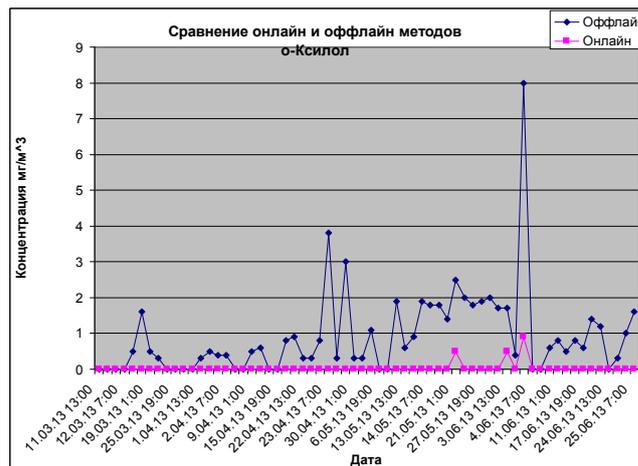


Рис 2

Литература

1, Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. Л.:Гидрометеиздат,1989, 448с.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

И.С Халиков¹, М.А Запевалов¹, В.А Сурнин¹, В.М Куриленко².

¹Институт проблем мониторинга ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета, Обнинск

²ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» Росгидромета, Сочи

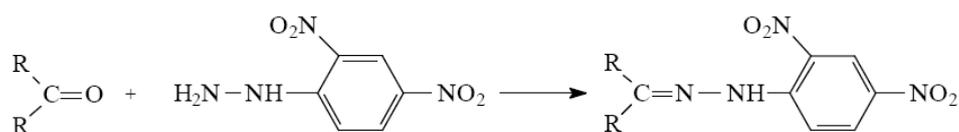
Khalikov@typhoon.obninsk.ru

В докладе представлены исследования, связанные с разработкой метода определения низкомолекулярных карбонильных соединений (альдегидов и кетонов) в воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и определением их в атмосферном воздухе г. Сочи.

Низкомолекулярные карбонильные соединения (НКС) присутствуют повсеместно в атмосферном воздухе. Их источниками являются выбросы автотранспорта и промышленных предприятий, процессы горения, фотохимические реакции органических составов. Карбонильные соединения являются прекурсорами свободных радикалов и имеют значительный вклад в развитие фотохимического смога и сложного комплекса реакций, которые происходят в тропосфере. Как правило, они токсичны, некоторые из них обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, и поэтому их присутствие в воздухе вызывает серьёзную обеспокоенность в связи с их неблагоприятными последствиями для здоровья населения.

Определение массовой концентрации формальдегида и других НКС - ацетальдегида, суммы ацетона и акролеина, пропионового альдегида, кротонового альдегида, масляного альдегида, бензальдегида, изовалерианового альдегида, валерианового альдегида, изомеров толуилового альдегида, капронового альдегида, 2,5-диметилбензальдегида выполняли методом ВЭЖХ на длине волны 360 нм с использованием детектора на основе диодной матрицы SPD-M20A (Shimadzu).

Концентрирование альдегидов и кетонов из воздуха осуществляли с помощью картриджей (Supelco, тип S10, 6 мл) из полипропилена, содержащих силикагель (1 г, зернение 0,2 мм) с нанесённым 2,4-динитрофенилгидразином (ДНФГ), в кислой среде с образованием стабильных производных динитрофенилгидразонов по реакции:



где R=H, алкил- или ароматическая группа для соответствующих карбонильных соединений.

Анализируемый воздух прокачивали через озоновую ловушку, заполненную иодидом калия массой 500 мг и через картридж со скоростью 1 дм³/мин в течение 10-20 минут. При отборе проб регистрировали время, атмосферное давление и температуру воздуха.

Полученные динитрофенилгидразоны элюировали ацетонитрилом с использованием вакуумного манифолда VacMaster-10, разбавляли водой до объёмного соотношения ацетонитрил: вода (1:1) и вводили в колонку с обращенной фазой C-18, где избыток реагента и продукты реакции разделялись при хроматографировании в градиентном режиме.

В ходе работы были изучены условия и проведена оптимизация определения различных динитрофенилгидразонов (смесь 15 соединений TO11/IP-6A Aldehyde/Ketone-DNPH от Supelco). Идентификацию и количественное определение динитрофенилгидразонов проводили с помощью программного обеспечения LC Solution на хроматографической системе «LC-20 Prominence» (Shimadzu) с колонкой Envirosep PP (125 x 3,2 мм, 5 мкм) и предколонкой производства фирмы Phenomenex, в условиях градиентного элюирования смесью ацетонитрила и воды от 50% до 60%, при скорости потока 0,5 мл/мин и температуре колонки 40°C. В течение 19 минут происходило полное разделение смеси 15 динитрофенилгидразонов. Следует отметить, что динитрофенилгидразоны ацетона и акролеина не разделяются в этих условиях и выходят одним пиком.

Массовую концентрацию альдегидов и кетонов рассчитывали по уравнениям, выражающим зависимость концентрации альдегидов и кетонов от площади пиков соответствующих гидразонов, после предварительной градуировки хроматографа по стандартным образцам с точно известной концентрацией. Предложенный метод контроля с помощью ВЭЖХ дает возможность отдельного определения формальдегида и других НКС в одной пробе с чувствительностью ниже их предельно допустимых концентраций. Диапазон измерений массовой концентрации НКС составлял 1-200 мкг/м³.

С 2012 г. по настоящее время в ходе опытной эксплуатации системы комплексного экологического мониторинга усилиями специалистов ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» и ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» с целью изучения качества воздуха г. Сочи проводится отбор проб воздуха на стационарном посту (г. Сочи, Цветной бульвар) и их анализ на содержание альдегидов и кетонов (15 соединений). Контроль работы жидкостного хроматографа «LC-20 Prominence» (Shimadzu) ведётся из ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью системы удалённого доступа TeamViewer.

Исследования качества атмосферного воздуха г. Сочи накануне зимних олимпийских игр показывают, что формальдегид, ацетальдегид и капроновый альдегид обнаруживаются практически в 100% случаев анализируемых проб; ацетон+акролеин, валериановый альдегид, пропионовый альдегид, масляный альдегид, бензальдегид, изовалериановый и р-толуиловый альдегиды обнаруживаются реже и в более низких концентрациях; кротоновый, о-толуиловый, m-толуиловый и 2,5-диметилбензальдегид практически не обнаруживались (концентрации менее 0,5 мкг/м³). Маршрутные наблюдения на дорогах показывали увеличение содержания в воздухе всех карбонильных соединений по сравнению с постом (г. Сочи, Цветной бульвар). В результате проведенной работы (2012 г - 2013 г) по определению альдегидов и кетонов в атмосферном воздухе г. Сочи в некоторые определенные периоды года выявлены аномально высокие концентрации уксусного альдегида (до 100 ПДК и выше). Концентрация формальдегида не превышала за время наблюдений ПДКм.р. (35 мкг/м³), однако в большинстве случаев была больше ПДКс.с. (3 мкг/м³).

«ТЯЖЕЛЫЕ» ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. СОЧИ ЗА ГОД ДО XXII ЗИМНИХ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР

И.С Халиков¹. В.М Куриленко².

¹Институт проблем мониторинга ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета, Обнинск

²ГУ «СЦГМС ЧАМ» Росгидромета, Сочи
Khalikov@typhoon.obninsk.ru

Среди органических веществ, загрязняющих атмосферу, особое место занимают полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Они являются побочными продуктами, как естественного, так и антропогенного происхождения во время неполного сгорания или пиролиза органических материалов (пиролитические источники) и разливов нефтепродуктов (петрогенные источники).

К «тяжелым» ПАУ чаще всего относят следующие соединения – бенз(а)антрацен, хризен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(е)пирен, бенз(а)пирен, дибенз(а,h)антрацен, бенз(г,h,i)перилен, инден[1,2,3-с,d]пирен. Они, в отличие от «легких» ПАУ с меньшим числом циклов, обладают наибольшей канцерогенной активностью.

В атмосфере ПАУ, преимущественно сорбированы на твердых частицах аэрозоля. Размеры частиц в значительной степени определяют дальнейшее поведение ПАУ, их осаждение из атмосферного воздуха и перенос воздушными массами в направлении доминирующих ветров.

Определение и контроль концентраций ПАУ в атмосферном воздухе имеет большое значение в оценке риска для здоровья человека. В России до настоящего времени большей частью контролируется лишь бенз(а)пирен.

К настоящему времени были разработаны и применены для контроля этих соединений в воде и донных отложениях много разнообразных аналитических методов, в том числе и иммунологические, хотя ПАУ в основном определяют хроматографическими методами. Наиболее часто используемыми методами определения ПАУ является высокоэффективная жидкостная хроматография с флуориметрическим детектором (ВЭЖХ-ФЛД) и газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектором (ГХ-МС).

Цель настоящей работы состоит в изучении сезонного распределения и оценка уровней загрязнения атмосферного воздуха «тяжелых» ПАУ г. Сочи накануне зимней Олимпиады. Достижение поставленной цели связано с решением следующих задач:

- разработка метода определения ПАУ в атмосферном воздухе с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ);
- оценка загрязнения и установление динамики уровня загрязнения ПАУ в различных временных интервалах (суточных, сезонных, межгодовых) в этом регионе.

Отбор проб атмосферного воздуха осуществлялся на стационарном посту №04 (г. Сочи, Цветной бульвар), укомплектованной оборудованием для проведения отбора проб воздуха. При определении приземной концентрации ПАУ в атмосфере отбор проб на фильтр АФА-ВП-20 (объем отбираемого воздуха 3 м³) проводили ежедневно кроме воскресенья и праздничных дней в 7-00, 13-00 и 19-00 местного времени.

Пробоподготовка состояла из экстракции ПАУ гексаном (10 мл x 2) под действием ультразвука (25°C, 10 мин), упаривании объединенного экстракта на ротационном испарителе в вакууме водоструйного насоса при температуре не выше 40°C до объема 1-2 см³, добавления ацетонитрила и упаривания остатка гексана в токе азота. Степень извлечения ПАУ из фильтров АФА-ВП-20 составляла примерно 90%.

Для идентификации и количественного определения ПАУ использовали метод ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием (детектор «RF-20A») и использованием детектора на диодной матрице («SPD-M20A»). Измерения проводили на хроматографе «LC-20 Prominence» (Shimadzu) с колонкой Envirosep PP (125 x 3,2 мм, 5 мкм) производства фирмы Phenomenex, и с предколонкой Kromasil фирмы Akzo Nobel, заполненной сорбентом C₁₈, 5 мкм, в условиях градиентного элюирования смесью ацетонитрила и воды от 50% до 90%, при скорости потока 1 мл/мин и температуре колонки 40°C. Объем вводимой аликвоты – 10 мкл. С помощью программного обеспечения «LC Solution» устанавливали оптимальные длины волн поглощения и возбуждения. В качестве градуировочных стандартов использовали стандартные растворы индивидуальных ПАУ и их смесей производства фирмы «Supelco». Правильность результатов определения ПАУ подтверждали методом «введено – найдено».

Работоспособность методов извлечения и определения ПАУ с помощью ВЭЖХ-ФЛД успешно реализуется нами в практических работах по анализу атмосферного воздуха в разных городах России.

В результате проводимой работы (начиная с января 2013 г.) по определению «тяжелых» ПАУ в атмосферном воздухе г. Сочи не было выявлено экстремально высоких концентраций ПАУ. Среднемесячная концентрация суммы 9 ПАУ уменьшалась с января по апрель и составила соответственно 3,61 (январь); 3,06 (февраль); 1,83 (март); 1,16 (апрель) нг/м³, в свою очередь среднемесячная концентрация бенз(а)пирена в эти месяцы составила 0,51; 0,45; 0,24 и 0,15 нг/м³. В некоторых разовых пробах наблюдалось превышение ПДКс.с. (1 нг/м³) по бенз(а)пирену. Средне недельные концентрации «тяжелых» ПАУ в течение этих месяцев могли отличаться между собой до 3-х раз.

Содержание бенз(а)пирена составляло примерно 13-15% от суммы 9 ПАУ. Наиболее высокие концентрации среди 9 ПАУ наблюдались кроме бенз(а)пирена для хризена, бенз(б)флуорантена и бенз(г, h, i)перилена.

Следует отметить повышенное содержание ПАУ и бенз(а)пирена в вечернее время (отбор в 19-00) по сравнению с утром и обедом.

Предлагается изменить методологию определения ПАУ в атмосфере городов России с контроля только бенз(а)пирена и на другие тяжелые полициклические ароматические углеводороды с целью получения диагностических соотношений для идентификации источников загрязнения воздуха.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Г.Х. Бадахова, Н.А. Кравченко

Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Ставрополь
stameteo@rambler.ru

В Ставропольском крае наиболее развитыми в промышленном отношении и потому наиболее неблагоприятными в экологическом отношении городами являются Ставрополь, Невинномысск, Минеральные Воды и Буденновск. В этих городах, как и в ряде других, осуществляется регулярный контроль качества атмосферного воздуха. Анализ проводится как с помощью стационарных экологических постов, так, при необходимости, и посредством маршрутного обследования. Посты подразделяются на «промышленные», «автомагистральные» и «городские фоновые». В Ставропольском ЦГМС действуют две стационарные лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха – в Ставрополе и в Невинномыске. Анализ качества воздуха проводится по 26 показателям, комплексная оценка загрязнения атмосферы определяется по величине $ИЗА_5$. Определяются как максимальные разовые, так и среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, выявляются стационарные источники загрязнения воздуха.

Показано, что загрязнение атмосферы в промышленных городах является высоким, неблагоприятным для здоровья. Наиболее загрязненным воздухом, без учета выбросов автотранспорта, дышат жители Невинномыска – 100 кг на 1 человека, Буденновска – 73 кг, Минеральных Вод – 13 кг, Ставрополя – 12 кг.

Невинномысск, город с наиболее загрязненным воздухом – крупный центр химического и энергетического производства, транспортный узел федерального значения. Основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников вносили Невинномысская ГРЭС (55.7 %) и предприятия химического производства «Невинномысский азот» и «Арнест» (34.7 %). При этом степень улавливания загрязняющих веществ на предприятиях химического производства – 84 %, а на предприятиях производства и распределения электроэнергии, газа и воды – лишь 0.03 %. В целом по городу степень улавливания – 73.9 %.

Буденновск – тоже крупный центр химического производства, но отсутствие ГЭС и высокая степень улавливания загрязняющих веществ обеспечили этому городу более чистый воздух, чем в Невинномыске.

Минеральные Воды – «воздушные ворота Кавказа», крупный транспортный узел, но крупных предприятий, производящих значительные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, в городе почти нет. Поэтому, несмотря на то, что от предприятий, транспортирующих газ по трубопроводам, выбросы, содержащие загрязняющие вещества, поступают в атмосферу без очистки, а степень улавливания загрязняющих веществ в целом по городу составляет лишь 2.5 %, воздух здесь значительно чище, чем в Невинномыске и Буденновске.

В краевом центре также очень низка степень улавливания загрязняющих веществ от стационарных источников: в целом по городу она составляет 16.7 %. Основной вклад в суммарные выбросы вносит автотранспорт – 89.5 %. Рельеф Ставрополя очень неоднородный, расчлененный, перепад высот – около 400 м. Соответственно, степень загрязнения воздуха в нижней и высокой частях города также существенно различается. В то время как в целом по городу уровень загрязнения атмосферы повышенный и определяется значением $ИЗА_5$, равным 7.7, в нижней части города $ИЗА_5$ по двум постам составляет 11.5 и 14.1.

Для всех городов рассчитаны тенденции изменения загрязнения атмосферы. Установлено, что во всех промышленных городах края отмечается снижение суммарного количества выбросов ЗВ от стационарных источников. Определены также тенденции изменения содержания конкретных загрязняющих веществ в воздушных бассейнах городов. Так, в Ставрополе за последние пять лет, наблюдается тенденция к увеличению по оксиду углерода, сероводороду. Остается на прежнем уровне загрязненность по пыли, саже, фенолу, диоксиду серы, оксиду азота. По формальдегиду и диоксиду азота наблюдается тенденция к уменьшению. В Невинномыске уровень загрязнения атмосферы диоксидом серы, диоксидом азота, фтористым водородом и аммиаком снизился, по остальным примесям остался на прежнем уровне. В Минеральных Водах наблюдается тенденция к снижению по диоксиду серы и диоксиду азота, степень загрязнения остальными примесями в основном остается на прежнем уровне. Одновременно во всех городах отмечается увеличение загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта.

Основной путь улучшения качества воздуха в городах – это, конечно, повышение степени улавливания загрязняющих веществ в выбросах предприятий. Однако заметного эффекта можно добиться и другими методами, например, учетом при градостроении физико-географических особенностей местности, особенностей атмосферной циркуляции и т.д. Известно, что наиболее значительное ослабление ветра в городе наблюдается вблизи земной поверхности. Ниже крыш

строений направление ветра определяется расположением зданий и улиц по отношению к направлению воздушного потока над городом. В городе преобладает направление ветра вдоль улиц. При ветре, дующем поперек улиц, скорость ветра на подветренной стороне зданий в 2-3 раза ниже, чем на наветренной. Между тем, строительство в городах идет без учета этих закономерностей. В Ставрополе, например, в последние годы построен целый ряд высотных зданий, расположенных поперек направления ведущего потока и существенно снижающих проветриваемость города. Принятая в последние 10-летия застройка квадратами по четыре здания дает в результате т.н. «дворы-колодцы», внутри которых содержание примесей в воздухе значительно выше, чем вне их.

Состав зеленых насаждений в городах края формируется в основном по декоративному признаку. Вдоль улиц зачастую высаживают деревья с мелкой, глянцевой листвой, обладающей низкой поглощающей способностью. Нередко высаживают деревья без учета пластичности древесины, т.е. устойчивости деревьев к гололедно-изморозевым отложениям. Поэтому ежегодно зимой отмечается большое количество поломанных деревьев, вместо которых весной высаживаются молодые деревца, обладающие значительно меньшей способностью очищения атмосферы. Не уделяется достаточного внимания растениям – индикаторам состояния атмосферного воздуха.

Относительно неблагоприятное состояние атмосферы промышленных городов Ставропольского края, наличие в крае особо охраняемого эколого-курортного региона заставляет ставропольских экологов постоянно совершенствовать методологическую и техническую базу экологического мониторинга. Лаборатории мониторинга загрязнения оснащаются новым оборудованием, расширяется спектр определяемых примесей, повышается уровень точности определения их содержания, а также качество и оперативность анализов.

МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ, АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

С.В. Михайлюта¹, А.А. Леженин², О.В.Тасейко³
¹НП «Центр Прикладной Геоэкологии», *mikhailuta@gmail.com*
² ИВМУМГ СО РАН, *lezhenin@ommfao.sccc.ru*
³СубГАУ, *taseiko@gmail.com*

Мониторинг атмосферного воздуха в городах России традиционно ведут специализированные подразделения Росгидромета. Например, в Красноярске «сеть» стационарных постов мониторинга начала формироваться в конце 60-х годов прошлого века и к 80-м годам на территории города располагалось 17 стационарных постов, 9 из которых принадлежали Госкомгидромету СССР, а 8 – были закреплены за крупнейшими промышленными предприятиями [1]. Позже посты, принадлежащие предприятиям, были ликвидированы и в настоящее время на территории города осталось только 8 стационарных постов государственной наблюдательной сети.

Неоспоримым достоинством государственной системы мониторинга атмосферного воздуха является регулярность (или систематичность) наблюдений, но при этом проблемой - неэффективное взаимодействие между ее участниками, отсутствие системы сбора, анализа и сопоставления данных, получаемой в рамках осуществления различных видов мониторинга в области охраны атмосферного воздуха. Это не позволяет обеспечить комплексную обработку и анализ фактически получаемой информации, затрудняет точное прогнозирование изменения состояния воздушного бассейна, компонентов природной среды и экологических систем и снижает эффективность осуществления мониторинга в целом.

Эффективное управление качеством атмосферного воздуха в городе в первую очередь должно базироваться на такой системе наблюдений, которая способна выявить связь между объемами эмиссии загрязняющих веществ и концентрациями этих веществ, в атмосферном воздухе. Например, доминирующим источником фтористого водорода в г. Красноярске является красноярский алюминиевый завод. Официальная информация об инвентаризации выбросов, представленная в государственных докладах [2], показывает, что объем выбросов фтористого водорода связан (коэффициент корреляции 0.8) с общим объемом эмиссии алюминиевого предприятия (Рис. 1а).

В свою очередь изменение выбросов фтористого водорода должно отражаться на регистрируемых значениях концентрации этого загрязняющего вещества (Рис. 1б). Но на рисунке 1б (данные ежегодников Красноярского ЦГМС-Р [3]) мы видим совершенно иную картину. Несмотря на значительное уменьшение выбросов HF, данные с постов мониторинга не показывают снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха фтористым водородом в Красноярске.

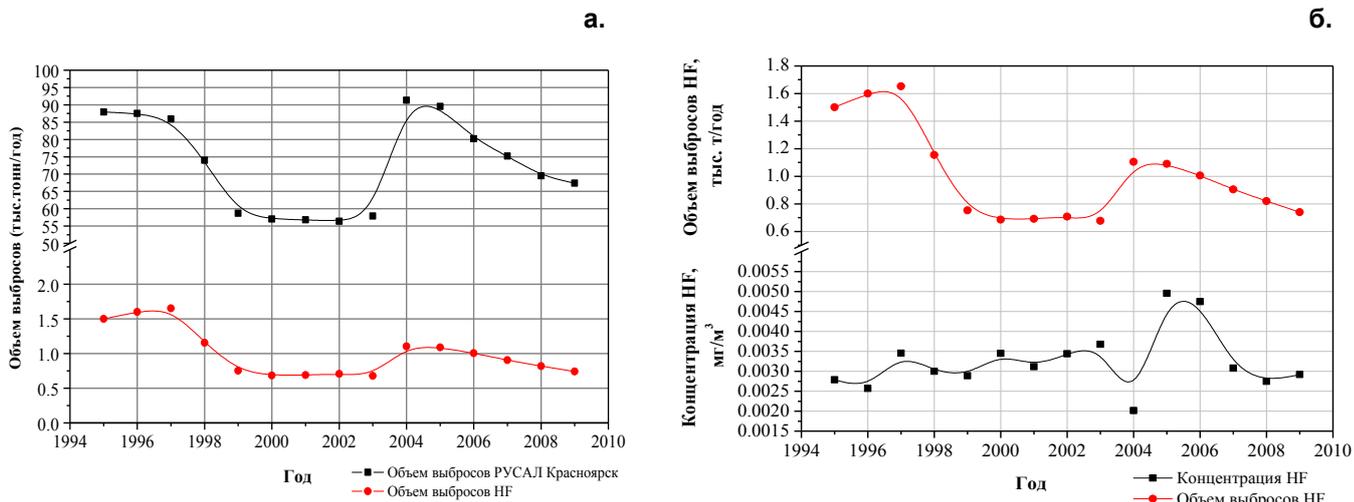


Рис. 1. а. Объемы эмиссии загрязняющих веществ РУСАЛ Красноярск (валовый и HF); б. Изменение объема выбросов HF и соответствующие среднегодовые концентрации фтористого водорода в атмосфере г. Красноярск

С другой стороны, сравнение результатов определения концентраций загрязняющих веществ, полученных на постах ЦМС с результатами измерений концентраций с помощью передвижной газоаналитической лаборатории в одних и тех же точках на территории г. Красноярск [4] показало, что государственная система мониторинга не способна выявить нарушения стандартов качества атмосферного воздуха (Таблица 1).

Таблица 1. Средние за год концентрации вредных веществ в атмосфере г. Красноярск

№	Номер поста (адрес)	СО, мкг/м ³ * ПДК _{СО} =3000 мкг/м ³		NO, мкг/м ³ ПДК _{NO} =60 мкг/м ³		NO ₂ , мкг/м ³ ПДК _{NO2} =40 мкг/м ³	
		ЦМС	Передвижная лаборатория	ЦМС	Передвижная лаборатория	ЦМС	Передвижная лаборатория
1	7 (Матросова, 6)	1038	6029	36	556	47	166
2	8 (Кутузова, 92)	1365	3299	28	231	36	94
3	9 (Чайковского, 7)	1262	5010	-	577	45	159
4	21 (Тимирязева, 2)	1245	6576	-	492	38	145

* Среднесуточная предельно допустимая концентрация (годовой стандарт качества атмосферного воздуха)

По данным постов ЦМС, приведенным в таблице 1, превышения норм загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота и оксидом углерода не наблюдается, в то время как результаты измерений с помощью передвижной лаборатории показывают, что нормы превышены в среднем в 4 раза, а в отдельных случаях в 10 раз. Аналогичную картину можно наблюдать и для большинства других загрязняющих веществ [4].

Получаемая таким образом информация о загрязнении атмосферного воздуха является неполной и недостаточной для оценки рисков, воздействия на здоровье населения и наземные экосистемы.

Наряду с государственной сетью наблюдений федерального уровня региональный экологический мониторинг осуществляется путем функционирования на территории субъекта Российской Федерации станций и постов так называемой дополнительной наблюдательной сети, финансируемой за счет бюджета субъекта РФ [5].

Для реализации этих полномочий Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края в период с 2009 по 2011 гг. создало автоматизированные стационарные посты наблюдения за качеством атмосферного воздуха Красноярск-Березовка, Красноярск-Северный, Красноярск-Солнечный, Ачинск. Но существующие пробелы в информации о загрязнении атмосферного воздуха эти посты вряд ли заполняют.

Для эффективного решения задач мониторинга атмосферного воздуха в городе авторами предложена иная концепция системы наблюдений, основанная на использовании в первую очередь передвижных средств измерений. Программа наблюдений должна включать специфические загрязняющие вещества и специальные метеорологические наблюдения при поддержке предиктивных и сценарных расчетов дисперсии примесей. Также необходимы «новые», экономически обоснованные и согласованные с системой наблюдений нормативы качества атмосферного воздуха [6].

Литература

1. Климат Красноярск. Л.: Гидрометеиздат, 1982 – 230 с.

2. Государственные доклады «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 1998 – 2010 гг.». – Красноярск. 1999 – 2011 гг.
3. Ежегодники «Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в 1994-2010 гг.», Красноярский ЦГМС-Р, Красноярск, 1995-2011 гг.
4. Михайлюта С.В., Тасейко О.В., Захаров Ю.В. Динамика загрязнения атмосферы в условиях города. Lambert Academic Publishing, 2011 – 112 с.
5. Закон Красноярского края от 06.12.2007 № 3-804 «Об охране окружающей среды в Красноярском крае», 2012.
6. Тасейко О.В., Михайлюта С.В., Леженин А.А. Обоснование нормативов качества атмосферного воздуха в городе. Экология и промышленность России, апрель 2013 г., с. 56-61.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

О.А.Банникова
ФГБУ «Уральское УГМС»г. Екатеринбург
inao@svgimet.ru

Целью данного доклада является рассмотрение становления, развития и перспектив государственной и др. систем наблюдений, сбора, анализа, хранения и распространения информации о загрязнении атмосферного воздуха в городах Свердловской области за полувековой период.

В докладе дана информация из истории наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в городах Свердловской области, которая насчитывает 46 лет. Первый стационарный пост наблюдений за загрязнением атмосферы начал функционировать в г. Свердловск (с 1991 г. – Екатеринбург) в 1966 году. В настоящее время на территории Свердловской области государственная сеть наблюдений за загрязнением атмосферы Росгидромета включает 18 стационарных постов (ПНЗ) в 5 городах: Екатеринбург, Каменск-Уральский, Краснотурьинск, Нижний Тагил, Первоуральск. Ответственным за функционирование государственной сети наблюдений является ФГБУ «Уральское УГМС».

На примере г. Свердловск (в настоящее время – Екатеринбург) рассмотрена многолетняя динамика концентраций некоторых загрязняющих веществ, в том числе – диоксида азота, как одного из приоритетных загрязнителей атмосферы городов Свердловской области.

Тенденция изменения среднемесячных концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе г. Екатеринбург за 2003-2012 г.г.

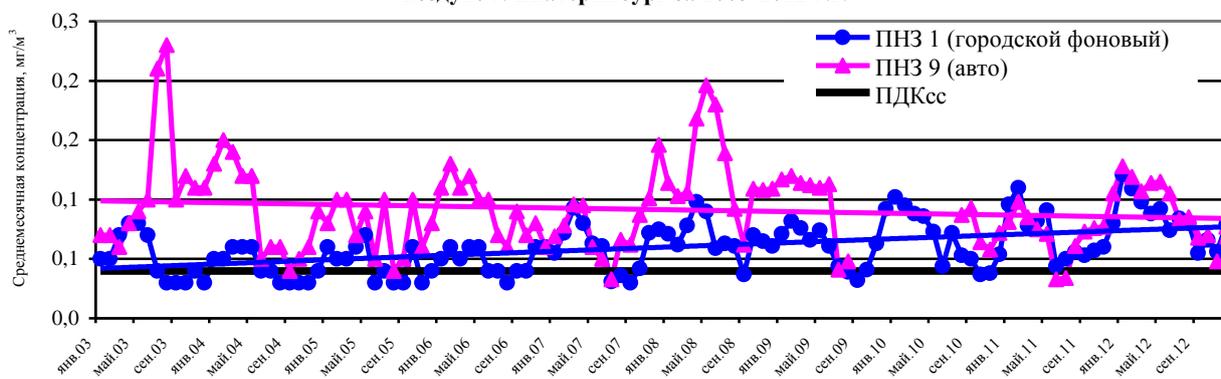


Рис. 1. Динамика концентраций диоксида азота в Екатеринбурге за последние 10 лет (2003-2012 гг.).

Свердловская область отличается значительной плотностью промышленных предприятий, черной, цветной металлургии и машиностроения, что сложилось исторически. Еще в Великую отечественную войну на Урал, который находился за линией фронта, были эвакуированы многие промышленные предприятия, работающие по настоящее время. Выбросы многочисленных промышленных предприятий оказывали негативное влияние на качество воздуха. В связи с этим, с 80-х годов прошлого века в Свердловской области начала развиваться ведомственная сеть наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха. В докладе рассмотрены вопросы и проблемы организации, развития и функционирования ведомственной сети, а именно – стационарных постов наблюдений за загрязнением атмосферы крупнейших предприятий Свердловской области. В настоящее время ведомственная сеть наблюдений за загрязнением атмосферы на территории Свердловской области включает 15 стационарных постов в 11 городах: Асбест, Верхняя Салда,

Верхняя Пышма, Каменск-Уральский, Кировград, Красноуральск, Новоуральск, Первоуральск, Полевской, Ревда и поселок Верх-Нейвинский.

В 2000 г. Постановлением Правительства РФ от 11.04.2000 № 326 было утверждено «Положение о лицензировании отдельных видов деятельности», в том числе – на такие виды деятельности, как гидрометеорологические, океанографические, гелиогеофизические работы и работы в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. В этом же году в Свердловской области появились первые соискатели лицензии Росгидромета на осуществление работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Законодательные акты по лицензированию отдельных видов деятельности, в том числе – осуществление деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях в течение лет менялись, увеличивалось и число лицензиатов Росгидромета на территории Свердловской области. В настоящее время на территории Свердловской области практически все крупные промышленные предприятия осуществляют деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, в том числе – определение уровней загрязнения атмосферного воздуха – на основании лицензий и в соответствии с требованиями нормативных документов Росгидромета. Практически на все ведомственные стационарные посты наблюдений за загрязнением атмосферы оформлены технические дела, данные наблюдений передаются в фонд данных ФГБУ «Уральское УГМС».

В 2004 г., в связи с изменениями законодательства и утверждением Постановления Правительства РФ от 31.03.2003 № 177 «Положение об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)» в Свердловской области начала развиваться территориальная система мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, принципом функционирования которой был выбран непрерывный мониторинг загрязнения атмосферы с использованием газоанализаторов. В 2004 году в г. Нижний Тагил была установлена первая автоматическая станция контроля за загрязнением атмосферы (СКАТ). В настоящее время территориальная сеть наблюдений за загрязнением атмосферы насчитывает 12 автоматических станций в 12 городах Свердловской области: Асбест, Верхняя Пышма, Екатеринбург, Кировград, Красноуральск, Каменск-Уральский, Нижний Тагил, Первоуральск, Полевской, Ревда, Реж, Серов. В 2013 г. планируется установка территориальной автоматической станции в г. Краснотурьинск, в 2014 г – еще одной станции в г. Н-Тагил, в 2015 г. – в г. Екатеринбург. Эксплуатацию и обслуживание территориальной системы наблюдений Свердловской области осуществляет Государственное казенное учреждение Свердловской области «Центр экологического мониторинга и контроля», которое с 2000 г. является лицензиатом Росгидромета. Данные наблюдений автоматических станций контроля передаются в фонд данных ФГБУ «Уральское УГМС».

Таким образом, в Свердловской области функционируют государственная, территориальная и ведомственная (локальная) системы наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха. В докладе рассмотрены проблемы функционирования всех этих систем, к числу которых, по мнению автора, можно отнести проблемы согласования функционирования систем наблюдений, обеспечения полноты, достоверности и сопоставимости информации о загрязнении. Представлен взгляд автора на перспективы развития государственной, территориальной и локальной систем наблюдений за загрязнением атмосферы Свердловской области, в том числе с учетом требований, установленных в Положении о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 6.06.2013 № 477.

МОНИТОРИНГ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

А.М Звягинцев.¹, Г.М. Крученицкий¹, И.Н. Кузнецова², И.Ю Шальгина.², П.В. Захарова³

¹ *Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО),*

² *Гидрометцентр России,*

³ *ГПБУ «Мосэкомониторинг»*

azvyagintsev@cao-rhms.ru

Приземный озон и взвешенные частицы считаются основными загрязнителями атмосферы в местах компактного проживания населения стран Европы и Северной Америки. Серьезную озабоченность вызывает здесь постоянное возрастание концентраций озона в воздухе городов, что отражено в документах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Всемирной метеорологической организации (ВМО), Европейского агентства по окружающей среде [1,2].

Первые представительные наблюдения приземного озона в бывшем СССР проведены А.С. Бритаевым с начала 1970-х до середины 1980-х г.г. в г. Долгопрудном и в районе Останкинской телебашни в Москве. Регулярные наблюдения приземного озона в г. Долгопрудном (ЦАО) были

возобновлены в начале 1991 г. с помощью газоанализатора на основе электрохимической концентрационной ячейки, применяемой для озонного зондирования, и продолжались до 2012 г. До 1997 г. наблюдения концентрации озона осуществлялись 3 раза в день по будням, с 1997 г. – ежедневно в автоматическом режиме 4 раза в сутки, а при высоких уровнях озона - ежечасно. В настоящее время наблюдения проводятся постоянно с помощью хемиллюминесцентного измерителя озона ОПТЭК, модель 3.02П-А. С 1998 г. информация о ходе озона в Московском регионе и некоторых других пунктах наблюдений в России и Украине ежеквартально публикуется в журнале «Метеорология и гидрология».

Долговременный ход приземного озона на станции Долгопрудный в ночное (3 ч по местному

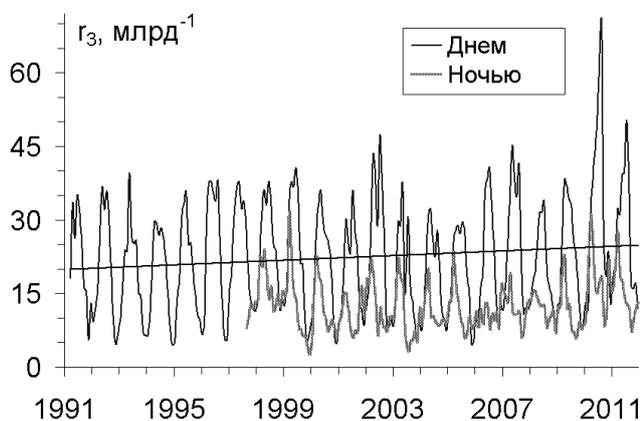


Рис. 1. Ход среднемесячных приземных концентраций озона на станции Долгопрудный в дневное и ночное время, начиная с марта 1991 г.

времени) и дневное (среднее по измерениям в 12 и 15 ч по местному времени) приведен на рис 1. Этот ход хорошо согласуется с ходом на сети автоматических станций контроля загрязнения атмосферы ГПБУ «Мосэкомониторинг» в Москве и области. По особенностям временного хода озона станции наблюдений г. Москвы – «городские», станция Долгопрудный – «пригородная». Результаты наших исследований свидетельствуют о первостепенном влиянии на изменчивость уровень озона, прежде всего, метеорологических факторов, в частности, температуры, относительной влажности, направления и скорости ветра в пограничном слое. По данным наблюдений на российских и зарубежных станциях установлено, что в светлое время суток концентрации озона и первичных

загрязнителей атмосферы (PM_{10} , CO , NO_x , SO_2) имеют ходы с противоположными знаками производной по времени, что указывает на их преимущественно метеорологическую обусловленность. Эпизоды с превышением максимальных разовых предельно допустимых концентраций (ПДК) озона (в России - 160 мкг м^{-3} или примерно 80 млрд^{-1}) с конца 1990-х гг. регистрируются примерно каждый второй год. Наиболее интенсивные эпизоды с концентрациями озона и других загрязнителей атмосферы выше ПДК наблюдались в периоды лесо-торфяных пожаров в 2002 г. и в аномальном по погодным условиям и загрязнению атмосферы 2010 г. [3], когда ПДК озона на станции Долгопрудный было превышено в 2.1 раз, а на станции Зеленоград ГПБУ «Мосэкомониторинг» - даже в 3.2 раза (рис. 2). Показано, что наибольшие концентрации озона в эпизодах 2010 г., как и в предыдущие годы, были связаны с затянувшимися позднее обычного инверсиями в пограничном слое атмосферы (рис. 3) [3]. В соответствии с методикой ВОЗ [1] проведены оценки, что уровень загрязнений в Московском регионе летом 2010 г., несомненно, привел к ухудшению здоровья его жителей и дополнительным случаям смертности, в первую очередь, из-за повышенных концентраций PM_{10} и озона [3]. Отмечено также, что число превышений средней за 8 ч концентрации озона 100 мкг м^{-3} , рекомендуемой ВОЗ в качестве предельной для Европы [1], значительно превышает число превышений национальной ПДК, а превышения среднесуточной ПДК (30 мкг м^{-3}) в Московском регионе наблюдаются примерно в половине дней в году. С учетом результатов наблюдений приземного озона на территории Приокско-террасного заповедника (ИГКЭ) и в Киеве [4,5] можно ожидать, что южнее Москвы число таких дней еще больше. Сделан вывод, что российский гигиенический норматив для среднесуточного озона 30 мкг м^{-3} , аналога которого не существует ни в одной стране мира (кроме ряда государств СНГ, например, Беларуси, где его значение 90 мкг м^{-3}), является бессмысленным и, по-видимому, нуждается в замене на норматив для максимальной средней за 8 час концентрации озона (значение которого в Европейском Союзе составляет 120 мкг м^{-3} [6], а ВОЗ рекомендует для стран Европы 100 мкг м^{-3} [1]).

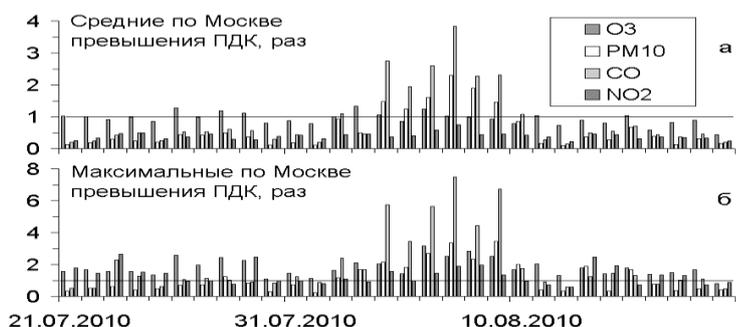


Рис. 2. Временной ход отношений средних разовых по всем станциям (а) и максимальных (б) разовых концентраций малых газовых составляющих и аэрозоля (PM_{10}), зарегистрированных системой ГПУ «Мосэкомониторинг», к соответствующим предельно допустимым концентрациям.

По результатам мониторинга на станциях Москвы и Долгопрудного и ряда других городов России и Европы нами разработана статистическая

модель для прогнозирования максимальных суточных концентраций озона. В число предикторов входят приземная температура, относительная влажность и метеорологический потенциал загрязнения (МПЗ_{оз}). Совместно с Главной геофизической обсерваторией в 2008 г. разработана «Методика прогнозирования суточных максимумов концентрации приземного озона», с использованием которой летом 2010 г. было успешно осуществлено оперативное прогнозирование концентраций приземного озона для Московско-го региона.

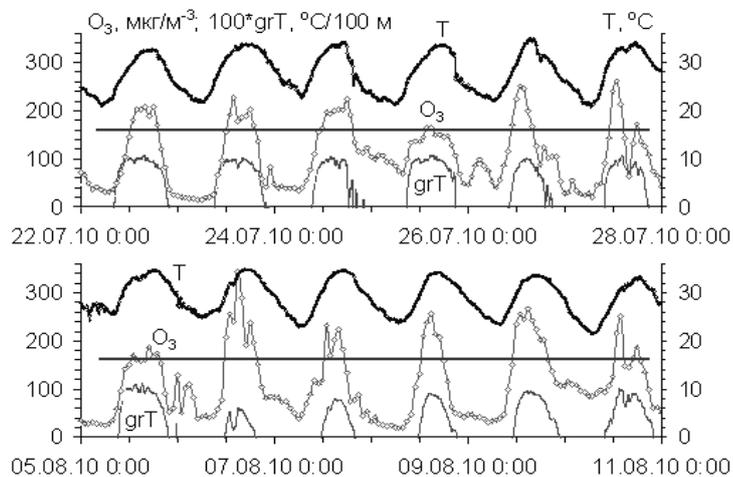


Рис. 3. Временной ход разовых концентраций приземного озона O₃, температуры T и ее вертикального градиента grT в нижнем 200-м слое тропосферы по данным станции Долгопрудный. Отрицательные градиенты температуры в периоды ночных инверсий на рисунке не показаны. Горизонтальная прямая - максимальная разовая ПДК озона (160 мкг/м³)

Заключение

1. Необходима организация мониторинга приземного озона в Московском регионе и более южных регионах в системе Росгидромета.

2. Необходимо обращение Росгидромета к Главному санитарному врачу России о целесообразности исключения из Гигиенических нормативов среднесуточной ПДК озона и введения норматива максимальной средней за 8 ч концентрации.

3. Для контроля качества воздуха в городах необходимы разработка и внедрение в оперативную практику Росгидромета химическо-транспортных моделей для прогнозирования уровней озона и других приоритетных загрязнителей из списка ВОЗ (PM₁₀, NO_x, CO и SO₂).

Работа подготовлена при частичной финансовой поддержке проектов РФФИ 11-05-01144-а и 11-05-91061-НЦНИ_а.

Литература

1. WHO 2005. Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. – WHO. 2006. 484 p.
2. EEA 2010. The European environment. State and outlook 2010. Synthesis. – Copenhagen: European Environment Agency. 2010. 228 p.
3. Звягинцев А.М. и др. Загрязнение воздуха на Европейской части России и в Украине в условиях лета 2010 года // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2011. Т. 47. № 6. С. 757-766.
4. Звягинцев А.М., Беликов И.Б., Еланский Н.Ф. и др. Изменчивость концентраций приземного озона в Москве и Киеве // Метеорология и гидрология. 2010. № 12. С. 26-35.
5. Звягинцев А.М., Какаджанова Г., Тарасова О.А. Изменчивость приземного озона и других малых газовых составляющих атмосферы в мегаполисе и сельской местности // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23. № 1. С. 32-37.
6. ЕС, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, OJ L 152, 11.06.08, 1–44.

РАЗВИТИЕ МУРМАНСКОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Т.Д.Короткова, О.И.Мокротоварова, Т.В.Павлова

ФГБУ «Мурманское УГМС»

leader@kolgimet.ru

С 1970 года на территории Мурманской области мониторинг загрязнения атмосферного воздуха осуществляет Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды как орган, уполномоченный государством за проведение мониторинга загрязнения природной среды.

Для контроля качества атмосферного воздуха в 9 промышленных центрах Мурманской области ежедневно работают 18 стационарных постов наблюдений по существующей федеральной

программе мониторинга загрязнения атмосферного воздуха с трех-четырёх разовым отбором проб в течение суток.

На стационарных постах организованы наблюдения за содержанием основных загрязняющих веществ, которые выбрасываются повсеместно: взвешенные вещества (пыль), оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода. С учетом выбросов предприятий области организованы наблюдения за содержанием металлов (предприятия черной и цветной металлургии, выбросы автотранспорта (свинец)), формальдегида (в первую очередь – автотранспорт), бенз(а)пирена (выбросы промышленных предприятий, сгорание топлива любого вида), фтористые соединения (предприятия цветной металлургии).

С 2009 года организованы актуальные наблюдения за содержанием ароматических углеводородов (фенол, ксилол, этилбензол, бензол, толуол) в атмосферном воздухе г. Мурманска. Внедрение новых методик по определению специфических углеводородов связано, в том числе, и с появлением в последние годы резкого специфического запаха, особенно в районе предприятий, осуществляющих разогрев мазута пропаркой цистерн сухим паром в периоды перегрузки топлива и, особенно, в периоды метеоусловий, способствующих накоплению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

В целях уменьшения вредного воздействия на здоровье населения в Мурманском УГМС с 1980 года организованы работы по прогнозированию загрязнения атмосферного воздуха в периоды неблагоприятных метеоусловий. Штормовые предупреждения о прогнозируемом загрязнении передаются синоптиками Мурманского Гидрометцентра на предприятия области для принятия ими мер по сокращению выбросов в периоды НМУ.

В рамках долгосрочной целевой программы «Охрана окружающей среды Мурманской области» функционирует Мурманская территориальная автоматизированная система комплексного мониторинга атмосферного воздуха. На наблюдательной сети Мурманского УГМС установлены информационно-измерительные комплексы непрерывного контроля загрязняющих веществ в атмосферном воздухе 8-ми промышленных центров области. Мурманское УГМС обеспечивает бесперебойное функционирование территориальной автоматизированной системы, включая прием, хранение, анализ непрерывных данных мониторинга атмосферного воздуха, а также проведение поверки приборов, необходимых регламентных работ за счет средств областного бюджета. В режиме реального времени каждые 20 минут информация о содержании загрязняющих веществ поступает на управляющий компьютер Мурманского УГМС.

В первую очередь в 2009 году установлен информационно-измерительный комплекс непрерывного контроля диоксида серы на территории Печенгского района Мурманской области (г. Заполярный, п. Никель), зонах расположения крупнейшего в области комбината «Печенганикель» ОАО «Кольская ГМК».

Выбросы комбината «Печенганикель», преимущественно диоксида серы и металлов, загрязняют атмосферный воздух приграничных территорий России и Норвегии. Непрерывный контроль диоксида серы в атмосферном воздухе г. Заполярного и Никеля является на сегодняшний день одним из направлений сотрудничества в области приграничного мониторинга Смешанной российско-норвежской комиссии по сотрудничеству в области охраны окружающей среды

Ежегодно проводятся встречи экспертов Норвежского института исследований воздуха (NILU) и Мурманского УГМС, представителей органов власти сторон с целью установления взаимопонимания ситуации с загрязнением атмосферного воздуха в приграничных регионах.

Разработаны технические решения телекоммуникационного и информационного сопряжения информационно-измерительных комплексов непрерывного контроля загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с действующей на территории Мурманской области территориальной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (МТ АСКРО).

В настоящее время на территории Мурманской области создается единая современная геоинформационная система представления данных радиационного и атмосферного мониторинга.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ДЛЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

К.Н. Иванов
ЗАО «Экрес-Инжиниринг», Санкт-Петербург
info@ingecros.ru

Территориальные системы экологического мониторинга являются информационно-техническими системами, предназначенными для получения, обработки и анализа информации о состоянии окружающей среды, природных ресурсов и природно-технических систем территорий и регионов. Данные системы функционируют в интересах административно-территориальных органов представительной и исполнительной власти и других заинтересованных организаций и предприятий

для обоснования принятия и контроля исполнения управленческих решений, организации выполнения программ и мероприятий, других действий в соответствии с возложенными на них задачами и функциями в области охраны окружающей среды и природных ресурсов.

Территориальные системы входят в состав государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды и включают в свой состав ведомственные системы мониторинга природных сред и природных ресурсов, источников антропогенного воздействия, а также локальные производственные системы промышленных предприятий.

Для обеспечения решения задач сбора, обработки и передачи данных, а также обеспечения научно-методического руководства и метрологического единства проводимых работ, в рамках территориальных систем создаются региональные информационно-аналитические центры (ИАЦ) и управляемые ими сети информационных коммуникаций.

Производственный экологический контроль осуществляется на территории промышленного предприятия (объекта) с целью выполнения природоохранных программ, планов мероприятий по охране окружающей среды, графиков контроля источников выбросов (стоков), объектов переработки, размещения отходов, осуществления координации и контроля природоохранной деятельности подразделениями промышленного объекта, приведения технической документации и технологических процессов в соответствие с нормами и требованиями.

Исходя из этих представлений, в основе производственного экологического контроля лежит экологический мониторинг аналитическими средствами источников организованных выбросов, объектов окружающей среды – качественное и количественное содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в местах размещения отходов, на границе санитарно-защитных зон, в воде производственных стоков, в донных отложениях, почве и т.д.

Компания «Экрос-Инжиниринг» занимается разработкой, производством, внедрением и обслуживанием локальных систем экологического мониторинга (СЭМ) для объектов промышленности, а также оснащением территориальных систем наблюдений в интересах администраций регионов страны и государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды.

Общий принцип функционирования автоматической системы мониторинга заключается в непрерывном получении достоверной информации о текущем состоянии объекта в контролируемой зоне от установленных датчиков. После получения информации система классифицирует ее и прогнозирует наиболее вероятное развитие ситуации. В случае выявления предаварийной или аварийной ситуации система производит автоматическое оповещение, рассчитывает наиболее вероятное развитие сценария и возможные последствия с учетом экологического и финансового ущерба. Далее выдаются последовательные рекомендации по дальнейшему действию с целью минимизации или предотвращению ущерба.

Основываясь на анализе структуры существующих автоматических систем экологического мониторинга, а также согласно предлагаемой нами принципиальной схеме локальной СЭМ, она представляет собой совокупность технических, программных и информационных средств, позволяющих обеспечить полноту, оперативность, достоверность и единство измеряемой информации о состоянии окружающей среды, и в соответствии с выполняемыми функциями включает в свой состав следующие подсистемы: информационно-измерительную (ИИП); передачи данных (ППД); информационно-управляющую (ИУП).

Измерительные звенья системы (представлены на рис. 1):

- средства контроля газодымовых выбросов от организованных промышленных источников (ИК-спектрометрия с применением корреляционных фильтров);

- автоматические посты контроля атмосферного воздуха АПК-А и поверхностных вод АПК-В – для контроля загрязнения атмосферного воздуха и состояния водных объектов, в том числе своевременного выявления (обнаружения) кратковременных экстремальных антропогенных воздействий (аварийные и нелегальные залповые сбросы сточных вод, аварии при хранении опасных веществ и др.);

- передвижные лаборатории контроля атмосферного воздуха ПЛ-А и природных вод и почв ПЛ-В – для оперативного отбора проб контролируемых природных сред с последующим проведением анализа или оперативного предоставления проб для анализа в стационарные лаборатории, например в условиях техногенного экологического катаклизма.

В состав ИИП, кроме того, входит производственная экологическая лаборатория, предназначенная для проведения химико-аналитического анализа всех видов проб контролируемых природных сред, подготовки исходных данных для оценки ситуации и составления прогноза воздействия производства на окружающую природную среду, а также передачи полученных данных в ИИП. Сбор, обработка и управление информационными массивами данных, поступающими от аналитических средств измерений, организуются путем функционирования посредством создания на объекте ИАЦ.

ППД представляет собой комплекс унифицированных программных и технических средств передачи информации. Основным результатом передачи данных является своевременная доставка

аналитической информации и других данных, загрузка их в базы данных системы, а также передача необходимой информации оперативному персоналу и заинтересованным лицам.

В состав ИУП объекта в качестве основных структурных элементов входят программно-аппаратные комплексы, которые могут функционировать как в автоматическом, так и в автоматизированном режиме, например, ПОСОД «АГАТ» (разработка «Экрос-Инжиниринг» совместно с НИО Росгидромета). В связи с этим производимые компанией автоматические средства функционально согласуются с существующей системой Росгидромета и могут являться информационными абонентами государственной системы экологического мониторинга. Составные элементы ИУП объединяются в ИАЦ различного уровня.



Рис. 1 – Измерительные звенья системы

Сочетание проектно-конструкторской деятельности с собственным производством, использование в разработках оборудования отечественных и ведущих мировых производителей, таких как Environnement S.A., Nach Lange и др., наличие развитой сервисной службы позволяет компании «Экрос-Инжиниринг» решать широкий круг задач по созданию, эксплуатации и обслуживанию производственных систем экологического мониторинга.

Такие системы внедрены на большом количестве объектов во многих регионах страны: г.г. Волгоград, Новосибирск (2000-2001 г.г.); п. Горный, Саратовская обл. (с 2001 г.); г. Камбарка, Удмуртская Республика (с 2004 г.); п. Марадьковский, Кировская обл. (с 2007 г.); г. Щучье, Курганская обл. (с 2009 г.); г. Леонидовка, Пензенская обл. (с 2008 г.); г.

Почеп, Брянская обл. (с 2010 г.); г. Кизнер, Удмуртская Республика (с 2012 г.); г. Сочи (2011 г.); г. Пермь (2012 г.); Байкальская природная территория (с 2012 г.); Республика Татарстан (с 2012 г.).

Положительным результатом создания СЭМ является:

а) максимальное снижение материального ущерба от аварийной (чрезвычайной) ситуации, технологического сбоя на промышленных предприятиях региона;

б) исключение человеческих жертв в критических условиях за счет своевременного оповещения персонала объектов и населения, а также проведения защитных мероприятий;

в) формирование условий повышения экономической эффективности и инвестиционной привлекательности производств региона за счет:

- хороших взаимоотношений с государственными надзорными органами, исключающих затраты на штрафные санкции в рамках природоохранного законодательства;

- упрочения рыночных позиций и роста конкурентоспособности продукции, выраженных увеличением оценочной стоимости основных производственных фондов;

- роста производительности труда, определяемого низким уровнем негативного воздействия производственных факторов на здоровье персонала и санитарно-эпидемиологическим благополучием населения;

- оптимизации технологических режимов и минимизации ресурсоемкости.

РАСЧЕТНЫЙ МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ГОРОДОВ

РАБОТЫ ГГО В ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА: ОТ ЛОКАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ДО ХТМ И ЭФФЕКТОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Е.Л. Генихович, И.Г. Грачева, А.Д. Зив, В.И. Кириллова, С. Мостаманди, А.А. Рыжакова, К.А. Лазарева, Д.Ю. Румянцев

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова Росгидромета, Санкт-Петербург
ego@main.mgo.rssi.ru

1. Основное направление исследований ГГО традиционно связано с разработкой эйлеровых моделей, основанных на решении системы уравнений атмосферной диффузии. Эта система совместно с начальными и граничными условиями описывает законы сохранения рассматриваемых примесей с учетом действия их источников, взаимодействия с подстилающей поверхностью и (в случае необходимости) физико-химической трансформации. Уравнения диффузии в режиме *off-* или *on-line* «стыкуются» с «метеорологическими драйверами», позволяющими численно или (по результатам параметризации соответствующих процессов) аналитически описать поля метеозлементов, определяющих распространение атмосферных примесей. Требования к такой детализации могут зависеть от пространственно-временных масштабов моделируемых процессов.

2. Применительно к задачам атмосферной диффузии с учетом хаотической природы атмосферных процессов центральным является вопрос о корректном сопоставлении результатов модельных расчетов с данными натурных измерений. В данной связи характерным для подхода, развиваемого в ГГО, является ориентация на моделирование устойчивых статистик для рассматриваемых примесей, а не их случайных «текущих» характеристик. В качестве таких статистик в зависимости от пространственных и временных масштабов рассматриваемых процессов, а также ожидаемого результата моделирования используются «мажоранты» (верхние процентиля функций распределения) или условные мажоранты полей концентрации, их долгопериодные средние, а также (при отсутствии других, более конструктивных возможностей) статистические характеристики различных ансамблей этих полей.

3. Среди разработанных в ГГО локальных моделей, кроме [1-3], можно упомянуть полученное в рамках теории подобия аналитическое выражение для вертикального распределения концентрации аэрозолей [4]. Это выражение является обобщением известной формулы Баренблатта-Голицына [5] на случай термически стратифицированного приземного слоя атмосферы.

4. В разработанной в ГГО эйлеровой региональной химической транспортной модели (ХТМ), экспериментальная проверка которой завершается в настоящее время, реализовано численное решение уравнений атмосферной диффузии методом дробных шагов [6]. Для аппроксимации адвективных членов используется схема М.В. Гальперина, конвективный член аппроксимируется «внутри» аппроксимации вертикальной турбулентной диффузии. На основе обобщения этой схемы с использованием идей Г.И. Марчука нами предложено однопараметрическое семейство схем для численной аппроксимации адвективного переноса, что позволяет выбирать значение определяющего характеристики схемы параметра оптимальным образом. Все турбулентные потоки рассчитываются с использованием так называемых эффективных коэффициентов турбулентности (аналог функционалов А.А. Самарского). В химическом блоке в настоящее время реализован механизм СВ IV; рассматривается также возможность подключения механизмов SAPRC99 и SAPRC07. В режиме *off line* модель работает с различными метеорологическими драйверами, в том числе MM5 и WRF. В настоящее время рассматривается вопрос о разработке *on line* версии модели с использованием в качестве драйвера мезометеорологической численной модели TVM [7], вариант которой, предназначенный для использования «в связке» с ХТМ, разработан совместно специалистами ГГО и университета Лёвена (Бельгия).

5. ХТМ ГГО была апробирована на данных натурных трассерных экспериментов. Модель использовалась для оценки последствий аварии на АЭС Фукусима (Япония) и извержений вулканов Эйяфьятлайокудль и Гримсвотн (Исландия). Бета версия модели, которая предназначена для оценки переноса на Санкт-Петербург выбросов от источников, расположенных в Ленинградской области, передана для апробации в СЗ УГМС. Одновременно в ГГО запущены разработанные в Финском метеорологическом институте химическая транспортная модель SILAM (ряд блоков этой модели разработан при участии специалистов ГГО в рамках двустороннего сотрудничества Росгидромета и ФМИ) и система IS4FIRE, предназначенная для прогноза распространения дыма от лесных пожаров. В системе IS4FIRE реализован алгоритм восстановления необходимой для расчетов исходной

информации по данным спутникового зондирования. Предполагается провести ее апробацию в августе – сентябре 2013 г.

6. В связи с внедрением региональных ХТМ возникает ряд методологических вопросов, от решения которых фактически зависит эффективность применения этих ХТМ. Прежде всего, следует упомянуть задачу разработки методов оценки применимости численных моделей прогноза погоды в качестве метеодрайверов для ХТМ. В данной связи были проанализированы результаты применения модели WRF, которые позволяют оценить вносимые при ее использовании погрешности в полях ветра и характеристик турбулентной диффузии. Особое внимание необходимо уделить также оценке соответствия различных компонент поля скоростей ветра уравнению неразрывности, поскольку при использовании ХТМ неточное выполнение этого уравнения может привести к возникновению фиктивных источников и/или стоков рассматриваемых примесей. Представляется, что подобного рода систематические исследования должны стать обязательной частью процедуры тестирования ХТМ перед тем, как принять решение о возможности их практического использования.

7. В настоящее время рассматривается вопрос о стыковке ХТМ ГГО с региональной моделью климата (РМК ГГО) [8]. На начальной стадии планируется работа ХТМ в режиме *off line*, хотя в перспективе можно ожидать также разработки *on line* версии модели. Первоначальные проработки показали, что погрешности в воспроизведении полей ветра и характеристик турбулентности в РМК ГГО аналогичны соответствующим погрешностям модели WRF.

8. Рассмотрен вопрос о влиянии возможных изменений климата России на характеристики загрязнения атмосферы и климатические параметры, фигурирующие в моделях расчета загрязнения воздуха. В частности, показано, что в расчетах на перспективу вплоть до 2050 г. можно оставить неизменным фигурирующий в методике [1] параметр А, определяющий условия рассеивания примесей в атмосфере,

Литература

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.// Л., Гидрометеиздат, 1987.- 92 с.

2. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. РД 52.04.253 – 90.// Л., Гидрометеиздат, 1990.- 23 с.

3. Генихович Е.Л., Берлянд М.Е., Грачева И.Г., Елисеев В.С., Зив А.Д., Оникул Р.И., Филатова Е.Н., Хуршудян Л.Г., Чичерин С.С., Яковлева Е.А. Оперативная модель для расчета долгопериодных средних концентраций. Труды ГГО, вып. 549, 1998.- с. 11 – 31

4. Генихович Е.Л., Грачева И.Г., Ионин В.А., Оникул Р.И., Румянцев Д.Ю., Филатова Е.Н., Яковлева Е.А. Моделирование загрязнения воздуха атмосферными аэрозолями для практических приложений. Труды ГГО, вып. 565, 2012.- с. 49 – 78

5. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь./ Препринт.- М.: Изд. МГУ, 1973.- 44 с.

6. M. Galperin, E. Genikhovich, M. Sofiev, I. Gracheva, J. Vira, J. Soares Meso-to-global modeling of atmospheric transport: numerical recipes, tests and applications. In: D. G. Steyn, S. T. Rao (Eds.) Air Pollution Modeling and its Application XX. Springer, 2010.- p. 147 – 150

7. E. Genikhovich, G. Schayes Perturbational downscaling and its applications in air pollution and meteorological problems. In: Air Pollution Modelling and Its Applications XVIII (Ed. C. Borrego, E. Renner), Elsevier, 2007.- p. 123 – 133

8. Школьник И.М., Мелешко В.П., Павлова Т.В. . Региональная гидродинамическая модель атмосферы для исследования климата на территории России. Метеорология и гидрология, т. 4, 2000, стр. 32-49

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ МЕГАПОЛИСА (НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ) В ГИДРОМЕТЦЕНТРЕ РФ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИМИКО-ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ COSMO-RU7-ART

Суркова Г.В.^{1,2}, Ревокатова А.П.¹, Курсанов А. А.¹, Кислов А.В.², Ривин Г.С.¹, Розинкина И.А.¹

¹Гидрометцентр РФ

²Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

COSMO-Ru7-ART – интегрированная расчетная система, включающая мезомасштабную негидростатическую модель атмосферы COSMO-Ru7 (COnsortium for Small-scale MOdelling - RUssia) [1, 4, 6] и модель атмосферной химии ART (Aerosols and Reactive Trace gases) [2, 7, 8]. Входные данные COSMO-Ru7 – результаты работы глобальной системы усвоения на сетке с шагом 20 км за последний стандартный срок 00, 06, 12 или 18 UTC метеорологических характеристик: ветра, температуры, влажности на стандартных изобарических поверхностях, геопотенциальных высот этих поверхностей и атмосферного давления у подстилающей поверхности, представленные в узлах

широт координатной сетки по области интегрирования. Граничные условия с интервалами по времени 3 часа поступают в систему мезомасштабного моделирования. Для расчета используется сферическая система координат со смещенным полюсом на 40 изобарических уровнях в атмосфере (верхний уровень на высоте примерно 23 км) и 7 уровней в почве. Основные этапы работы COSMO-Ru7: преобразование начальных условий для перевода на вычислительную сетку с шагом 7 км, интегрирование по времени уравнений гидротермодинамики атмосферы и деятельного слоя подстилающей поверхности, вычисление притоков тепла и влаги в каждой ячейке в толще модельной атмосферы, выполнение диагностических расчетов, формирование выходной стандартизированной продукции, подготовка на каждом шаге по времени (продолжительностью 40 с) информации для химической модели ART

Модель атмосферной химии ART позволяет учитывать химические преобразования веществ в газовой фазе, фотодиссоциацию, коагуляцию, конденсацию, нуклеацию, осаждение, выведение и вымывание аэрозолей. Предусмотрен учет аэрозольной химии, взаимодействия аэрозолей с радиацией, эмиссия морской соли, минеральной пыли, пыльцы, биогенные выбросы гидрокарбонатов и гетерогенные реакции. Химические процессы в тропосфере представлены 172 реакциями. Среди неорганических соединений в явном виде рассматриваются 17 устойчивых соединений и 4 радикала. Органические соединения включают 26 устойчивых соединений и 16 радикалов. Пространственные и временные изменения концентраций малых газовых примесей рассчитываются с помощью трехмерного уравнения диффузии. В качестве граничных условий используются данные о выбросах газовых примесей. Рассчитываются концентрации оксидов азота, углерода и серы, азотной и серной кислоты, озона, пероксида водорода, альдегиды, кетоны, алканы, алкены. Соединения N_2 , O_2 , CH_4 участвуют в химических реакциях, их концентрация считается постоянной. Для учета процессов фотодиссоциации в COSMO-ART используется модель фотолиза PAPA, позволяющая рассчитывать вертикальные профили частоты фотодиссоциации путем ввода коррекции стандартных профилей с учетом дополнительных факторов, рассчитываемых на каждом шаге модельного счета. С использованием модели MADESoot и ряда параметризаций учитываются физические и химические трансформации аэрозолей, разделенных в зависимости от размера и химического состава на 6 групп. Для каждой из них решаются прогностические уравнения для концентрации и массовой плотности аэрозолей.

Распределение категорий землепользования основано на оценках проекта Global Land Cover 2000 Project (GLC, 2000). В качестве данных о выбросах веществ используются результаты проекта TNO (Netherlands) [35, 36], горизонтальный шаг сетки примерно 8 км ($0,125 \times 0,0625$), временное разрешение – 1 час.

На каждом шаге по времени расчет метеорологических величин и химических преобразований выполняется совместно, что позволяет учитывать обратное влияние концентрации аэрозолей и газов на атмосферные процессы.

COSMO-Ru7-ART реализована в Гидрометцентре России на вычислительном комплексе SGI Altix 4700 для территории Центрального Федерального округа (ЦФО) с шагом по пространству 7 км, по времени – 40 с и 40 уровнями по вертикали. В настоящее время с использованием COSMO-Ru7-ART выполняется ежедневный расчет прогноза (на 48 ч. от 00 ч. МСК) концентраций загрязняющих газообразных веществ и аэрозолей.

Для оперативного уточнения эмиссий загрязняющих веществ разработана методика, базирующаяся на данных измерений концентраций этих веществ на станциях экологического мониторинга [3]. Оценка эмиссий загрязняющих веществ при оперативном прогнозе их концентрации особенно сложна для территорий, подверженных антропогенному загрязнению. Объем выбросов не измеряется напрямую, инвентаризация эмиссий загрязняющих веществ проводится косвенными методами со значительным (иногда более года) запаздыванием по времени. Предлагается оперативный метод расчета эмиссий угарного газа, основанный на данных измерения его концентрации. Рассчитанные предложенным способом эмиссии могут быть использованы в качестве входных данных для химико-транспортных моделей. При сравнении результатов численных экспериментов с данными наблюдений сети Мосэкомониторинг было выявлено, что прогноз концентрации CO с использованием эмиссий, рассчитанных предложенным методом, в большинстве случаев, показал большую согласованность с данными наблюдений, чем прогноз с использованием данных эмиссий ТНО.

Для экстренных ситуаций, требующих расчета распространения шлейфа загрязняющих веществ, подготовлена и реализована технология оперативного задания данных об очагах лесных пожаров. Технология оценки выброса в атмосферу загрязняющих веществ во время лесных пожаров основана на корректировке входных данных при моделировании распространения атмосферных примесей с учетом типа растительности и ее средней биомассы. Это позволяет оценить соответствующий фактор эмиссии [5], при заданных площади пожара и его продолжительности моделировать распространение шлейфа пожара и производить учет физической и химической трансформации примесей в атмосфере. В пользу этого метода говорит возможность оперативного

его применения, так как дополнительная коррекция входных данных о локализации очагов горения и выборе типа растительности при проведении численных экспериментов не требует длительного времени. Проверка полученных результатов свидетельствует о перспективности использования данного метода.

В дальнейшем предполагается продолжить работу по совершенствованию прогноза в следующих направлениях: оперативное уточнение антропогенной эмиссии газов по данным мониторинга концентраций этих газов в воздух и оперативный прогноз распространения шлейфов воздушных загрязнений от различных очагов (лесных пожаров, выбросов пыли, вулканов, техногенных выбросов) с учетом свойств подстилающей поверхности и спутниковых данных.

Литература

1. Вильфанд Р. М., Ривин Г. С., Розинкина И. А. Система COSMO-RU негидростатического мезомасштабного краткосрочного прогноза погоды Гидрометцентра России: первый этап реализации и развития // Метеорология и Гидрология. 2010. № 8. С. 6-20.

2. Описание химического блока ART: <http://www.imk-tro.kit.edu/download/LM-ART.pdf>

3. Ревокатова А.П., Суркова Г.В., Кирсанов А.А., Ривин Г.С. Прогноз загрязнения атмосферы Московского региона с помощью модели COSMO-ART // Вестн. Моск. ун-та. Сер.5. География, 2012. № 4. С.25-32.

4. Сайт консорциума COSMO: <http://www.cosmo-model.org>

5. Andreae, M. O. and Merlet, P.: Emission of trace gases and aerosols from biomass burning, *Global Biogeochem. Cycles*, 15, 955–966, 2001.

6. Baldauf, M., Seifert, A., Forstner, J., Majewski, D., Raschendorfer, M., and Reinhardt, T.: Operational convective-scale numerical weather prediction with the cosmo model: description and sensitivities, *Mon. Weather Rev.*, 139, 3887-3905, doi:10.1175/MWR-D-10-05013.1, 2011.

7. Knote, C., Brunner, D., Vogel, H., Allan, J., Asmi, A., Äijälä, M., Carbone, S., van der Gon, H. D., Jimenez, J. L., Kiendler-Scharr, A., Mohr, C., Poulain, L., Prévôt, A. S. H., Swietlicki, E., and Vogel, B.: Towards an online-coupled chemistry-climate model: evaluation of trace gases and aerosols in COSMO-ART, *Geosci. Model Dev.*, 4, 1077-1102, doi:10.5194/gmd-4-1077-2011, 2011.

8. Vogel B., H. Vogel, D. Baumer, M. Bangert, K. Lundgren, R. Rinke, T. Stanelle. The comprehensive model system COSMO-ART – Radiative impact of aerosol on the state of the atmosphere on the regional scale // *Atmos. Chem. Phys.*, 2009, v.9, p. 8661-8680.

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ КОНЦЕНТРАЦИИ УГАРНОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ МОСКВЫ

А.П. Ревокатова, Г.В. Суркова, А.А. Кирсанов, А.В. Кислов, Г.С. Ривин

ФГБУ «Гидрометцентр России», Москва

revokatova@gmail.com

Краткосрочный прогноз пространственно-временного распределения концентрации вещества в атмосфере может быть выполнен при помощи химико-транспортной модели, в которой учитываются источники, стоки и физическая и химическая трансформация атмосферной примеси. Авторы этой работы для выполнения поставленной задачи использовали модель COSMO-Ru7-ART. Это химико-транспортная модель, состоящая из мезомасштабной негидростатической метеорологической модели COSMO, которая является поставщиком информации о метеорологических параметрах, и химического модуля ART. Отличительной особенностью COSMO-Ru7-ART является совместный расчет метеорологических величин и химических преобразований на каждом шаге по времени, то есть используется «он-лайн» подход [3].

Необходимой информацией для работы модели являются эмиссии загрязняющих веществ. Оценка эмиссий обычно базируется на косвенных данных, основанных на информации о плотности населения, развитии промышленности, наличии автодорог и других источников загрязнений. На этом принципе построены такие известные базы данных, как EMEP, EDGAR, TNO и EPER. Подобные эмиссии носят «климатологический» характер, то есть считается, что в каждый конкретный день и час эмиссии повторяют особенности, наблюдавшиеся в прошлые годы. Такие данные можно использовать для изучения закономерностей загрязнения атмосферы в малозаселенной местности, но для краткосрочного прогноза концентрации веществ в мегаполисах, которые сами по себе являются крупнейшими источниками выбросов, средние многолетние данные инвентаризации выбросов требуют уточнения.

Авторы данной работы предлагают метод расчета эмиссий загрязняющих веществ в реальном времени и доказывают его применимость на угарном газе. Этот метод основан на использовании данных измерения концентраций загрязняющих веществ на станциях мониторинга.

Основой предлагаемого алгоритма расчета стал известный подход, при котором мощность источника определяется по измеренным значениям на предыдущих шагах по времени. Притоки и расходы вещества, которое имеет концентрацию C ($\text{мг}/\text{м}^3$) можно описать уравнением баланса массы (1):

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \chi \nabla^2 C + \frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial C}{\partial z} + E \quad (1)$$

где χ и k - коэффициенты турбулентности по горизонтали и вертикали; E характеризует появление и потери вещества в результате химических реакций.

В задаче о загрязнении атмосферы эмиссия вещества осуществляется с поверхности и потоки на верхней границе ячейки малы. Если скорость изменения концентрации из-за химических превращений гораздо меньше скорости изменения концентрации за счет метеорологических процессов, то последним слагаемым – E - можно пренебречь. Будем рассматривать именно данный случай, анализируя угарный газ (среднее время жизни которого в атмосфере составляет 1-3 мес.) – маркер антропогенного загрязнения городской атмосферы. Таким образом, для угарного газа, эмиссия (F) может быть рассчитана по следующей формуле:

$$F = H \left(\frac{\partial \tilde{C}}{\partial t} + \frac{\partial \tilde{C}\tilde{u}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{C}\tilde{v}}{\partial y} - \tilde{C} \left(\frac{\partial \tilde{u}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{v}}{\partial y} + \frac{\partial \tilde{w}}{\partial z} \right) - \chi \nabla^2 \tilde{C} \right) \quad (2)$$

Изменение концентрации CO во времени аппроксимировалось разностью концентраций в последовательные моменты времени.

Практическая реализация данного подхода осуществлена путем использования результатов численных расчетов по мезомасштабной модели COSMO-Ru7-ART, получаемых на 40 вертикальных уровнях четыре раза в сутки в Гидрометцентре Российской Федерации, и данных о концентрации CO на 21 станции на территории Москвы и Московской области, предоставляемых по измерениям на автоматизированной сети контроля загрязнения атмосферы Мосэкомониторинг.

Данные о концентрации CO были переведены на регулярную сетку 7×7 км с помощью интерполяции методом обратных квадратов. Для создания более детального поля измеренных концентраций, перед процедурой интерполяции создавались «фиктивные» станции. Используя комплексную экологическую карту, мы переносили данные о концентрациях с известных станций на искусственно созданные виртуальные точки, имеющие схожие условия для формирования загрязнения.

Используемая в уравнении (2) высота (H) выбиралась из условия однородного распределения примеси в рассматриваемом слое. Можно считать, что перенос примеси по вертикали осуществляется за счет турбулентного обмена, интенсивность которого определяет высоту слоя перемешивания. В нашей работе мы использовали известную оценку, базирующуюся на представлении о том, что высота пограничного слоя атмосферы создается за счет вертикального турбулентного обмена, корректируемого вращением Земли. При этом комбинация коэффициента

турбулентного обмена и параметра Кориолиса дает $H = \sqrt{\frac{\chi}{f}}$ – высоту пограничного слоя атмосферы,

которая входит в уравнение (2) как высота слоя однородного распределения примеси.

При проведении численных экспериментов модель COSMO-Ru7-ART запускалась на 24 часа от 00 часов UTC. При этом для каждого дня производилось 2 запуска с разными данными об эмиссиях CO . При первом запуске использовались данные инвентаризации выбросов TNO, при втором - эмиссии, рассчитанные на основании измеренных концентраций.

В табл.1 приведены отклонения прогнозируемых концентраций от измеренных в среднем для всех станций Мосэкомониторинга за 4 расчетных периодов. Можно видеть, что использование эмиссий, рассчитанных предлагаемым методом, позволяет улучшить прогноз поля концентрации угарного газа в Москве.

Таблица 1. Средние отклонения рассчитанных концентраций от измеренных с использованием разных типов эмиссий, $\text{мг}/\text{м}^3$

Виды эмиссий	Отклонение "модель - наблюдения"			
	Февраль	Апрель	Август	Ноябрь
Эмиссии по выражению (2)	0.32	0.36	0.39	0.41
TNO	0.50	0.57	0.50	0.75

Таким образом, авторами были проведены численные эксперименты с помощью модели COSMO-Ru7-ART с использованием эмиссий, рассчитанных на основании измеренных концентраций. Проведена верификация полученных данных путем их сравнения с данными измерений. Было выявлено, что прогноз концентрации CO с использованием эмиссий, рассчитанных предложенным методом, в большинстве случаев, показал лучшую пространственную и временную согласованность с данными наблюдений, чем прогноз с использованием данных средних многолетних инвентаризаций выбросов [1, 2].

Полученные результаты позволяют заключить, что прогноз пространственно-временного распределения угарного газа на одни сутки на территории Москвы можно ставить как выполнимую задачу, которая может быть решена с помощью химико-транспортной модели COSMO-Ru7-ART и разработанного авторами метода оперативного расчета эмиссий угарного газа.

Литература

- [1] А.П. Ревокатова, Г.В. Суркова, А.В. Кислов. О методе оперативного расчета эмиссий загрязняющих веществ в атмосферу на примере Москвы и Московской области. Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2013, № 1. Стр. 33-42.
- [2] А.П. Ревокатова. Метод расчета эмиссий угарного газа для прогноза загрязнения воздуха в Москве. Метеорология и Гидрология. 2013, №6. Стр. 39-51.
- [3] Vogel, B., H. Vogel, D. Baumner, M. Bangert, K. Lundgren, R. Rinke, T. Stanelle. The comprehensive model system COSMO-RU7-ART – Radiative impact of aerosol on the state of the atmosphere on the regional scale. // Atmos. Chem. Phys. -2009 – 9. P. 8661-8680.

ОЦЕНКА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ОТ ПОЖАРОВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ ЛЕТОМ 2010 ГОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ WRF-ARW СО ВСТРОЕННЫМ ХИМИЧЕСКИМ БЛОКОМ WRF-CHEM

С. В. Емелина¹, А.Н.Сафронов², К.Г.Рубинштейн¹, Р.Ю. Игнатов¹, А.И.Скорород²

¹ ФГБУ «Гидрометцентр России»

² Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН

tkachukzn@gmail.com

В работе описана система прогнозирования выбросов от пожаров в центральных областях Европейской территории России с использованием региональной гидродинамической модели WRF (Weather Research Forecast, Исследование и Прогноз погоды, США), которая имеет опыт успешного многолетнего испытания в Гидрометцентре России. Модель содержит встроенный химический транспортный блок CHEM, кроме этого модель характеризуется возможностью использования современных методов ассимиляции метеорологических измерений в мегаполисе и в окрестностях. Воспроизведение выбросов от пожаров проводилось для периода аномального лета 2010 г., который отличался не только высокой температурой воздуха, но и, как следствие, сильной задымленностью мегаполиса и прилегающих областей. Проведено сопоставление данных расчетов по модели WRF-CHEM с экспериментальными значениями NO, NO₂, CO, O₃, CH₄, измеренными на научной станции ИФА-МГУ.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИМИКО-ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ COSMO-RU7-ART

А.А.Кирсанов, А.П.Ревокатова, Г.С.Ривин, Г.В.Суркова
ФГБУ «Гидрометцентр России»
heu3becteh@gmail.com

Пожары, особенно длительные, значительно изменяют состав воздушной среды и могут нанести вред здоровью людей. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в области, оказавшейся под влиянием лесного пожара, могут превышать в несколько раз, что может оказывать негативное влияние не только на здоровье людей с хроническими заболеваниями, но и на полностью здоровых людей, а также объекты хозяйственной деятельности.

Прогнозирование распространения шлейфов воздушных загрязнений от очагов лесных пожаров может помочь заблаговременно оповестить население и принять соответствующие меры при значительных превышениях предельно допустимых концентраций.

Была подготовлена методика задания выбросов в атмосферу загрязняющих веществ с территорий, охваченных лесными пожарами, и произведено моделирование случая загрязнения атмосферы малыми газовыми составляющими при лесных пожарах августа 2010 года моделью COSMO-Ru7-ART, а также оценены полученные результаты.

Система COSMO-Ru7-ART позволяет рассчитывать пространственно-временное распределение малых газовых составляющих и аэрозолей с учетом метеорологических условий. Отличительной особенностью COSMO-ART является совместный расчет метеорологических величин и химических преобразований на каждом шаге по времени с учетом их прямых и обратных связей.

Для расчета выбросов от горения биомассы используется информация о массе лесных горючих материалов на единице площади лесной территории, сгоревшей при лесном пожаре и факторы эмиссий для соответствующего типа растительного покрова. Информация о локализации и интенсивности лесных пожаров может быть получена по спутниковым данным или по данным МЧС. Масса сгоревших лесных горючих материалов может быть рассчитана по площади выгоревшей территории, доле сгорания лесных горючих материалов и их массе на единицу площади. Факторы эмиссий для различных соединений и типа растительного покрова могут быть заданы согласно материалам соответствующих исследований, например, [3]. Эмиссии находятся как произведение массы сгоревших на единице площади (за соответствующий промежуток времени) лесных горючих материалов на фактор эмиссии.

Были рассчитаны поля концентраций CO, NO, NO₂, O₃ в период с 07.08.10 по 11.08.10 с учетом влияния выброса в атмосферный воздух загрязняющих веществ вследствие лесных пожаров. Было рассмотрено пространственное распределение концентраций малых газовых составляющих, а также произведено сопоставление результатов расчета с данными наблюдений экологической станции ИФА РАН и Географического факультета МГУ и сети ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Была рассмотрена возможность как задания эмиссий без использования спутниковой информации, так и с ее использованием (данные MODIS).

Оценка полученных результатов показала способность модели адекватно воспроизводить распространение шлейфов воздушных загрязнений от очагов лесных пожаров. Модель способна воспроизводить процессы химии атмосферы, происходящие при лесных пожарах, концентрации загрязняющих веществ, а также связи между ними.

Литература

1. Гришин А.М. Физика лесных пожаров. Томск: Изд-во ТГУ, 1994. 218 с.
2. Ревокатова А.П., Суркова Г.В., Кирсанов А.А., Ривин Г.С. Прогноз загрязнения атмосферы московского региона с помощью модели COSMO-ART // Вестник Московского университета, серия 5, География, 2012, №4, с. 25-32.
3. Andreae, M. O. and Merlet, P.: Emission of trace gases and aerosols from biomass burning, *Global Biogeochem. Cycles*, 15, 955–966, 2001.
4. Konovalov I. B., Beekmann M., Kuznetsova I. N., Yurova A., and Zvyagintsev A. M.. Atmospheric impacts of the 2010 Russian wildfires: integrating modelling and measurements of an extreme air pollution episode in the Moscow region, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10031-10056, 2011.

ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

И.Н. Кузнецова¹, И.Ю. Шалыгина¹, М.И. Нахаев¹, А.А. Глазкова¹, Р.Б. Зарипов¹,
Г.В. Суркова^{1,2}, Г.С. Ривин^{1,2}, А.П. Ревокатова¹, А.А. Кирсанов¹, И.Б. Коновалов³, П.В. Захарова⁴

¹ФГБУ «Гидрометцентр России, Москва,

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

³ФГБУН «Институт прикладной физики РАН», Нижний Новгород

⁴ГПБУ «Мосэкомониторинг», Москва,

muza@mecom.ru, galina_surkova@mail.ru, konov@appl.sci-nnov.ru

Современный мировой уровень прогнозирования качества воздуха определяют модели - от простейших Гауссовых до описывающих сотни реакций химических транспортных моделей (ХТМ). Наиболее распространенные за рубежом ХТМ описаны в одной из последних обзорных публикаций [1]. Выбор моделей определяется конкретной исследовательской или практической задачей. В ФГБУ «Гидрометцентр России» адаптированы и развиваются прогностические комплексы WRF/ARW-CHIMERE [2,3] и COSMO-Ru7-ART [4,5], предназначенные для расчетов концентраций загрязняющих веществ с учетом химических преобразований для центральных областей ЕТР до 3 суток вперед с дискретностью 1 ч [2-5].

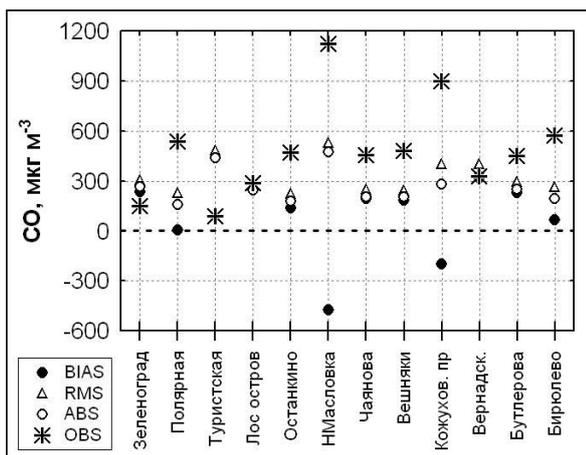


Рис. 1 Статистические характеристики ошибок модельного прогноза средней суточной концентрации CO. Зима (пр.).

Ошибки модельного прогноза являются следствием многих причин: неточности пространственного распределения и объема эмиссий при высокой неоднородности источников загрязнений в мегаполисе, в результате пересчета из узлов модельной сетки ХТМ в пункты контроля (даунскейлинг), вследствие ошибок прогноза метеорологических характеристик, используемых ХТМ для расчета концентраций, и пр.

Установленные по результатам оценки модельных прогнозов количественные и пространственные неоднородности ошибок расчетов концентраций загрязняющих веществ являются мотивировкой постобработки модельных прогнозов, цель которой - обеспечение необходимой точности оперативного прогноза концентраций загрязняющих веществ в пунктах и на типовых территориях Московского региона. Составной частью постобработки является структурный анализ характеристик распределения модельных ошибок (плотности, центральной тенденции, квартильного размаха) и минимаксных значений. В качестве иллюстрации на рис. 2 представлена диаграмма размаха модельных ошибок средней суточной концентрации PM_{10} на станциях АСКЗА. По иллюстрации можно сделать выводы, в частности, о высокой надежности модельного прогноза на одной станции (Спиридоновка) и необходимости коррекции прогнозов для других станций.

Отметим, требования к прогнозу попадания в градации приближения и выше ПДК загрязняющего вещества – повышенные, что определяется важностью задачи предсказания наиболее опасных для здоровья и окружающей среды ситуаций. Поэтому анализу ошибок в диапазоне высоких концентраций и в типовых синоптических ситуациях (НМУ) уделяется отдельное внимание.

Рис. 3 Рассчитанные по ХТМ (линии с маркером) и измеренные концентрации приземного озона на трех станциях АСКЗА (1,2,3). 30.07-02.08.2012

Тестирование модельных расчетов двух прогностических комплексов осуществляется по данным наблюдений рекомендованных ВОЗ для оценки качества воздуха в населенных пунктах загрязняющих веществ на автоматизированной сети контроля качества воздуха (АСКЗА ГПБУ «Мосэкомониторинг»): CO , NO_x , O_3 и PM_{10} . Сравнение модель - наблюдение позволяет установить характерные погрешности модельных прогнозов отдельных веществ и пространственное распределение ошибок на территории мегаполиса. На рис.1 представлены стандартные показатели оценки модельного прогноза CO с.с., аналогичные приведенным в работе [6]: средняя (BIAS) и абсолютная (ABS) ошибки, среднее квадратическое отклонение (RMS), а также измеренные концентрации CO . Видно завышение модельного прогноза средней за сутки концентрации CO на большинстве станций, за исключением примыкающих станций (Н. Масловка, Кожухов пр.).

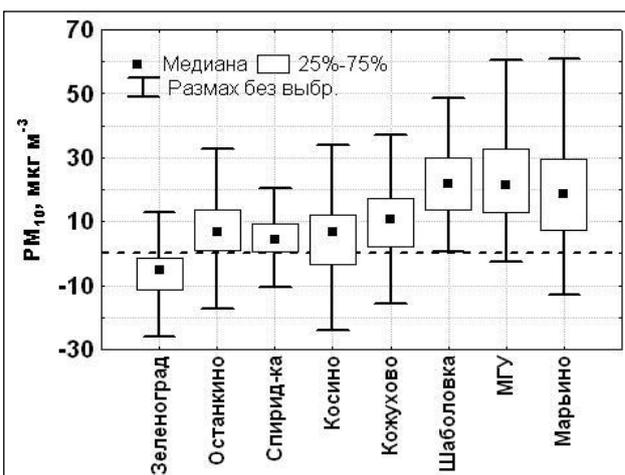
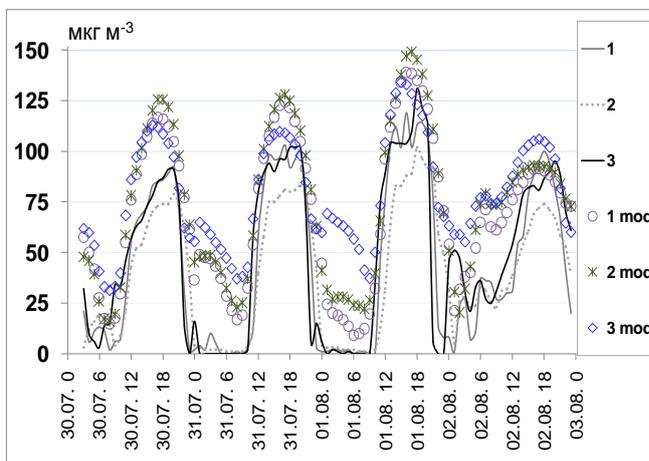


Рис. 2 Характеристики ошибок прогноза средней суточной концентрации PM_{10} по станциям АСКЗА



На рис.3 представлены модельные расчеты и измерения концентраций в эпизоде НМУ (31.07-01.08.2012), обусловивших накопление предшественников и повышение дневного уровня озона. Видно, что модельные расчеты удовлетворительно отражают дневное повышение концентраций O₃, завывают дневной максимум и физически неадекватно описывают ночную динамику концентраций O₃. Но можно заметить, что общие тенденции – повышение уровня O₃ при НМУ и понижение его при резкой смене синоптического процесса – в модельных расчетах в общем отражены.

По результатам проведенного тестирования прогностических комплексов пока еще на ограниченных выборках получено общее представление о характерных для обоих комплексов погрешностях расчетов различных загрязняющих веществ в среднем по городу и на отдельных станциях мониторинга. Важным результатом опытного сравнения возможностей двух ХТМ является обнаруженный положительный эффект уменьшения ошибок за счет «гибридного» учета модельного прогноза двух моделей по отдельным загрязняющим веществам, в частности, приземному озону.

При всех методических и расчетных проблемах, сопутствующих становлению новой технологии, задача численного прогноза качества воздуха с применением современного инструмента прогнозирования – химических транспортных моделей – является одной из актуальных для Росгидромета. Химические транспортные модели могут стать надежным средством прогнозирования при проведении их верификации на статистически обеспеченных рядах данных, в т.ч. наблюдений на сети Росгидромета. Следует отдельно отметить необходимость разработки и утверждения методических документов, регламентирующих численное моделирование загрязнения воздуха, разработать методику постобработки модельных расчетов, а также учитывающие специфику наблюдений и моделирования методические рекомендации для оценки модельных расчетов концентраций загрязняющих веществ.

Литература

9. Kukkonen J., Olsson T., Schultz D.M. and et. A review of operational, region-scale, chemical weather forecasting models in Europe // *Atmos. Chem. Phys.*, 2012, vol. 12, pp. 1–87.
10. Зарипов Р.Б., Коновалов И.Б., Кузнецова И.Н., Беликов И.Б., Звягинцев А.М. Использование моделей WRF-ARW и CHIMERE для численного прогноза концентрации приземного озона // *Метеорол. и гидрол.* 2011. № 4. С.48-60.
11. Кузнецова И.Н., Зарипов Р.Б., Коновалов И.Б., Звягинцев А.М., Семутникова Е.Г., Артамонова А.А. Вычислительный комплекс «модель атмосферы – химическая транспортная модель», как модуль системы оценки качества воздуха // *Оптика атмосфер. и океана.* 2010. Т.23. № 6. С. 485-492.
12. Вильфанд Р. М., Ривин Г. С., Розинкина И. А. Система COSMO-RU негидростатического мезомасштабного краткосрочного прогноза погоды Гидрометцентра России: первый этап реализации и развития // *Метеорол. и гидрол.* 2010. № 8. С. 6-20.
13. Ревокатова А.П., Суркова Г.В., Кирсанов А.А., Ривин Г.С. Прогноз загрязнения атмосферы Московского региона с помощью модели COSMO-ART // *Вестн. Моск. ун-та. Сер.5. География*, 2012. № 4. С.25-32.
14. Pirovano G., Balzarini A., Bessagnet B., Emery C., Kallos G., Meleux F., Mitsakou C., Nopmongkol U., Riva G.M., Yarwood G. Investigating impacts of chemistry and transport model formulation on model performance at European scale // *Atmos. Environ.* 2012. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.12.052

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ИЗ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ WRF ARW И ХИМИКО-ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ CHIMERE ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МОСКОВСКОМ МЕГАПОЛИСЕ

Р.Б. Зарипов¹, И.Б. Коновалов²

¹ ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации», Москва

² ФГБУН «Институт прикладной физики РАН», Нижний Новгород
zaripov@mecom.ru, konov@appl.sci-nnov.ru

При анализе и прогнозе концентраций загрязняющих веществ в Московском мегаполисе применяется распространенный подход, основанный на совместном использовании модели атмосферы (МА) и химико-транспортной модели (ХТМ): МА обеспечивает детальной метеорологической информацией ХТМ, которая рассчитывает поля концентраций загрязняющих веществ. Несмотря на распространение в последние годы комплексных моделей, одновременно решающих задачу и получения детальной метеорологической информации, и оценки уровня загрязнения (примеры – Enviro-HIRLAM, WRF-CHEM, COSMO-ART), авторы предпочли использование отдельных МА и ХТМ ввиду большей гибкости подобной системы.

Используются МА WRF ARW (<http://wrf-model.org>) и ХТМ CHIMERE (<http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere>). WRF ARW (далее просто WRF) основана на системе

уравнений гидротермодинамики в негидростатическом приближении, рассчитана на моделирование на различных пространственных масштабах. XTM CHIMERE использует подход Эйлера при описании переносов, отличительной особенностью модели является одновременное (без расщепления по группам процессов) рассмотрение изменений концентраций примесей в результате переносов, действия источников и стоков. В используемой конфигурации CHIMERE используется блок газофазных реакций MELCHIOR 1 (~80 веществ, >300 реакций), аэрозоли разделяются на 7 типов по составу и на 8 градаций по размерам.

При счете CHIMERE используются вложенные сетки: внешняя сетка с горизонтальным разрешением $1 \times 1^\circ$ охватывает всю Европу, внутренняя с разрешением около 11 км охватывает центральные области ЕТР. По результатам численных экспериментов выбрано использование 12 вертикальных уровней CHIMERE: от ~35 м до 200 гПа. Для обеспечения счета CHIMERE на внешней сетке WRF считается с горизонтальным шагом 70 км, для внутренней – с шагом 14 км (в обеих конфигурациях используется 43 вертикальных уровня, верхняя граница области моделирования 10 гПа). Антропогенные эмиссии рассчитываются с использованием данных EMEP для 2007 года (www.emep.int). Эмиссии аэрозолей и CO дополнительно корректируются по результатам расчетов за 2010 и 2011 года.

При анализе концентраций примесей счет WRF проводится с коррекцией состояния модели по данным анализа состояния атмосферы NCEP. При этом используется встроенная в WRF технология притягивания к крупномасштабным данным (притягивание к данным непосредственно в ходе счета модели с использованием спектрального сглаживания полей поправок) и дополнительная циклическая коррекция полей модели каждые 6 часов. По результатам расчетов метеорологических параметров и приземных концентраций примесей данная методика показала лучшие результаты, чем встроенная в WRF технология притягивания или циклическая коррекция по отдельности.

Счет CHIMERE последовательно проводится на внешней и внутренней сетках. Подготовка прогнозов (считаются ежедневно от срока 00 ВСВ с заблаговременностью 72 часа) от расчета полей анализа концентрации примесей отличается лишь отключением циклической коррекции полей WRF на обеих сетках и отключением притягивания состояния модели к крупномасштабным данным на внутренней сетке. Начальными данными для прогноза являются метеорологические поля и поля концентрации примесей, рассчитанные в ходе процедуры анализа.

Тестирование и настройка системы проводятся по данным сети автоматизированных станций ГПБУ «Мосэкомониторинг» (www.mosecom.ru), большая часть станций находится в пределах Москвы до расширения территории города в 2012 году. Летом 2012 года проводились наблюдения на 8 станциях для PM_{10} , 23 для CO, 14 для O_3 , 24 для NO и 30 для NO_2 . На рисунке 1 приводятся осредненные по станциям (за исключением находящихся в непосредственной близости от транспортных магистралей и промышленных объектов) коэффициенты корреляции ежечасных, максимальных суточных и среднесуточных концентраций. На данном рисунке прогноз с заблаговременностью 0 суток – анализ концентраций. Можно отметить (подтвержденную и по другим оценкам) особенность расчетов – при заведомом ухудшении качества метеорологии с увеличением заблаговременности прогноза качество рассчитанных полей концентрации падает незначительно.

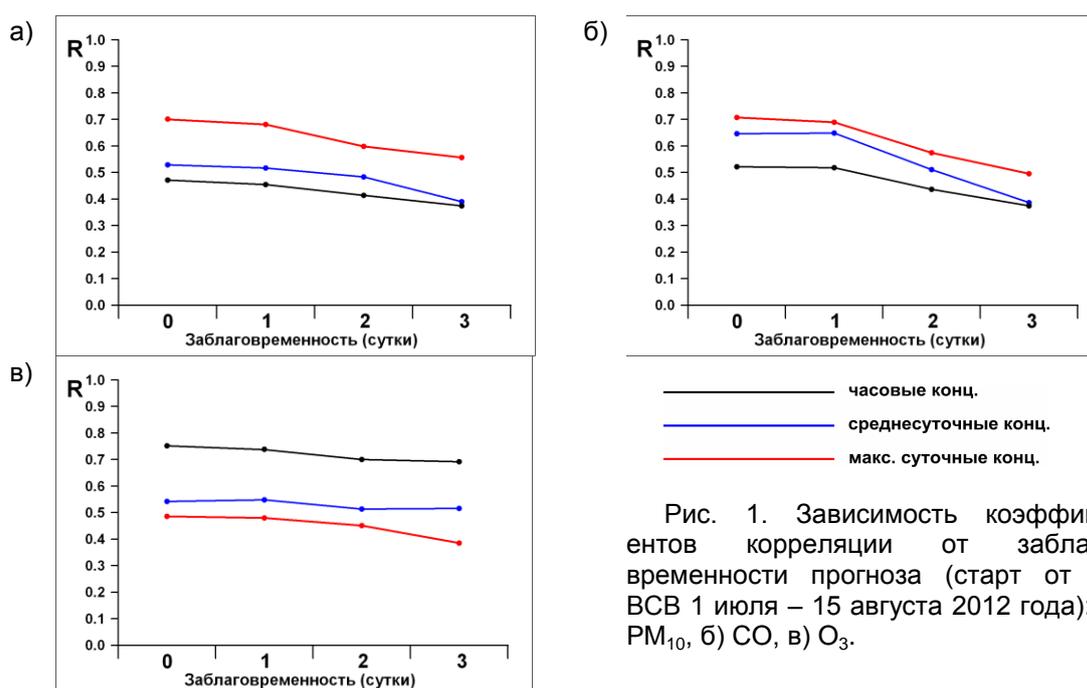


Рис. 1. Зависимость коэффициентов корреляции от заблаговременности прогноза (старт от 00 ВСВ 1 июля – 15 августа 2012 года): а) PM_{10} , б) CO, в) O_3 .

Сравнение наблюдений на станциях, в том числе находящихся в пределах одной ячейки вычислительной сетки CHIMERE (~11x11 км) выявляет очевидную проблему – для воспроизведения пространственной изменчивости полей в Москве пространственного разрешения модели и детальности полей антропогенных эмиссий загрязняющих веществ заведомо недостаточно. Поэтому предлагается процедура статистической коррекции, уточняющая результаты расчетов в точках станций. Ввиду слабой зависимости ошибок расчетов от заблаговременности прогноза, был выбран наиболее простой метод – «perfect prog». Согласно данному методу при получении корректирующих соотношений используются наблюдения и анализ (не прогноз) рассчитываемых моделью концентраций.

Из найденных в литературе сведений о точности модельных прогнозов концентрации загрязняющих веществ данные о наиболее близкой к решаемой задаче приводятся в работе [1] – для системы PREV’AIR (CHIMERE, статистическая коррекция) для территории Европы в 2004-2006 годах. Авторы вынуждены признать, что сейчас качество прогнозов качества воздуха для Москвы, получаемое с использованием описываемой системы, в целом уступает качеству прогнозов PREV’AIR для европейских городов. Это определяется наличием относительно небольшого числа станций, в которых CHIMERE рассчитывает концентрации примесей крайне неудачно. Можно предположить, что динамика концентраций примесей на этих станциях в значительной степени определяется локальными особенностями, не воспроизводимыми CHIMERE и задаваемыми эмиссиями. Тем не менее, из рассмотрения подобные станции не исключаются.

Визуализированные (в виде анимированных GIF-файлов) прогнозы приземной концентрации PM₁₀, CO, O₃, NO, NO₂, и SO₂ выкладываются на сайте Гидрометцентра России в статусе экспериментальных прогнозов (<http://www.meteoinfo.ru/about/frclmuz>).

Проводятся работы по включению в автоматизированную технологию анализа и прогноза качества воздуха сведений о природных пожарах. Выбрано использование сведений об излучаемой пожарами энергии на длине волны 3.9 мкм, измеряемой приборами MODIS на полярно-орбитальных спутниках Terra и Aqua. Эти данные с небольшой задержкой становятся доступными по Internet и позволяют учитывать сведения о пожарах практически в оперативном режиме. Проводится тестирование технологии по данным для лета 2010 года – для периода интенсивных природных пожаров и вызванного ими ухудшения качества воздуха в Москве

Работа подготовлена при поддержке грантов Правительства Российской Федерации (договор № 11.G34.31.0048) и Российского фонда фундаментальных исследований (грант 11-05-91061-НЦНИ).

Литература

1 Honoré C., Rouil L., Vautard R., Beekman M., Bessagnet B., Dufour A., et al. Predictability of European air quality: Assessment of 3 years of operational forecasts and analyses by the PREV’AIR system. – J. Geophys. Res., 2008, vol. 113, D04301, doi:10.1029/2007JD008761.

ГИДРОДИНАМИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА ФОРМАЛЬДЕГИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ АТМОСФЕРЫ

В.А.Шлычков¹, Т.С.Селегей², А.А.Леженин³, В.М.Мальбахов³

¹ Институт водных и экологических проблем СО РАН (Новосибирский филиал), г. Новосибирск,

² Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт,

³ Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,

г. Новосибирск

lezhenin@ommfao.sccc.ru

Проблема загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом является общероссийской. Из 149 городов России, где производится контроль над содержанием этой примеси, в 117 из них регистрируются среднегодовые концентрации выше уровня ПДК. Средняя концентрация формальдегида в воздухе городов РФ составляет 3 ПДКсс и имеет тенденцию к увеличению. На этом фоне формальдегидное загрязнение городов Западной Сибири отличается лишь тем, что его средняя концентрация составляет 3,8 ПДКсс, т.е. выше общероссийской в 1,3 раза [1].

Механизм формирования полей концентрации формальдегида в атмосфере города является сложным и многофакторным. Анализируется влияние метеорологических процессов на формирование уровня концентрации формальдегида в г.Томске. Показано, что высокие концентрации чаще всего устанавливаются при низком атмосферном давлении в сочетании с высокой температурой воздуха. Слабые осадки способствуют уменьшению концентрации. Определена величина фонового загрязнения формальдегидом атмосферы города, обусловленная постоянно действующими антропогенными и природными источниками. Предложена группировка всевозможных типов синоптических процессов в пяти компактных классах, служащих признаками возможного формирования высоких концентраций формальдегида [2]. Синоптические закономерности учтены в прогностической модели в виде предикторов.

Представлена гибридная статистико-гидродинамическая модель прогноза формальдегидного загрязнения, адаптированная к условиям г.Томска. Статистический компонент модели дает среднюю по городу прогностическую концентрацию, детализация пространственного распределения поля загрязнения проводится на основе гидродинамического метода [3]. Испытания модели на независимом материале показали оправдываемость не менее 70%. Обсуждаются возможные причины неудовлетворительных прогнозов. Гидродинамический блок модели позволяет получать относительные оценки вклада отдельных предприятий или групп источников (в т.ч. выбросов автотранспорта) в общее загрязнение городской атмосферы.

Алгоритм прогноза реализован в виде программного пакета с интерфейсом, позволяющим осуществлять ввод исходных данных и визуализировать прогностическое поле концентрации по территории города.

Изложенные методика и конструкция модели прогноза являются в известной степени универсальными и в формально-постановочной части не связаны жестко с конкретным географическим положением города. Настройка модели к условиям г.Томска обусловлена, в частности, заинтересованностью в данной разработке городских экологических служб, что выразилось в организации дополнительных пунктов сбора данных и позволило расширить ряды наблюдений до объема, обеспечивающего приемлемое качество прогноза. Метод прогноза может быть эффективно адаптирован к любому городу в умеренной климатической зоне, располагающему необходимым архивом гидрометеорологических и мониторинговых наблюдений.

Литература

1. Качество воздуха в крупнейших городах России за 10 лет 1998-2007 гг. Аналитический обзор. СПб: ЦНИТ «Астерион», 2009. 133 с.
2. Селегей Т.С., Филоненко Н.Н., Шлычков В.А., Леженин А.А., Ленковская Т.Н. Формальдегидное загрязнение городской атмосферы и его зависимость от метеорологических факторов // Оптика атмосферы и океана, 2013, т.26. №5. С.422-426.
3. Селегей Т.С., Шлычков В.А., Леженин А.А., Мальбахов В.М. Модель локального прогноза загрязнения атмосферы формальдегидом в г. Томск на основе статистических и гидродинамических методов // Метеорология и гидрология. 2012. № 4. С.35-44.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДАХ РОССИИ

В.И. Кириллова, В. Д. Николаев

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова Росгидромета, г Санкт-Петербург
polfor@main.mgo.rssi.ru

Согласно ст. 19 Федерального закона от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» управление качеством воздуха в городах РФ осуществляется путем организации работ по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Обоснованием для принятия управленческих решений служат краткосрочные прогнозы загрязнения воздуха, которые подготавливаются в региональных подразделениях Росгидромета и передаются на обслуживаемые предприятия, в органы исполнительной власти городов и природоохранные учреждения.

Первые исследования в области прогнозирования загрязнения воздуха в СССР начаты в 60-е годы XX века под руководством М. Е. Берлянда и Л. Р. Сонькина [1, 2]. Группой специалистов Главной геофизической обсерватории разработана методология и успешно внедрены в оперативную

практику Росгидромета методы прогноза загрязнения воздуха от одиночных источников и по городу в целом. Оперативное прогнозирование загрязнения воздуха в городах осуществляется с середины 70-х годов XX века, в основу этой деятельности положен ряд нормативных документов [3, 4]. С 1980 г. результаты обобщения и анализа этой деятельности опубликованы в ежегодных

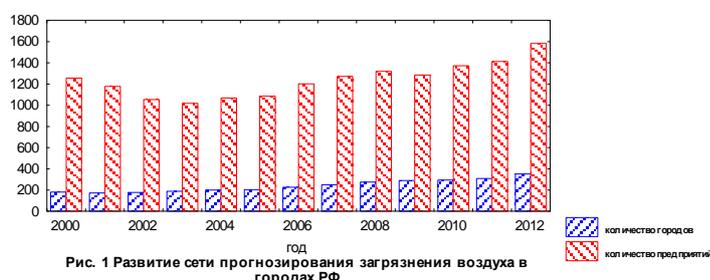


Рис. 1 Развитие сети прогнозирования загрязнения воздуха в городах РФ

Информационных бюллетенях. В России работы по прогнозированию загрязнения воздуха в течение последнего десятилетия успешно развиваются (рис.1). В 2012 г. она осуществлялась в 79 региональных прогностических центрах Росгидромета для 352 городов, в которых прогнозами НМУ обслуживалось 1584 предприятия [5].

Из-за отсутствия достоверных данных о валовых выбросах и их пространственно-временной изменчивости методология краткосрочного прогнозирования загрязнения воздуха в городах

основывалась на использовании методов стохастического моделирования, таких как метод распознавания образов, многомерный регрессионный и дискриминантный анализ, а так же разложение по естественным ортогональным функциям и нейронные сети. В оперативной работе учреждений Росгидромета наибольшее распространение получили методы множественной линейной регрессии и последовательной графической регрессии.

В настоящее время прогнозирование НМУ осуществляется с использованием интегрального показателя загрязнения по городу в целом (параметра Р), предложенного Л.Р.Сонькиным [2,3,12]. Как показали результаты многолетнего оперативного прогнозирования в СССР/России, этот уникальный подход к решению задачи краткосрочного прогнозирования загрязнения воздуха в городах оказался эффективным. В значительной степени это обеспечивают линейаризация корреляционных связей между уровнем загрязнения и сопутствующими метеорологическими условиями, а также использование синоптического и инерционного предикторов. Коэффициент корреляции между наблюдаемыми и прогностическими значениями Р составляет 0,7-0,9. Оправдываемость прогнозов загрязнения воздуха по городу в целом достигает 90-95%. [5]. Этот подход использовался также в работах по прогнозу загрязнения в Болгарии, Финляндии, Монголии, Корее. Исследования последних десятилетий, выполненные при поддержке РФФИ, позволили разработать и успешно внедрить в оперативную работу Росгидромета метод прогнозирования экстремально высокого уровня загрязнения воздуха (ЭВУЗВ) [10, 11].

В середине 90-х годов началась разработка методологии прогнозирования концентраций примесей в атмосфере городов, развитие которой обусловлено необходимостью дальнейшего усовершенствования системы регулирования выбросов и адресного обслуживания предприятий. Преимущества новой технологии заключались в следующем:

- Прогнозируемая характеристика загрязнения воздуха является сопоставимой с санитарными нормативами (ПДК);
- Прогнозируемая характеристика загрязнения воздуха позволяет оценивать наибольшее в течение дня содержание примеси в воздухе;
- Появляется возможность детализировать прогноз в отдельных точках территории города;
- Появляется возможность организовать работы по прогнозированию в населенных пунктах, в которых работают менее 3-х станций мониторинга загрязнения воздуха.

Исследования, проведенные в ГГО, позволили реализовать эти требования в методе физико-статистического прогнозирования суточных максимумов концентрации примесей на территории города [6,7,8, 9, 10], количественные показатели эффективности испытаний которого приведены в таблице.

Таблица. Количественные показатели эффективности прогноза суточных максимумов концентраций примесей

Примесь	R	Δ	Q	Регион, по измерениям в котором проверена методика прогноза
Озон	0,87-0,96	0,07-0,20	98-100	Россия, Германия, Италия, Испания, Китай
Диоксид азота	0,76-0,83	0,25-0,30	90-95	СПб, Петрозаводск, Сочи, Красноярск
Оксид азота	0,70-0,75	0,45-0,50	75-87	СПб, Сочи
Оксид углерода	0,75-0,80	0,20-0,45	80-99	СПб, Петрозаводск, Сочи, Казань
Диоксид серы	0,75-0,90	0,26-0,33	80-85	Медногорск, Заполярный, Никель
Сероуглерод	0,70-0,88	0,11-0,20	60-95	Красноярск
Фтористый водород	0,70-0,85	0,15-0,26	65-99	Красноярск
Этилбензол, бензол	0,70-0,84	0,10-0,30	55-85	Уфа

Примечание: R - коэффициент корреляции между измеренными и прогностическими концентрациями; Δ - средняя квадратическая относительная ошибка прогноза концентраций, превышающих 90-ый процентиль функции распределения; Q - оправдываемость прогнозов (%).

При построении статистических схем применяются преобразования переменных, которые повышают качество прогноза в области высоких значений [6,11]. С использованием этого подхода разработана «Методика прогнозирования суточных максимумов концентраций приземного озона» (ГГО, ЦАО, Гидрометцентр).

Развитие сети мониторинга, внедрение автоматизированной системы сбора и обработки данных о загрязнении воздуха позволяет разработать новые технологии прогнозирования с учетом значительно возросших объемов ежедневной информации. Они использованы для построения схем прогноза загрязнения воздушных бассейнов городов Казань и Сочи, которые реализуются в периоды проведения Всемирной летней Универсиады 2013 г и Зимних Олимпийских Игр 2014 г. Использование данных автоматизированного мониторинга в режиме реального времени позволяет также значительно повысить качество суточного прогноза за счет его почасового уточнения, что

особенно актуально для городов, в которых для сокращения выбросов в периоды НМУ на предприятиях предусмотрена остановка производственного процесса.

В последние годы в ГГО проведен цикл исследований и разработана методика, позволяющая с помощью физико-статистических методов моделировать и прогнозировать поля концентраций примесей на территории города. В настоящее время в Санкт-Петербургском ЦГМС-Р разрабатывается комплекс программных средств, позволяющий оперативно рассчитывать и наглядно представлять прогностическое поле концентраций.

Несмотря на достигнутые успехи, только статистическими методами, построенными на анализе данных инструментального мониторинга, задачу оперативного управления качеством воздуха не решить, необходимо привлечение методов расчетного мониторинга загрязнения воздуха, что требует доступа к данным о выбросах вредных веществ в атмосферу. Дальнейшее развитие этого направления должно основываться на создании комплексной системы прогноза загрязнения воздуха, включающей совместное использование данных о выбросах в атмосферу, автоматизированного мониторинга и численного прогноза погоды.

Литература

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы.–Л.:Гидрометеиздат,1985–272 с.
2. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. –224 с.
3. РД 52.04.306–92.Руководство по прогнозу загрязнения воздуха.–СПб:Гидрометеиздат,1993-104с.
4. РД 52.04.52-85 Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. Л. Гидрометеиздат, 1987.— 51с.
5. Информационный бюллетень за 2012 год. Состояние работ по прогнозированию загрязнения воздуха в городах Российской Федерации. СПб. «Д'АРТ», 64 с.
6. Кириллова В.И. Физико-статистический прогноз наибольших концентраций примесей на территории города. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. ГГО, С.Петербург, 2003 г.–22 с.
7. Методика прогнозирования суточных максимумов концентраций приземного озона // СПб, 2007
8. Genikhovich, E.L., Sonkin, L.R., Kirillova, V.I. A statistical prognostic model for daily maxima of ozone concentrations, Environmental Modelling and Software,2005
9. Genikhovich, E.L., Sonkin, L.R., Kirillova, V.I. A statistical prognostic model for daily maxima of concentrations of urban air pollutants.// Proc. 9th Intern. Conf. on Harmonization within European Dispersion Modelling, Garmisch-Partenkirchen, Germany. 2004
10. Сонькин Л.Р., Николаев В.Д., Кириллова В.И. Система прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха в городах. Методическое пособие // Гидрометеиздат, СПб, 2004. 128 с.
11. Сонькин Л.Р., Костарева Т.В., Кириллова В.И., Николаев В.Д. Прогноз экстремально высоких уровней загрязнения воздуха в городах промышленного региона.//Труды ГГО.2010.–Вып.561.С.92-103.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В МОСКВЕ И ГОРОДАХ МОСКОВСКОГО ОБЛАСТИ

Т.Б. Трифиленкова, Т.В. Семенова, Е.С. Горохова, Е.Г. Стукалова
ФГБУ «Центральное УГМС», г. Москва
moscgms-aup@mail.ru

Прогнозированием уровня загрязнения атмосферного воздуха в московском регионе занимаются с 1975 года. Прогноз уровня загрязнения воздуха составляется ежедневно для городов: Москва, Воскресенск, Клин, Коломна, Подольск, Серпухов, Мытищи, Щелково и Электросталь. По данным наблюдений ФГБУ «Центральное УГМС» в Москве и 8 городах Московской области, где проводится мониторинг атмосферного воздуха, за 2012 год было составлено 248 суточных прогнозов уровня загрязнения атмосферного воздуха. Оправдываемость прогнозов составила 89-98%.

Прогнозы высоких уровней загрязнения воздуха (прогнозы НМУ) являются основанием для регулирования выбросов. Под регулированием выбросов вредных веществ в атмосферу понимается их кратковременное сокращение в периоды неблагоприятных метеорологических условий, приводящих к формированию высокого уровня загрязнения воздуха. Мероприятия по регулированию выбросов разрабатываются на всех предприятиях, имеющих источники выбросов вредных веществ в атмосферу, и оформляются в виде Планов мероприятий по сокращению выбросов в период НМУ [1].

В 2012 году по московскому региону было составлено 4 прогноза НМУ 1 степени опасности. Прогнозы НМУ передавались по электронной почте, телефону и факсу для сокращения выбросов на 32 предприятия г. Москвы и на 105 предприятий Московской области. В течение года были получены ответные телефоно- и факсограммы, электронные письма о принятых мерах в периоды НМУ в количестве 230 штук, общее снижение выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий по присланным данным составило 143,2 тонны.

Но в целом, эффективность мероприятий по снижению выбросов в период действия прогнозов НМУ невелика, так как в последние десятилетия основной вклад в загрязнение воздуха городов вносит автотранспорт. Для Москвы разработана схема прогноза уровня загрязнения воздуха оксидом углерода и диоксидом азота на крупных автомагистралях. Различия в уровне загрязнения в целом по городу и вблизи автомагистралей существенные. Так, на рисунке 1 видно, что интегральный показатель Р на постах, расположенных вблизи автомагистралей, выше, чем на других постах города. Также стоит отметить, что максимальное значение параметра Р отмечалось 20 февраля 2013 года, когда в Москве отмечались неблагоприятные метеорологические условия и передавалось предупреждение НМУ 1 степени опасности. Прогнозирование уровня загрязнения воздуха вблизи автомагистралей позволяет более точно оценить ситуацию в городе.

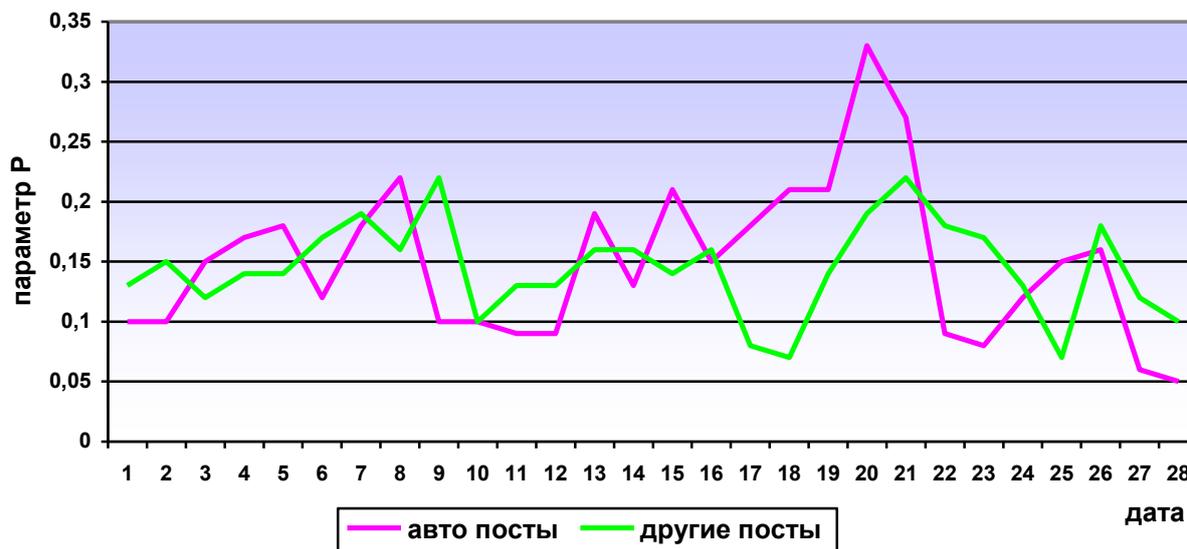


Рис. 1 – Интегральный параметр в феврале 2013 года в Москве

В системе работ по защите воздушного бассейна от выбросов автотранспорта существует проблема, которая состоит в реальном выполнении мероприятий по сокращению выбросов от индивидуального автотранспорта.

Для решения данной проблемы необходимо найти ответ на вопросы:

1. Кому передавать предупреждение об ожидаемых высоких уровнях загрязнения на автотрассах города?
2. Кто и как будет реально реагировать на предупреждение?
3. Как проверить выполнение мероприятий по снижению выбросов от автотранспорта?

В отдельные периоды года складываются метеорологические условия, при которых возникают экстремально высокие уровни загрязнения. В Московском регионе ЭВУЗВ возникают в 1% случаев. Несмотря на то, что это редкие случаи, в крупных городах они могут приобрести катастрофический характер. С указанными случаями связано наиболее опасные воздействия на здоровье населения и окружающую среду. Для Москвы и городов области разработаны прогностические правила, которые позволяют вовремя предсказать и предотвратить образование экстремально высокого уровня загрязнения воздуха.

В московском регионе экстремально высокий уровень загрязнения воздуха сложился летом 2010 года, под воздействием жаркой сухой погоды и лесо-торфяных пожаров. В некоторых городах Московской области уровень загрязнения уже с 20 июля достигал очень высоких значений: в г. Коломна ($P = 0,44$), г. Клин ($P = 0,43$) и г. Щелково ($P = 0,36$). С 20 июля во всех городах региона уровень загрязнения повысился до очень высокого и экстремально высокого (рисунок 2). Интегральный показатель Р превысил значение 0,50 во всех городах области, а в Коломне, Клину, Серпухове и Электростали он был равен или выше 0,70. Таких значений параметр Р не достигал ни в августе-сентябре 2002 года ($P = 0,60$ – Коломна и Серпухов), ни в октябре 2005 года ($P = 0,68$ – г. Коломна), когда в Подмоскowie также горели леса и торфяники. Средние концентрации веществ, содержащихся в продуктах горения, в этот период возросли в 2-3 раза.

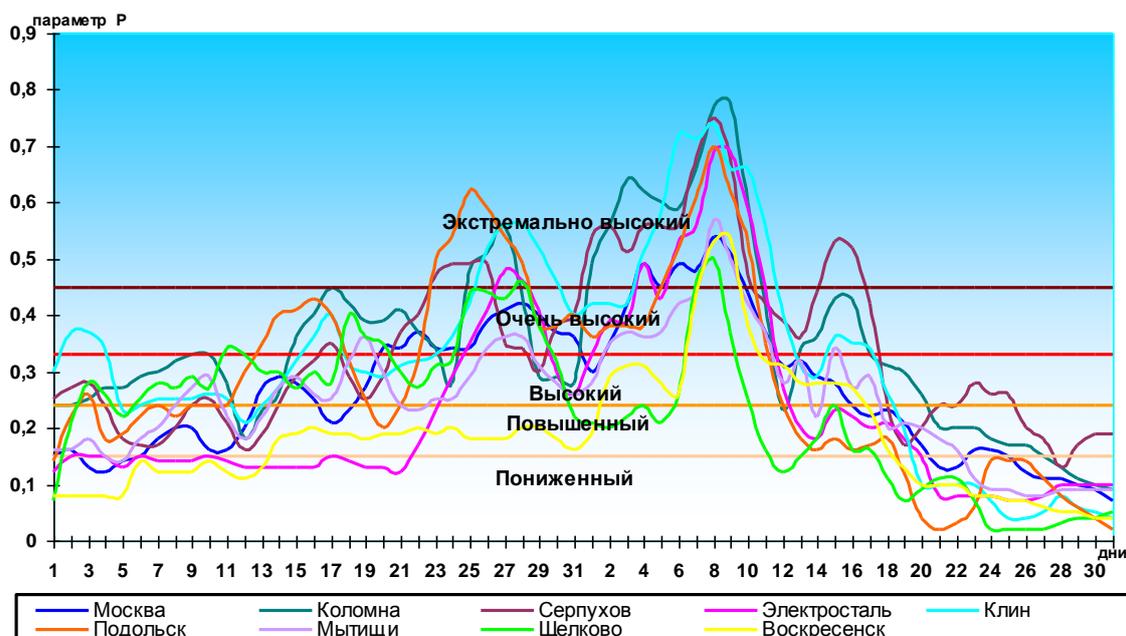


Рис. 2 – Уровень загрязнения атмосферного воздуха (по интегральному показателю Р) в Москве и городах Московской области в июле-августе 2010 года

Для снижения уровня загрязнения атмосферы на промышленные предприятия г. Москвы и городов Московской области в июле и августе 2010 года передавались предупреждения о необходимости сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу сначала на 15-20%, затем на 20–40% общей продолжительностью 28 дней. Очевидно, эти меры сыграли определенную роль в уменьшении нагрузки на окружающую природную среду, однако, учитывая, что главные источники загрязнения атмосферного воздуха, такие как автотранспорт, лесные и торфяные пожары, не поддаются регулированию, эти меры были явно недостаточны.

При отсутствии данных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в городах прогнозирование НМУ осуществляется на основе анализа комплекса неблагоприятных синоптических ситуаций, метеорологических условий и характеристик конкретных источников выбросов. Но если в городе ведутся наблюдения, то при прогнозировании необходимо учитывать реальное загрязнение воздуха. Из-за транспортной ситуации в Москве информация к прогнозисту поступает в неполном объеме, что искажает прогноз уровня загрязнения воздуха, таким образом, пропускаются предупреждения о НМУ. Для составления более точного прогноза уровня загрязнения необходима разработка численных моделей прогнозирования, которые позволят составлять не только прогноз загрязнения воздуха в целом по городу, но и для отдельных районов и примесей.

Литература

1. РД 52.04.52-85 Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. 1987

ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

И.Н. Кузнецова, И.Ю. Шалыгина, М.И. Нахаев, А.А. Глазкова
 ФГБУ «Гидрометцентр России»
shalygina@mecom.ru

Высокий уровень техногенной нагрузки в Московском регионе обуславливает актуальность исследований метеорологических условий, способствующих накоплению и/или рассеиванию вредных примесей в приземном слое воздуха мегаполиса. Данные непрерывного мониторинга (ГПБУ «Мосэкомониторинг») малых газовых составляющих позволяют получить пространственные, суточные, сезонные и годовые флуктуации примесей. По данным измерений микроволновых профиломеров МТП-5 в разнесенных пунктах (центр - пригород) выявлены дополнительные механизмы очищения воздуха в мегаполисе. Результаты изучения связи загрязняющих веществ с метеорологическими параметрами и комплексным метеорологическим параметром (МПЗ), а также анализа метеорологических условий в газо-аэрозольных эпизодах позволили усовершенствовать методику идентификации неблагоприятных метеорологических условий.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

С.Д. Захаров, Ф.В. Гоголь, И.Н. Трущина, А.А. Костин, О.Ф. Эктова
ФГБУ «УГМС Республики Татарстан», г. Казань
felixgogol@gmail.com

Систематические наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Казани ведутся с 1966 г. и первоначально производились на 2-х стационарных постах за диоксидом серы, диоксидом азота, оксидом углерода, пылью и сажей по «скользящему графику». Для проведения этих работ при Казанской гидрометеорологической обсерватории была создана специальная группа, в 1980 г. преобразованная в лабораторию контроля загрязнения атмосферного воздуха (ЛКЗА). К 1968 г. количество постов увеличилось до 4-х. С 1981г. систематические наблюдения за загрязнением атмосферы в г. Казани проводились уже на 6-ти ПНЗ и в обязательный перечень контролируемых веществ в городе были включены специфические примеси. В 1983 году число контролируемых химических веществ увеличилось до 11-ти. В дальнейшем ставящиеся перед лабораторией задачи усложнялись, кроме наблюдений за состоянием воздуха стали проводиться исследования загрязнения поверхностных вод суши, почвы, наблюдения за радиационным загрязнением.

В настоящее время систематические наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на территории Республики Татарстан проводятся в городах Казань, Набережные Челны, Нижнекамск на стационарных и маршрутных пунктах: в г. Казани – на 10 пунктах, Набережные Челны – 6 пунктах и Нижнекамск – 6 пунктах. На стационарных постах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха производятся по полной программе: ежедневно (кроме воскресных и праздничных дней) 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч.); на маршрутных постах – по сокращенной программе: в рабочие дни 2 раза в сутки (7 и 13 ч.). В городах Альметьевск, Бугульма и Зеленодольск с населением около и более 100 тыс. человек проводятся регулярные экспедиционные обследования состояния загрязнения атмосферного воздуха. В 2013 году, в связи с проведением в г. Казани XXVII Всемирной летней Универсиады и особым контролем за состоянием загрязнения атмосферного воздуха в этот период, сеть наблюдений была расширена и в Казани установлены 3 автоматические станции наблюдения за состоянием атмосферы МР-28.

Загрязнение атмосферного воздуха становится все более актуальной проблемой для Республики Татарстан. По данным государственной сети наблюдений в последние годы в среднем в республике отмечается около 100 дней с метеорологическими условиями, затрудняющими перенос, рассеивание и вымывание вредных примесей из атмосферы. Уровень загрязнения атмосферного воздуха за последние 5 лет (за период 2008-2012г.г.) в г. Казань характеризовался как «высокий»; в городах Набережные Челны и Нижнекамск - как «очень высокий» (Н.Челны — 2009, 2010; Нижнекамск — 2008, 2009, 2010) и «высокий». В целом качество атмосферного воздуха в городах Татарстана не соответствует международным стандартам, рекомендованным ВОЗ, по бенз(а)пирену, формальдегиду, оксиду углерода, диоксиду азота.

Практически одновременно с началом проведения наблюдений за загрязнением воздуха в Казанской гидрометеорологической обсерватории стали изучаться связи различных уровней загрязнения с синоптическими и метеорологическими условиями, начала создаваться и в дальнейшем совершенствоваться методика прогнозирования неблагоприятных метеорологических условий (НМУ). Начиная с 2002 г. в УГМС РТ выполнен ряд исследовательских работ, касающихся прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха по городам Татарстана от совокупности источников с учетом синоптической ситуации. Анализируя синоптические условия случаев с высоким уровнем загрязнения воздуха (ВУЗВ) на территории Татарстана, начиная с 2007 года, удалось сформулировать следующие основные выводы:

По г. Казань:

- В течение исследуемого периода было отмечено 95 случаев высокого уровня загрязнения воздуха, из них 43 случая в холодный период (ноябрь-апрель) и 52 случая – в теплый (май-октябрь). В половине случаев (как в теплые, так и в холодные полугодия) ВУЗВ отмечались на фоне приземных инверсий в сочетании со слабым ветром (0-3 м/с) в приземном слое. В зимний период наиболее часто ВУЗВ наблюдались при юго-восточном направлении ветра. В летний период преобладающего неблагоприятного направления не выявлено.

- В холодный и теплый периоды одинаково часто ВУЗВ были отмечены при гребневых синоптических ситуациях. В целом повторяемость синоптических процессов, характерных для накопления загрязняющих веществ в воздухе, в теплые и холодные полугодия различные. Достаточно часто ВУЗВ наблюдались: в холодный период в тыловых частях антициклонов, а также в ложбинах, но ни разу при прохождении холодных фронтов; в теплый период – в антициклонах, в областях повышенного давления, в теплых секторах циклонов, и ни одного случая в передних, центральных, тыловых частях циклонов и в барических ложбинах.

- Отсутствие интенсивных осадков способствует накоплению ВУЗВ в особенности в теплое полугодие. В холодный период около половины случаев с ВУЗВ приходится на сухие дни, другой половины – на дни с осадками, преимущественно небольшими.

- Наиболее часто высокий уровень загрязнения имел место в апреле (особенно в апреле 2008 г.) и в августе (особенно в августе 2010 г.). В ноябре за 4 года не было отмечено ни одного случая с $P > 0,35$.

По г. Набережные Челны:

- В течение исследуемого периода было отмечено 193 случая высокого уровня загрязнения воздуха: из них 76 случаев в холодный период (ноябрь-апрель) и 117 случаев – в теплый (май-октябрь). В третьей части случаев ВУЗВ (как в теплые, так и в холодные полугодия) отмечались на фоне приземных инверсий (т.о. приземную инверсию нельзя выделить в качестве основного предиктора). Наиболее часто ВУЗВ имели место в течение года при южном и юго-западном ветре, в летний период также при западной и северной направленности ветра.

- В холодный период ВУЗВ чаще отмечались в тыловых частях антициклонов и в теплых секторах циклонов, и очень редко в передних частях антициклонов, в циклонах, ложбинах и при прохождении фронтов окклюзии. В теплый период ВУЗВ чаще отмечались в антициклонических полях: в тыловых частях антициклонов, гребнях и в центральных частях антициклонов, крайне редко - в циклонах и на теплых фронтах. Наличие осадков, в особенности слабых, существенно не влияет на накопление загрязняющих веществ в атмосфере в холодный период. ВУЗВ отмечались как во время осадков различной интенсивности, так и при их отсутствии. В теплый же период отсутствие осадков в значительной степени способствует накоплению загрязняющих веществ в атмосфере - около 90% ВУЗВ отмечались в сухую погоду либо на фоне слабых осадков. Наиболее часто высокий уровень загрязнения имел место в сентябре (особенно в сентябре 2007г.), реже всего – в декабре и январе.

По г. Нижнекамск:

- В течение исследуемого периода было отмечено 50 случаев высокого уровня загрязнения воздуха, из них 18 случаев в холодный период (ноябрь-апрель) и 32 случая в теплый (май-октябрь). Приземные инверсии в случаях ВУЗВ в г. Нижнекамске отмечались очень редко. В зимний период четко определились два смежных неблагоприятных направления ветра: юго-западное и западное; в летний период юго-западное и северо-восточное направления. ВУЗВ отмечались на фоне слабого ветра (0-6 м/с).

- ВУЗВ чаще отмечались в тыловых частях антициклонов и в теплых секторах циклонов, в теплый период в дополнение к обозначенным ситуациям в гребнях антициклонов и малоградиентных полях повышенного давления. Наличие осадков, в особенности слабых, существенно не влияло на накопление загрязняющих веществ в атмосфере в холодный период - ВУЗВ отмечались как во время осадков различной интенсивности, так и при их отсутствии. В теплый же период отсутствие осадков в значительной степени способствует накоплению загрязняющих веществ в атмосфере, преобладающее количество случаев с ВУЗВ отмечались в сухую погоду либо на фоне слабых осадков. Наиболее часто высокий уровень загрязнения отмечен в сентябре (особенно в сентябре 2008 г.), реже всего – в январе-феврале.

В настоящее время в ФГБУ «УГМС Республики Татарстан» выполняются два вида прогнозов: прогнозы загрязнения в целом по городам Казань, Н. Челны и Нижнекамск; прогнозы неблагоприятных метеоусловий по одиночным источникам г. Казани и других городов и населенных пунктов Республики Татарстан. При составлении прогноза для отдельных источников на основании предсказанных метеорологических параметров, входящих в неблагоприятные комплексы, делается вывод о возможности формирования высоких уровней загрязнения воздуха за счет выбросов обслуживаемых объектов. При этом прогнозы высокого уровня загрязнения как по городам в целом, так и по отдельным источникам, находящимся на территории республики, передаются в Министерство Экологии РТ, Управление Росприроднадзора, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по РТ, размещаются на сайте УГМС РТ, а также передаются в экологические службы предприятий, для источников которых прогнозируемые неблагоприятные условия. Оценка эффективности предупреждений проводится по данным результатов анализов наблюдений за концентрациями примесей. Для выводов используются фактические значения параметра P в период действия предупреждения, его изменение, а также учитываются соответствия прогностических и фактически осуществившихся метеоусловий. Например, оправдываемость предупреждений об НМУ по городу в целом в 2012г. составила: по г. Казани - 94 %, по г. Н. Челны – 100%, по г. Нижнекамск – 98%. Оправдываемость предупреждений об НМУ от одиночных источников составила: по г. Казани – 90 %, по г. Н. Челны – 81 %, по г. Нижнекамск – 81 %, по г. Нурлат – 87 %, по г. Бугульма – 94 %, по г. Менделеевск – 86 %, по г. Альметьевск – 88 %, по г. Лениногорск – 88 %, по г. Чистополь – 80%, по г. Елабуга – 82%, по г. Уруссу – 94%, по г. Заинск - 89%.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В КРАТКОСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДОВ

Ю. М. Константинова, А. А. Савельев
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань
jmconsta@gmail.com, Anatoly.Saveliev@ksu.ru

Защита атмосферы от загрязнения имеет в настоящее время огромное значение. По данным наблюдений, проводимых межрегиональными территориальными Управлениями Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в 119 городах (58% городов) степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая [10,12]. Основной задачей остается повышение эффективности работ по улучшению состояния атмосферного воздуха за счет прогнозирования и предотвращения высоких уровней загрязнения [6,8,11].

Приоритетными методами при составлении краткосрочных прогнозов являются статистические методы, позволяющие учитывать локальные и региональные особенности формирования определенного уровня загрязнения [11]. Один из широко распространенных статистических методов – метод множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей. Его применение для прогнозирования максимальных суточных концентраций приземного озона описано в [1,2,7,9].

Данная работа посвящена анализу возможности применения статистических методов в краткосрочном прогнозировании высоких уровней загрязнения атмосферы городов. В работе использованы данные мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха и метеорологическими параметрами по г.Нижнекамск и г.Казань, предоставленные ГУ «УГМС Республики Татарстан».

База данных содержит данные о содержании в атмосфере различных примесей (азота (IV) оксид, азота (II) оксид, аммиак, взвешенные вещества, дигидросульфид, гидросибензол, серная кислота, серы диоксид, углерода оксид, формальдегид), а также сопутствующую метеорологическую и синоптическую информацию (синоптическая ситуация, высота инверсионного слоя, тип инверсии, температура воздуха, скорость и направление ветра, наличие атмосферных явлений, интегральный показатель загрязнения по городу - Р). В качестве предиктанта рассматривается максимальная за сутки концентрация загрязняющего вещества, причем под “сутками” понимается период времени с 7 часов утра до 7 часов утра следующего дня. Применение метода линейной регрессии осуществляется в предположении нормального характера распределения регрессионных остатков. Исследование законов распределения зависимой переменной выявляет наличие сильной асимметрии и необходимость трансформации данных. Выбор предикторов осуществляется из общих физических представлений о возможных причинах изменений концентраций примеси [4,5]. Для формирования оптимального состава предикторов используется метод шагового усложнения модели, заключающийся в последовательном добавлении и удалении признаков, согласно критерию Фишера (F-критерий). В качестве стратегии построения выборки, на которой производится подгонка модели, используется метод многоступенчатой стратифицированной рандомизации. Показателем качества построенной статистической модели является квадрат скорректированного коэффициента множественной корреляции R_{adj}^2 . Разработанные статистические модели характеризуются

достаточно высоким качеством. Наилучшее качество отмечается для статистических схем суточных максимумов диоксида азота и оксида углерода; доля объясненной дисперсии составляет от 0.39 до 0.87. Эффективность разработанной прогностической схемы оценивается с использованием критерия Обухова и общей оправданности прогнозов [1,2,7,9]. Оценка точности прогнозирования производится кросс-проверкой. В результате исследования созданы эффективные схемы прогноза суточных максимумов для азота (IV) оксида, азота (II) оксида, аммиака, взвешенных веществ, дигидросульфида, гидросибензола, серной кислоты, серы диоксида, углерода оксида. Неудовлетворительные результаты были получены в случае формальдегида. Наибольшей эффективностью обладают статистические схемы прогноза суточных максимумов азота (IV) оксида.

При всей своей универсальности, линейная регрессионная модель неэффективна в случае мультиколлинеарности предикторов, наличия автокорреляции, нелинейного характера связи, недостаточного размера исходного массива данных. Наиболее гибким инструментом являются обобщенные аддитивные модели, они являются адекватным инструментом даже при наличии значительных шумов в предикторных переменных. Распределение зависимой переменной или переменной отклика в обобщенных аддитивных моделях может быть как дискретным, так и непрерывным. В данном случае моделирование проводилось на основе гамма-распределения, сосредоточенного на положительной полуоси распределения вероятностей. Совместив метод рандомизации при построении модели, процедуру последовательного присоединения элементов с принципами обобщенных аддитивных моделей с авторегрессионной схемой первого порядка удалось добиться улучшения качества прогноза.

Анализ и разработка статистических схем прогноза максимальных суточных концентраций примесей выполнена с использованием инструментальных средств, реализованных в пакете R [3].

Литература:

1. Genikhovich, E.L., Sonkin, L.R., Kirillova, V.I. A statistical prognostic model for daily maxima of concentrations of urban air pollutants. Proc. 9th Intern. Conf. on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Garmisch-Partenkirchen, Germany, June 1-4, 2004.
2. Genikhovich, E.L., Sonkin, L.R., Kirillova, V.I. A statistical prognostic model for daily maxima of ozone concentrations, Environmental Modelling and Software, 2005.
3. R Core Team. (2013). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Retrieved from <http://www.r-project.org/>.
4. Безуглая, Э. Ю. (1980). Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л: Гидрометеоиздат. – 1980.
5. Берлянд, М. Е. (1985). Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат. 1985 - 271с.
6. Горошко, Б. Б., Сонькин, Л. Р. (1977). Вопросы организации работ по защите атмосферы от загрязнения в периоды неблагоприятных метеоусловий. Труды ГГО, вып.387, 1977 - с.41–46.
7. Кириллова В.И. Физико-статистический прогноз наибольших концентраций примесей на территории города. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. ГГО, С. Петербург, 2003 г. – 22 с.
8. Лапиков, В. В., Сонькин, Л. Р. (1998). Возможности повышения эффективности работ по прогнозу и предотвращению опасных уровней загрязнения воздуха на основе учета вклада предприятий и отдельных источников выбросов (на примере г.Уфы). Инф. бюл. НПК “Атмосфера” при ГГО №2(18). СПб.: 1998.
9. Нормативный документ. Система прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения. (2004). СПб: Гидрометеоиздат. – 2004.
10. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2011 г. М.: Росгидромет. - 2012
11. Сонькин, Л. Р., Николаев, В. Д., Кириллова, В. И. (2007). Прогноз и регулирование выбросов как составная часть работ по защите атмосферы. Проблема предотвращения катастрофического загрязнения воздуха/Сборник охрана воздушного бассейна городов и промышленных регионов. СПб.: 2007, с. 392-398.
12. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2011 г. (2012). СПб.:2012

ПРОГНОЗЫ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ: СПЕЦИФИКА СОСТАВЛЕНИЯ И ДОВЕДЕНИЕ ДО ОРГАНОВ САМОУПРАВЛЕНИЯ И ПРЕДПРИЯТИЙ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Т. В. Костарева

*Пермский ЦГМС – филиал ФГБУ «Уральского УГМС». Пермь
nmu2@meteoPerm.ru*

Территория Урала относится к зоне высокого ПЗА, а по техногенной нагрузке является одной из лидирующих в России, поэтому в Уральском управлении всегда большое значение уделяется работам по прогнозу загрязнения атмосферы.

В Уральском УГМС в январе 1965 г. создали Лабораторию химии поверхностных вод и атмосферного воздуха. Ее цель — наблюдения за происходящими в окружающей среде физическими, химическими и биологическими (для водных объектов) процессами. В 1967 году была организована сеть наблюдательных постов за загрязнением окружающей среды. В настоящее время мониторинг атмосферного воздуха осуществляется в 13 городах Уральского региона на 54 постах. Наблюдения на постах проводятся регулярно 3 - 4 раза в сутки, в сроки 01, 07, 13, 19 часов 6 дней в неделю.

В 70-е годы на Гидрометеослужбу было возложено выполнение ряда новых ответственных задач: создание служб контроля и прогноза загрязнения атмосферы. Наряду с физикой, математикой на вооружение была взята химия. Были созданы группы по прогнозированию неблагоприятных метеорологических условий, способствующих накоплению вредных примесей в атмосфере. Сегодня прогнозы загрязнения атмосферного воздуха составляются в ФГБУ «Свердловский ЦГМС-Р», а также в Пермском, Челябинском, Магнитогорском, Курганском филиалах для 296 предприятий 82 городов. Обслуживание предприятий предупреждениями об ожидаемом высоком уровне загрязнения воздуха организовано на договорной основе. При передаче предупреждений используются все средства доведения информации: электронная почта, факс, телефон.

Число обслуживаемых прогнозами НМУ городов и предприятий увеличивается из года в год. На диаграммах (рис. 1 и 2) представлены тенденции роста количества городов и предприятий в целом для Уральского региона и отдельно для Пермского края.

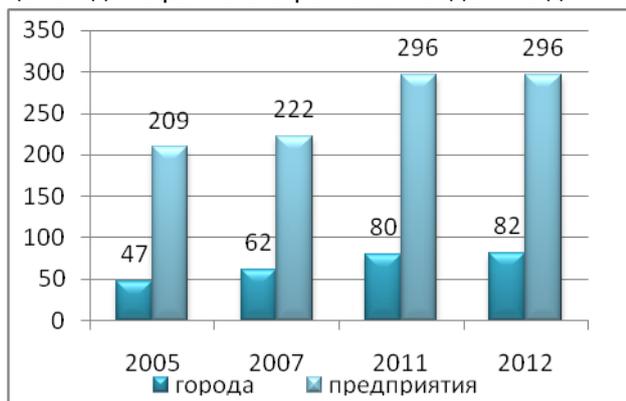


Рис. 1 Количество обслуживаемых городов и предприятий в Ур. УГМС за период с 2005 по 2012 гг

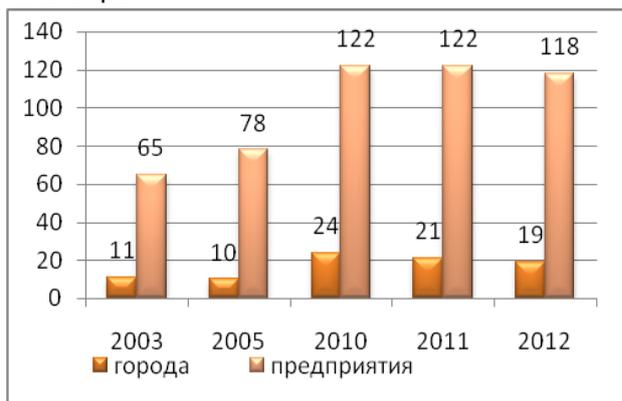


Рис. 2 Количество обслуживаемых городов и предприятий в Пермском ЦГМС за период 2003 - 2012 гг

.Начиная с 2010 года, количество городов и обслуживаемых предприятий остается приблизительно на одном уровне. Уральское управление является единственным, где в каждом центре - филиале имеется своя прогностическая группа. Специалистами этих групп одновременно проводится оперативная работа по предупреждению о возможном наступлении неблагоприятных метеорологических условий, региональные исследования, направленные на повышение качества прогнозирования высоких уровней загрязнения воздуха, а также разрабатываются схемы прогноза для отдельных городов региона.

Прогнозы загрязнения воздуха на предстоящие сутки составляются в период 14-15 часов, что связано со сроками поступления информации о текущем состоянии загрязнения атмосферного воздуха. Утреннее уточнение прогноза производится в случае ожидаемых неблагоприятных метеорологических условий. Все прогнозы загрязнения воздуха составляются с учетом физического процесса распространения примесей в атмосфере и с использованием статистических методов, которые позволяют при разработке схем прогноза учитывать зависимости загрязнения воздуха от метеорологических факторов в том виде, в каком они реально проявляются в каждом конкретном городе Уральского региона. Для прогноза загрязнения воздуха в городах Екатеринбург, Магнитогорск, Курган, Пермь, Березники, Соликамск, Губаха применяются графические прогностические зависимости величины параметра Р от количественного синоптического предиктора. Используются схемы двух типов: схемы прогноза методом последовательной графической регрессии с учетом количественного синоптического предиктора и методом множественной линейной регрессии с предварительным исключением нелинейности связей с заблаговременностью одни сутки. Для городов Екатеринбург и Пермь такие схемы разработаны ещё и с заблаговременностью три дня. В этих городах используется также статистический метод последовательной графической регрессии. Для прогноза ЭВУЗВ в г. Екатеринбурге применяется схема с двумя предикторами – Spk и P, разработанная ГГО им. А. И. Воейкова и усовершенствованная применительно к городу. В Пермском крае прогнозы экстремально высоких уровней загрязнения воздуха составляются для городов Пермь, Березники, Соликамск и Губаха по двум схемам. В Челябинском ЦГМС для прогноза НМУ широко используется метод прогноза для отдельных источников. Все схемы имеют довольно высокую оправдываемость (85 - 95%).

В Уральском УГМС большое значение уделяется информированию местных органов управления и природоохранных структур информацией о фактическом загрязнении атмосферы, прогнозах загрязнения воздуха и о предупреждениях НМУ. Информация помещается в ежедневный гидрометеорологический бюллетень и доводится до местных органов управления, ГУ МЧС региона, Министерства природных ресурсов соответствующего субъекта РФ.

В Екатеринбурге предупреждения об ожидаемых НМУ помещаются, кроме этого, в ежедневный гидрометеорологический бюллетень по Уральскому Федеральному округу и доводится до администрации Полномочного представителя Президента РФ в Уральском ФО, а также в бюллетень для Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области. Информация о НМУ доводится до Департамента по надзору в сфере природопользования по Уральскому федеральному округу.

В Челябинске информация передается Министерству по радиационной и экологической безопасности, Управлению федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзора) Челябинской области. Магнитогорский филиал Челябинского ЦГМС обеспечивает

Управление охраны окружающей среды и экологического контроля; Управление по делам ГЗ и ПБ Магнитогорска, Управление федеральной службы по надзору в сфере природопользования; Территориальный отдел ТУ «Росприроднадзор».

В Перми согласно контракту с Министерством природных ресурсов Пермского края для администраций 8 городов ежедневно составляются и передаются прогнозы об ожидаемых метеорологических условиях. Информация доводится также в Пермское межрегиональное Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора, Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, Председателю правительства Пермского края, Государственной инспекции по экологии и природопользованию, Министерству общественной безопасности, ГКУ «Гражданская защита». На сайте Пермского ЦГМС ежедневно размещается прогноз состояния загрязнения атмосферного воздуха в Пермском крае.

Важным показателем успешности работ по прогнозу загрязнения воздуха является оценка эффективности мероприятий по регулированию выбросов в периоды НМУ. Эффективность оценивается по значениям интегрального показателя загрязнения воздуха в городе – параметру «Р». В период действия предупреждений значения параметра Р, по данным за последние два года, снижались или оставались без изменения в 72 – 95 % случаев. В среднем в Уральском УГМС эффективность предупреждений при НМУ составляет 82 %. В случаях действия предупреждений (в периоды НМУ) Природоохранной прокуратурой проводятся проверки предприятий, на факт соблюдения планов мероприятий. Например, в г. Екатеринбурге в 2012 году на трёх предприятиях были выявлены нарушения деятельности в периоды НМУ. В адрес руководителей этих предприятий внесены представления об устранении нарушений. На ряде других проверенных предприятиях мероприятия при НМУ выполняются в полном объеме.

В заключение следует сказать, что специалистами прогностических групп решается очень важная проблема: предотвращение возможного увеличения уровня загрязнения воздуха в периоды НМУ и улучшения за счет этого общего состояния воздушного бассейна в городах региона.

Литература

1. Костарева Т.В., Сонькин Л.Р. Некоторые вопросы предупреждения и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха в периоды НМУ (на примере г. Пермь и Пермской области). В сб.: Вопросы охраны атмосферы от загрязнения. Информационный бюллетень НПК «Атмосфера» при ГГО, № 2 (32).
2. Система прогноза и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха в городах. СПб, Гидрометеиздат, 2004.
3. Состояние работ по прогнозу загрязнения воздуха в городах Российской Федерации. Информационный бюллетень, 2003- 2011, СПб

СИСТЕМА РАСЧЕТНОГО МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА «ЭКОЛОГ-ГОРОД»

В.И. Лайхтман, С.А. Чигалейчик, Н.Д. Сорокин
Фирма «Интеграл», Санкт-Петербург
eco@integral.ru

Система «Эколог-город» разработана для автоматизации деятельности органов по охране окружающей среды и экологических служб администраций городов и регионов.

Основное назначение системы – расчетное определение качества атмосферного воздуха и сводные расчеты загрязнения атмосферы.

Модульный принцип построения системы позволяет комплектовать систему различными расчетными блоками в зависимости от решаемых задач.

Система «Эколог-город» используется для целей нормирования выбросов загрязняющих веществ по городу в целом, расчета приземных концентраций и рисков здоровью населения на существующее положение и на перспективу, проведения экспертной оценки изменения качества атмосферного воздуха при анализе природоохранных мероприятий, градостроительных и планировочных решений.

С помощью системы «Эколог-Город» можно решить следующие задачи:

- организовать автоматический прием информации об источниках выброса вредных веществ в атмосферу города в электронном виде;
- вести городской банк данных параметров источников, загрязняющих атмосферный воздух на основе сведений, содержащихся в декларации природопользователя, инвентаризации, томе ПДВ предприятия, другой природоохранной документации;

- рассчитать выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта при движении автомобилей по городским магистралям; вести городской банк данных воздействия автотранспорта на атмосферный воздух по всем участкам дорожной сети;
- аналитически и статистически обрабатывать информацию об источниках выброса в атмосферный воздух города;
- провести расчет приземных концентраций для всех нормируемых веществ от воздействия промышленных источников и автотранспорта для всей территории города. Могут быть определены максимальные концентрации вредных веществ в атмосфере в соответствии с нормативным документом ОНД-86, а также осредненные за длительный период (средние) концентрации.
- рассчитать актуальные концентрации, соответствующие конкретным или прогнозируемым метеорологическим параметрам. На основании рассчитанных актуальных концентраций можно: проводить мониторинг состояния атмосферного воздуха города/региона; определить виновников выявленного превышения допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, в т.ч. по жалобам от населения; оптимизировать требования к построению системы экологического мониторинга предприятия/региона.
- оценить острый и хронический риск для здоровья населения различных районов и территорий города от последствий загрязнения атмосферного воздуха;
- оценить загрязнение почвы и грунта на территории города из-за осаждения загрязняющих веществ из атмосферного воздуха;
- определить долю как отдельных предприятий, так и их групп по территориальному либо отраслевому принципу в загрязнение атмосферы. Для всех нормируемых веществ выявить предприятия и источники, дающие максимальный вклады в загрязнение атмосферного воздуха
- рассчитать оптимальное снижение выбросов вредных веществ предприятиями, обеспечивающее нормативное качество атмосферного воздуха. Провести компьютерное моделирование проведения хозяйственных и природоохранных мероприятий.
- дать расчетную оценку экологической эффективности проектных и градостроительных решений. Оценить ожидаемые изменения качества атмосферного воздуха при изменении транспортных потоков, перепрофилировании или модернизации предприятий.
- для всех нормируемых веществ расчетным путем определить фоновое загрязнение атмосферного воздуха для различных территорий города;
- создать и поддерживать в актуальном состоянии электронную карту качества атмосферного воздуха в городе. На электронной карте отображаются на фоне топоосновы города, как все источники выброса загрязняющих веществ, так и рассчитанные значения приземных концентраций и рисков здоровью населения в виде изолиний. Предусмотрены средства импорта-экспорта данных для взаимодействия с ГИС.

Внедрение системы «Эколог-Город» позволит Вам дать надежный компьютерный диагноз состояния качества атмосферного воздуха и помочь в решении следующих задач:

- городское планирование — оценка негативного воздействия на качество воздуха промышленных предприятий и транспорта с разработкой рекомендаций по мерам к улучшению ситуации;
- информационная поддержка инспекционной и надзорной деятельности;
- оценка эффективности природоохранных мероприятий;
- предоставление информации о качестве воздуха по запросам жителей.

Система используется в повседневной работе в десятках крупных городов Российской Федерации. В Санкт-Петербурге система «Эколог-Город» входит в состав «Экологического паспорта города» и содержит постоянно обновляемую компьютерную базу данных о более чем 25 тыс. промышленных источниках загрязнения атмосферы, выбросах в атмосферу от автотранспорта на более чем 1.5 тыс. участках дорожной сети. Проведена расчетная оценка воздействия для более 400 веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух Санкт-Петербурга.

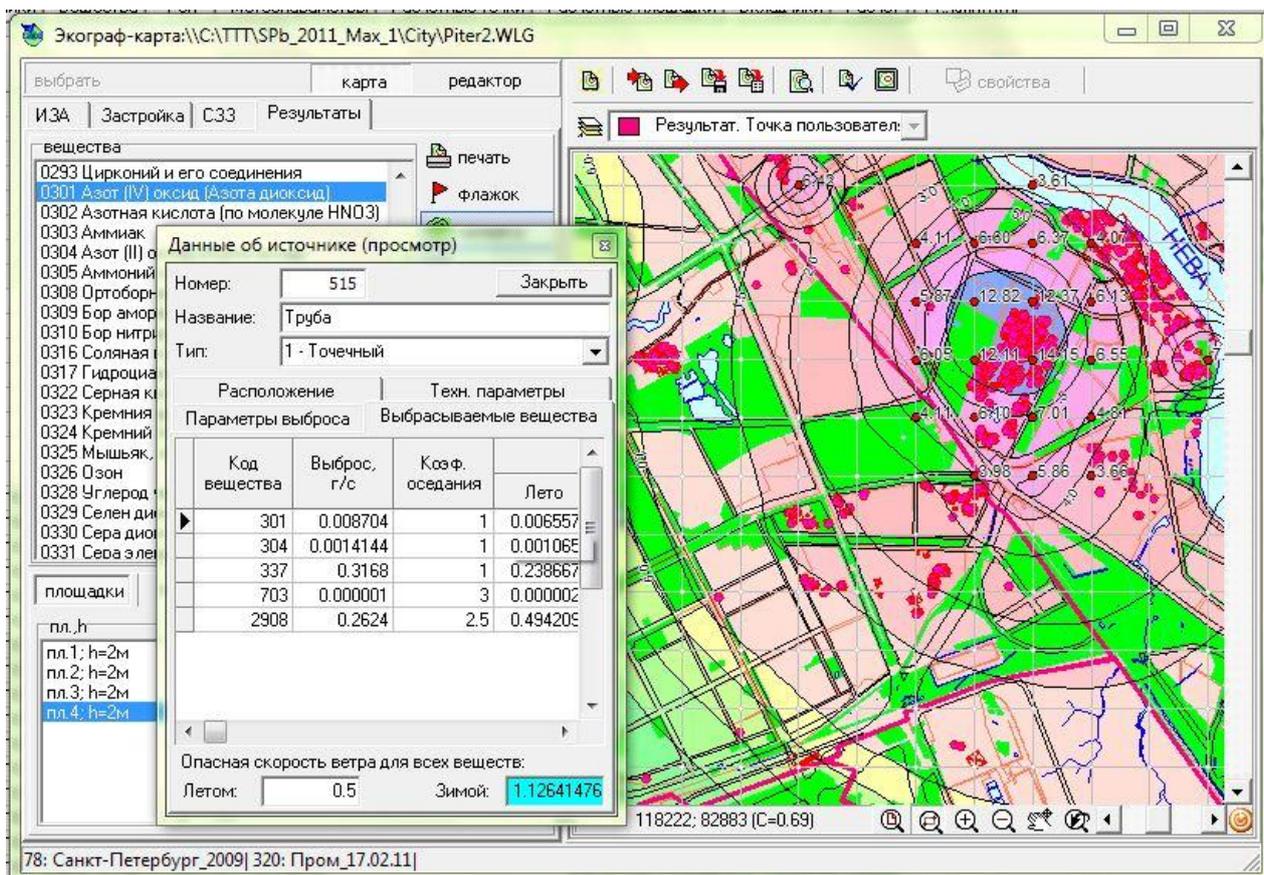


Рис. 1. Результаты расчета максимальных концентраций загрязняющих веществ, созданных выбросами предприятий города

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ НОРМИРОВАНИИ ВЫБРОСОВ

Н.С.Буренин
 ОАО "НИИ АТМОСФЕРА", г. Санкт-Петербург,
 : normvib@mail.ru

В Главной Геофизической Обсерватории им. А. И. Воейкова уже более полувека развиваются исследования атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Полученные под руководством проф. Берлянда М.Е. и его коллег результаты исследований легли в основу разработанной методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Этот документ с 1987 года является базовым общероссийским документом, используемым в воздухоохранной деятельности на территории Российской Федерации и ряде стран СНГ.

Обоснованности инженерной методики ОНД-86 в значительной степени способствовали результаты комплексных экспедиционных исследований загрязнения атмосферы, которые в течение многих лет проводились в промышленных городах (Запорожье, Магнитогорск, Челябинск, Нижний Тагил, Донецк и др.) и в районах расположения отдельных промышленных объектов.

Одним из ключевых направлений воздухоохранной деятельности в России является нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятий, имеющих источники загрязнения атмосферы. Методология нормирования выбросов, разработка которой была начата в Главной Геофизической Обсерватории им. А.И.Воейкова, в дальнейшем получила развитие в работах Научно-исследовательского института охраны атмосферного воздуха (НИИ Атмосфера). Основной целью работ по нормированию выбросов загрязняющих веществ является их ограничение и установление нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов (ПДВ, ВСВ) для каждого стационарного источника выбросов и совокупности источников выбросов конкретного предприятия.

Процедура нормирования выбросов включает расчеты загрязнения атмосферы от совокупности источников предприятия и определение максимальных разовых приземных концентраций, характеризующих степень негативного воздействия данного предприятия на

атмосферный воздух. Все этапы расчетов загрязнения атмосферы, начиная с определения перечня загрязняющих веществ и источников, подлежащих государственному учету и нормированию, предварительной и детальной оценки уровней приземных концентраций по данным о выбросах на существующее положение и перспективу выполняются по компьютерным программам, реализующим положения ОНД-86.

Наряду с результатами моделирования рассеивания примесей в атмосферном воздухе в воздухоохранной деятельности в России повсеместно используются в соответствии с определением термина " предельно допустимый выброс", данным в Федеральном Законе " Об охране атмосферного воздуха", результаты мониторинга загрязнения атмосферы, проводимого подразделениями Росгидромета во многих городах России. Использование этих результатов выполняется в виде расчетов фоновых концентраций загрязняющих веществ, содержание которых в атмосферном воздухе контролируется на постах Росгидромета.

Кроме того, неотъемлемой частью работ по инвентаризации выбросов предприятий любого производственного назначения является обязательность учета трансформации оксидов азота в атмосфере при определении максимальных разовых (г/с) и валовых(т/г) выбросов диоксида и оксида азота.

Методики расчетного определения фонового загрязнения атмосферного воздуха и коэффициентов трансформации оксидов азота в атмосфере, разработанные доктором географических наук Безуглой Э.Ю. и ее коллегами на основе результатов мониторинга загрязнения атмосферы, и определяемые по ним параметры позволили существенно повысить обоснованность и достоверность устанавливаемых нормативов предельно допустимых выбросов для предприятий.

Использование результатов моделирования и мониторинга загрязнения атмосферы не ограничивается вышеприведенными направлениями работ . В рамках разработки проектов нормативов ПДВ предприятий применяются зависимости изменения уровней приземных концентраций от ряда параметров, приведенных в ОНД-86. На их основе выполняется определение категории предприятия по воздействию его выбросов на атмосферный воздух, определение периодичности производственного контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов, исходя из категории источника и выбрасываемого из него загрязняющего вещества.

Результаты моделирования и мониторинга загрязнения атмосферы также широко используются при разработке разделов по охране окружающей среды проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих объектов в рамках оценок воздействия на окружающую среду (ОВОС), перечней мероприятий по охране окружающей среды (ПМООС) и проектов организации санитарно-защитных зон (СЗЗ).

В заключение можно отметить, что для дальнейшего совершенствования работ по нормированию выбросов целесообразно расширение сферы применения методики ОНД-86 в части учета специфики выбросов от таких источников как взрывные работы, горение углеводородных смесей и попутного нефтяного газа на факельных установках разного технологического исполнения, испытания мощных двигателей и т.д. Не менее актуальными могли бы быть исследования трансформации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе таких как формальдегид, сероводород, бенз(а)пирен и др. в целях учета при нормировании выбросов и установлении нормативов ПДВ предприятий.

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ "БОЛЬШИХ" НОРМАТИВНЫХ РАСЧЕТОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

А. Д. Зив

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, Росгидромет, Санкт-Петербург

adz@main.mgo.rssi.ru

В настоящее время многие природоохранные решения принимаются на основе нормативных модельных расчетов. При этом, если речь идет об оценках экологического воздействия на значительных территориях, например, в крупных городах, приобретают все большее значение обзорные (сводные) расчеты. В этих расчетах принимается во внимание вся совокупность источников негативного воздействия и, по возможности, учитывается целый ряд дополнительных факторов и/или последствий этого воздействия. Так, например, в дополнение к оценке загрязненности атмосферного воздуха, может оцениваться распределение рисков населения или поступление вредных веществ на подстилающую поверхность. При решении последних двух задач предполагается знание также пространственного распределения плотности населения или свойств подстилающей поверхности. Таким образом, целью обзорных расчетов является не только возможно более точное воспроизведение поля концентраций, но и наиболее точное соотнесение этого поля с другими пространственными распределениями, которые могут использоваться как в процессе решения задачи, так и при обработке результатов.

Естественным методом описания пространственного распределения является разбиение интересующей территории заданной сеткой с последующими вычислениями в ее узлах. В существующей практике сводный расчет она, как правило делается равномерной, что обусловлено простотой, традициями расчетов в большинстве существующих программ, удобством последующей интерполяции и графического отображения. Точность воспроизведения поля, естественно, зависит от шага сетки. При этом может оказаться, что разные пространственные распределения, которые надо затем соотнести (см. выше), могут быть получены на разных сетках и наиболее простым способом получения результирующего пространственного распределения является вычисление средних или максимальных значений рассчитываемой величины на пересечении различных сеток. Таким способом могут быть оценены распределения рисков ущерба здоровью, нагрузок на зеленые насаждения, сельскохозяйственные угодья и т.п. В более традиционных задачах сопоставления рассчитанных концентраций с предельно допустимыми концентрациями интерес представляют максимумы в ячейках, и, предполагается, таким образом, что полученные значения в узлах сетки эти максимумы достаточно хорошо воспроизводят. Самым простым способом обеспечения достаточной



Рис. 1. Фрагмент комбинированной сетки для большого города (узлы обозначены точками)

точности при этом является уменьшение шага сетки, но в случае «больших» задач такое «прямолинейное» решение требует слишком больших ресурсов. В данной работе описаны два подхода к получению более точных результатов при использовании существенно меньших ресурсов. Обе методологии относятся к сводным расчетам загрязнения воздуха и ориентированы на использование нормативных моделей типа источник-точка [1, 2].

Описание поля внутри ячейки для получения затем средних или максимальных значений может быть достигнуто подходящей интерполяцией, которая, однако, необходимо зависит от величины шага сетки и градиента поля. В случае выше упомянутых моделей оказывается, что градиенты поля падают с расстоянием от источника. Таким образом, на разных расстояниях можно использовать сетки разного шага. Введем несколько

фиксированных на территории сеток разного шага и определим для каждого источника несколько расстояний, начиная с которых шаг сетки можно увеличить. Для каждого источника получается своя совокупность расчетных точек, взятых из заранее известного фиксированного множества. В результате получится комбинированная сетка, фрагмент которой для большого города изображен на рис. 1. Как можно видеть, самый мелкий шаг характерен для окрестностей автомагистралей. Оказывается, что при достаточно хорошем качестве последующей интерполяции (см., например, [3]) экономия ресурсов составляет несколько раз. Заметим при этом, что использование стандартных средств интерполяции улучшается за счет ее симметризации. Если далее, например, решается задача оценок сухого выпадения, в которых характер подстилающей поверхности описывается своей сеткой, то рассчитанные с учетом сухого выпадения средние концентрации по выше описанной структурированной неравномерной сетке могут достаточно точно соотноситься со второй сеткой. На основе таких построений, в частности, была разработана методология получения оценок осадений вредных веществ на подстилающую поверхность в Санкт-Петербурге [4,5].

В тех случаях, когда представляют интерес только мажорантные характеристики поля, представляется целесообразным непосредственный поиск максимума концентрации в ячейке. Поле концентраций может быть достаточно не гладким, и для оценки гладкости поля необходимо провести вычисления, объем которых настолько велик, что вполне сопоставим с прямым расчетом. Поэтому использование при вычислении максимума методов, опирающихся на определенную гладкость целевой функции, достаточно проблематично, и целесообразно использовать так называемые методы нулевого порядка [6], ориентированные на негладкие функции. Поиск максимума, конечно, тоже требует дополнительных вычислений, но как показывают проведенные численные эксперименты, для этого можно использовать сетку с достаточно крупным шагом, что в результате приводит к значительной экономии времени счета. В качестве примера результатов в таблице 1 приводится сравнение концентраций, полученных для большого города на 500 м сетке. Исходными значениями являются значения, полученные просто в узлах сетки, максимумы определены по ячейкам с центрами в этих узлах, «отношение» - это отношение максимумов и исходных значений. Заметим, что при необходимости промежуточные результаты могут также быть сохранены, что

Таблица 1. Статистические результаты для исходных значений, максимумов и отношений.

	Исх. знач.	Макс.	Отнош.
Средн.	1.57	3.26	1.84
Макс.	18.12	25.87	9.96
Квантили	0.25	0.58	1.04
	0.5	0.99	1.19
	0.75	2.15	4.24
	0.95	4.31	11.47
	0.999	13.48	20.92

позволит построить изолинии концентраций. Сохранение промежуточных результатов целесообразно еще и с точки зрения получения максимумов вне территорий предприятий. Для получения косвенной оценки точности нахождения максимумов были проведены дополнительные расчеты на 20 м сетке, и по ним в каждой из 500 м ячеек был найден максимум непосредственно. В результате 84.0% относительных погрешностей оказались менее 0.01, 99.1% - менее 0.02, 99.4% - менее 0.03. Максимальная погрешность составила 0.14.

Интерес представляет также объединение двух описанных подходов, что использовалось, в частности, для осуществления пробного определения допустимых вкладов предприятий в загрязнение воздуха в окрестности Морского

порта в Санкт-Петербурге [7]. В этом случае нахождение максимумов осуществляется в ячейках разного размера, что, в свою очередь, экономит вычислительные ресурсы.

Выше описанные подходы особенно при их комбинированном использовании позволяют, на наш взгляд, существенно расширить возможности анализа состояния окружающей среды больших территорий.

Литература

1. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л., Гидрометеиздат, 1987 г.
2. Генихович Е.Л. и др. Оперативная модель расчета концентраций, осредненных за длительный период. Тр. ГГО. – 1998. – Вып. 549. – С. 11-31.
3. H. Akima. (1978) A Method of Bivariate Interpolation and Smooth Surface Fitting for Irregularly Distributed Data Points. ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS) Volume 4 , Issue 2 Pages: 148 - 159
4. Волкодаева М.В., Зив. А.Д. Оценки локальных выпадений загрязняющих веществ на подстилающую поверхность в городском масштабе «Экология урбанизированных территорий», №4, 2009, с. 89 – 93
5. Волкодаева М.В., Зив А.Д., Лапшина Е.Г., Оборин Д.А., Чигалейчик С.А. Оценки локальных выпадений загрязняющих веществ на подстилающую поверхность в городском масштабе. Результаты расчетов для территории Санкт-Петербурга. «Проблемы региональной экологии», №6, 2009, с. 95 – 101
6. Nelder, J. A., Mead, R. "A Simplex Method for Function Minimization." Comput. J. 7, 308-313, 1965.
7. О.В. Двинянина, А.Д. Зив. Об определении допустимых вкладов предприятий на основе расчета среднегодовых концентраций на неравномерной городской сетке. "Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера" №4`2011.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

А.В. Киселев¹, С.А. Чигалейчик.²

¹СЗГМУ им. И.И. Мечникова,

²Фирма "Интеграл",

chig@integral.ru, Anatolii.Kiselev@spbmapo.ru

В текущем столетии, периоде беспрецедентного роста городов и населения, выявилась потребность человечества в разработке и внедрении принципов устойчивого развития в области градостроительства и территориального планирования. Эта потребность стала основой концепции «устойчивого развития территорий», подразумевающей под собой обеспечение безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека при осуществлении градостроительной деятельности, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду. «Устойчивое развитие территории» означает улучшение градостроительной среды жизнедеятельности населения на основе оптимальной концентрации разных видов деятельности в каждой местности в увязке с размещением населения и рабочих мест.

Принципы устойчивого развития, разработанные и согласованные мировым сообществом (Документы Конференции ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 1992), сочетают цели стабильного и динамичного социально-экономического роста, с одной стороны, и надежную природно-ресурсную и экологическую безопасность развития, с другой. В настоящее время они

рассматриваются как главное стратегическое направление жизнедеятельности и эволюции регионов и городов. Устойчивое развитие предполагает жесткую и обоснованную регламентацию хозяйственного использования природной среды и ее ресурсного потенциала, взвешенную и целенаправленную социально-демографическую политику, стабильный и динамичный экономический рост, нацеленный на приоритетное решение социальных проблем и достижение все более высокого качества жизни населения.

Устойчивое развитие городов направлено на сохранение и модернизацию городской среды для улучшения условий жизнедеятельности населения и повышения качества жизни. Таким образом, в связи с активным развитием интеграционных процессов в экономике, возникла необходимость гармонизации природоохранного законодательства, а также законодательства о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Российской Федерации с международным правовым полем, в целях обеспечения реализации прав граждан на благоприятную среду обитания, охрану здоровья и санитарно-эпидемиологическое благополучие. Так, например, проведенный нами сравнительно-правовой анализ национальных законодательных актов РФ, а также ряда стран ближнего и дальнего зарубежья, в природоохранной сфере и защите здоровья населения показал актуальность применения методологии анализа риска здоровью населения, связанного с воздействием окружающей среды, для регулирования взаимоотношений в системе «среда-здоровье» при осуществлении хозяйственной деятельности. Однако уровень и широта использования данного оценочного критерия весьма разнородны.

Так, очевидно, что анализ риска, включающий кроме оценки управление риском и распространение информации о риске, это эффективный инструмент обеспечения гигиенической и экологической безопасности в сфере «среда обитания – здоровье человека». Анализ риска здоровью населения позволят обеспечить сохранение и модернизацию городской среды для улучшения условий жизнедеятельности населения и повышения качества жизни. Столь эффективный инструмент обеспечения охраны здоровья граждан требует развития и унификации подходов к оценке и управления риском в законодательстве государств – участником международного интеграционного процесса..

Вместе с тем, насущной необходимостью является разработка типового законодательного акта, унифицирующего процедуру оценки риска здоровью населения в связи с воздействием факторов среды обитания человека. Следует также утвердить процедуру оценки риска здоровью как одного из элементов обоснования санитарных норм и правил, а также законодательно утвердить обязательность проведения процедуры оценки остаточного риска здоровью при разработке проектной документации на строительство или реконструкцию промышленных предприятий или иных объектов, являющихся источником неблагоприятного воздействия на среду обитания человека.

Требуется разработать порядок применения процедуры оценки риска здоровью для решения правовых споров в области причинения (или вероятности причинения) вреда здоровью при загрязнении или ином неблагоприятном воздействии на среду обитания человека, а также создании системы информационной поддержки процедур оценки и анализа риска здоровью населения.

В связи с этим, фирмой Интеграл начаты и продолжают развиваться инициативы по созданию специализированных программных комплексов, позволяющих автоматизировать целый ряд информационно емких процедур на этапе оценки и анализа риска здоровью населения при разработке проектной, природоохранной документации и проведении соответствующих экспертных работ.

В настоящее время фирмой "Интеграл" (Санкт-Петербург) в составе программного комплекса "Эколог" разработан расчетный блок «Риски», реализующий положения [1], а также некоторых дополнительных методик, имеющие соответствующее согласование на уровне службы Роспотребнадзора.

На основе данных ПК «Эколог» после осуществления расчета либо максимальных, либо средних концентраций, т.е. проведения оценки экспозиции, в зависимости от типа проведенных расчетов блок «Риски» выбирает соответствующую модель и производит расчет показателей, необходимых для оценки индивидуальных рисков для здоровья населения.

На основании расчетов максимальных приземных концентраций (ОНД-86) в качестве основной модели используется следующий критерий:

- Неканцерогенный риск – доля превышения референтной концентрации острого действия.

В качестве дополнительных критериев пользователь может выбрать:

- Доля превышения порога запаха;
- Риск (вероятность обнаружения) неспецифического запаха;
- Риск (вероятность обнаружения) навязчивого запаха.

На основании расчетов концентраций, осредненных за длительный период (расчетный блок "Средние") в качестве основных моделей используются следующие критерии:

- Неканцерогенный риск – доля превышения референтной концентрации хронического действия;
 - Канцерогенный риск.
- В качестве дополнительного критерия пользователь может выбрать:
- Хронический риск по беспороговой модели.

Кроме того, расчетный блок «Риски» позволяет рассчитывать ранговые индексы канцерогенной и неканцерогенной опасности, а также визуализировать полученные результаты в текстовых, табличных и картографических форматах и осуществлять их экспорт.

Расчетный блок «Риски» имеет свидетельство Роспотребнадзора, сертификат Госстандарта России и рекомендован к использованию в органах и организациях Роспотребнадзора.

ООО «Фирма «Интеграл» разработан программный расчетный модуль «Эколог.Питьевая вода». Основное назначение модуля – отображение данных по результатам расчетов значений риска для здоровья населения и интегральных показателей химической безвредности на основе интегральной оценки питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности в соответствии с МР [2], которые также реализуют положения методологии оценки риска здоровью. Графический интерфейс программы «Эколог. Питьевая вода» позволяет просматривать результаты расчетов рисков в зонах влияния водопроводных станций и сопутствующие данные, описывающие объекты, относящиеся к интегральной оценке питьевой воды. Данные представлены в соответствующих служебных слоях. Предусмотрены инструменты редактирования карт, в том числе и с использованием графической подложки.

Возможно использование карт, подготовленных в других широко используемых геоинформационных системах. Модуль имеет программный функционал, позволяющий просмотреть результаты расчета рисков и интегральных показателей - как в табличном виде, так и с визуализацией их графического отображения на топографической подоснове территории, подготовленной в геоинформационной системе ArcInfo. При этом, выходной интерфейс модуля позволяет передать данные рассчитанных рисков помимо ArcInfo в другие геоинформационные системы. На основании данных, полученных от модуля расчета риска, в геоинформационной системе в виде соответствующего слоя информации формируется пространственная модель распределения интегрального показателя безвредности питьевой воды в зависимости от зоны влияния водопроводных станций или иных систем централизованного водоснабжения.

Литература

1. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2004. – 143 с.
2. МР 2.1.4.0032-11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 31 с.

РАСЧЕТНЫЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ: ТЕХНИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Д. А. Франк-Каменецкий

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга

frank@kpoos.gov.spb.ru

Уровень загрязнения атмосферного воздуха обусловлен выбросами вредных веществ от стационарных и передвижных источников на территории города и атмосферными процессами, влияющими на перенос и рассеивание этих веществ от источников загрязнения. По данным разрешений на выброс, в городе в атмосферный воздух выбрасывается более 460 загрязняющих веществ. Организация систематических инструментальных наблюдений за всем спектром загрязнителей на территории города не представляется возможной, а плотность существующих автоматизированных станций контроля загрязнения атмосферного воздуха недостаточна для построения надёжных аппроксимаций полей концентраций загрязняющих веществ. В связи с изложенным, для оценки качества атмосферного воздуха в любой точке города и анализа распределения полей загрязняющих веществ используется расчётный мониторинг, который проводится с использованием средств компьютерного моделирования уровня загрязнения воздуха.

Для моделирования рассеивания загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников используется программный комплекс «Эколог-Город-Санкт-Петербург» входящий в состав программных средств государственной информационной системы «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга». В состав программного комплекса входят модули расчета

максимально разовых концентраций, средних приземных концентраций, актуальных концентраций, выпадений загрязняющих веществ из атмосферного воздуха и рисков для здоровья населения в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Программный комплекс оснащен набором пользовательских инструментов для управления данными и средствами визуализации результатов расчета в виде изолиний. Результатом расчета является равномерная сетка, с размером ячейки задаваемым оператором. Отчетный файл содержит двумерную таблицу (в формате dbf), полями которой являются координаты расчетных точек и концентрация загрязняющего вещества, в данной точке представленная в абсолютном значении и значении, приведенном к предельно допустимой концентрации данного вещества. Для хранения, обработки и анализа данных используются программные средства, входящие в состав государственной информационной системы «Экологический паспорт территории Санкт-Петербурга». Для обработки и анализа пространственных данных, а так же подготовки картографических материалов используются инструменты входящие в состав картографического редактора ArcGIS 9.3 компании ESRI с расширением Spatial Analyst. В качестве клиентских приложений для просмотра данных используются Web – приложения на базе сервисов ArcGIS Server. Инструменты статистической обработки пространственных данных ArcGIS используются так же для сопоставления расчетных и измеренных концентраций. Совместное применение натуральных наблюдений и расчетов позволяет получать характеристику качества атмосферного воздуха фактически в любой точке города. При этом коэффициент корреляции измеренных и рассчитанных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе превышает 0,85.

Исходные данные для моделирования содержатся в базе данных источников выбросов. Поскольку качество расчетов во многом обусловлено качеством исходных данных, первостепенное значение приобретает системы учета источников выбросов, используемых при моделировании, и поддержание базы данных источников выбросов в актуальном состоянии.

При расчетах используются данные о выбросах стационарных и передвижных источников. Стационарные источники (источники выбросов промышленных предприятий) подразделяются на точечные, линейные и площадные. Для стационарных источников база данных формируется по материалам томов ПДВ и годовых технических отчетов. Для пополнения и обновления данных о выбросах стационарных источников используются материалы разрешений на выброс. В базе содержатся данные о параметрах источников выбросов, необходимые для расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, разовая мощность выброса при максимальной загрузке оборудования (г/с) для промышленных предприятий и среднегодовое значение выбросов для всех источников (т/г). Инвентаризация выбросов автомобильного и водного транспорта осуществляется на основании наблюдения фактической интенсивности движения.

Сбор данных об источниках выбросов осуществляется в рамках реализации Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечения экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга (далее – Комитет) государственной функции по учету источников негативного воздействия на окружающую среду. На 01.01.2013 база данных о выбросах стационарных и передвижных источников содержала информацию о 31320 источниках, валовой выброс которых составлял 180082 тонн в год. Данные о выбросах источников загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге приведены ниже:

промышленность		автотранспорт		водный транспорт	
кол-во источников (организованных и неорганизованных)	выброс (тонн в год)	кол-во источников (участков автомагистралей)	выброс (тонн в год)	кол-во источников (участков акватории)	выброс (тонн в год)
29360	133291	1572	33601	388	13190

Для расчета выбросов от передвижных источников в 2012 году были разработаны и внедрены 3 региональных методических документа, получивших положительное заключение государственной экологической экспертизы:

1. Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга (Распоряжение Комитета от 17.02.2012 N 23-р). Необходимость разработки этого документа обусловлена тем, что за последние годы автомобильный парк Санкт-Петербурга существенно обновился и приблизился по своей структуре к автомобильному парку крупных европейских городов. В связи с этим возникла необходимость ввести классификацию автотранспорта по европейскому принципу и серьезным образом усовершенствовать «Методику определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-

Петербурга», разработанную в 2005 году. При этом была учтена специфика структуры автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям, и особенности улично-дорожной сети города.

2. Методика расчета годовых выбросов передвижных источников на автомагистралях Санкт-Петербурга на основе обследования структуры транспортных потоков (Распоряжение Комитета от 17.02.2012 N 22-р). Данная методика разработана впервые в России. Расчетные формулы, использованные в этом документе, позволяют учитывать суточную, недельную (будние и выходные дни) и сезонную (зима/лето) вариации интенсивности транспортных потоков. Для различных типов магистралей Санкт-Петербурга (центральные, радиальные и транзитные) на основе обобщения данных временной изменчивости интенсивностей автотранспортных потоков получены коэффициенты пересчета, учитывающие нестационарность дорожного движения.

3. Методика определения массы вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых водным транспортом в атмосферу Санкт-Петербурга (Распоряжение Комитета от 05.06.2012 N 102-р). Данная методика так же разработана впервые в России. Она учитывает изменение фактора выброса судовых установок при различных режимах движения, а так же тип судна, состав используемого топлива и время движения судна при различных режимах работы энергетической установки.

Развитие расчетного мониторинга в Санкт-Петербурге связано:

- постоянным поддержанием в актуальном состоянии базы данных источников выбросов;
- совершенствованием методологической базы инвентаризации выбросов за счет регулярного обновления методических документов;
- постоянного совершенствования программного комплекса «Эколог-Город-Санкт-Петербург»;
- регулярного сопоставления данных инструментального и расчетного мониторинга;
- постоянного внедрения современных методов и технических средства для пространственного анализа данных, полученных по результатам расчетного мониторинга.

ПРАКТИКА РАСЧЕТНОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

О.В. Ложкина¹, В.Н. Ложкин¹, Н.С. Буренин², О.В. Двинянина², Н.М. Головина²
¹Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России
²ОАО "НИИ Атмосфера"
oljkina@yandex.ru

За последние 10 лет произошло существенное изменение структуры автопарка в сторону увеличения доли автотранспортных средств производителей зарубежных моделей классов Евро 2-Евро 5 [4] и характера движения по городским автомагистралям в крупных мегаполисах Российской Федерации, что потребовало пересмотра действующих методик и инструкций по оценке вклада автотранспорта в загрязнение атмосферы городов [1].

Специалистами ОАО "НИИ Атмосфера" и Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России в 2009-2013 годах были проведены экспериментально-аналитические исследования по обоснованию численных значений удельных выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) автомобильными транспортными средствами (АТС), а также масштабные натурные обследования транспортных потоков на автомагистралях Санкт-Петербурга, на основании которых были внесены изменения в Методику определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов ОАО "НИИ Атмосфера", а также обоснована "Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга" Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности правительства Санкт-Петербурга (утв. распоряжением Комитета от 17.02.2012 N 23-р). Разработанная методология была апробирована в 2010-2013 годах на примере оценки и прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха в окрестностях ряда значимых автомагистралей Санкт-Петербурга с использованием программного обеспечения "Эколог-Город" фирмы "Интеграл" (Санкт-Петербург). На рис. 1 представлены результаты расчетов максимальных приземных концентраций диоксида азота, отнесенные к максимальной разовой ПДК_{МР}, равной 0,2 мг/м³, в окрестности КАД Санкт-Петербурга.

Возможность применения разработанной модели для оценки загрязнения воздуха выбросами автотранспорта подтверждается положительными результатами ранее проведенных

экспериментальных исследований других авторов [2], а также сопоставления результатов расчетов с данными инструментального анализа [2].

Накопленные экспериментальные данные позволили нам адаптировать Европейскую расчетную методологию и программное обеспечение COPERT [5], предназначенные для оценки валовых выбросов ЗВ и парниковых газов автотранспортом,

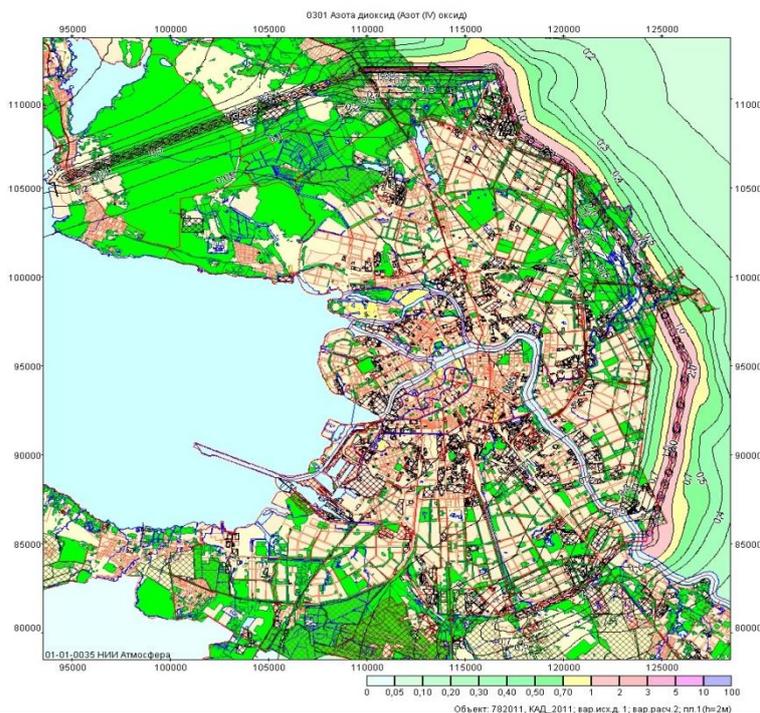


Рис. 1 Карта загрязнения атмосферы NO₂ в окрестности КАД Санкт-Петербурга.

применительно к условиям Санкт-Петербурга. Было предложено внести в программу изменения, касающиеся значений удельных выбросов ЗВ, характерных для АТС в РФ, а также входных данных о структуре автопарка, а именно, - вводить статистическую информацию о численности зарегистрированных АТС с учетом реально наблюдаемой структуры транспортных потоков. С помощью предложенного подхода была произведена оценка валовых выбросов в Санкт-Петербурге за 2010, 2011 и 2012 года и прогнозирование валовых выбросов на основе данных развития городской

транспортной инфраструктуры в краткосрочной (до 2015 г) и долгосрочной (до 2030 г.) перспективах. Сравнение расчетных значений выбросов ЗВ, полученных с помощью программы COPERT 4, и данных национальной инвентаризации за 2011 год [3], показали удовлетворительную сходимость (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение расчетных значений выбросов ЗВ, полученных с помощью программы COPERT 4, с данными национальной инвентаризации

	ТЧ	SO ₂	CO	NO _x	CH ₄	NH ₃	ЛОС	Всего
Национальная инвентаризация	1,0	2,4	296,8	36,25	1,6	0,7	36,6	374,8
COPERT 4	1,3	4,1	255,1	42,9	1,3	1,3	35,5	341,5
Расхождение результатов, %	23	41	14	15	18	46	3	9

Отклонение значения суммарного выброса составило 8,9 %. Наименьшие расхождения значений расчетных выбросов наблюдаются для CO - 14 %, неметановых ЛОС -3 %, CH₄ - 18 %, NO_x -15 % и ТЧ - 23 %. Наиболее существенные расхождения данных отмечаются в отношении выбросов SO₂ и NH₃ - 41 и 46 %, соответственно. Подобные отклонения могут являться следствием разных теоретических подходов к расчету выбросов, а также разными значениями удельных пробеговых выбросов.

Результаты расчетов прогнозирования сокращения выбросов автотранспорта в Санкт-Петербурге в долгосрочной перспективе до 2030 года по методологии COPERT4 показали, что при прогнозируемом возрастании численности АТС в Санкт-Петербурге в 1,75 раза к 2030 году по сравнению с базовым 2010 годом наибольший экологический эффект может быть достигнут от внедрения более высоких нормативов на выбросы Евро 4 - Евро 6 на всех видах автотранспорта и нормативов на качество моторного топлива Евро 4 - Евро 5: сокращение выбросов парниковых газов N₂O в 9 раз, CH₄ в 1,2-1,5 раза, загрязняющих веществ CO в 3 раза, ЛОС и НМЛОС в 2 раза, NH₃ в 1,4 раза, ТЧ в 2 раза. Дополнительный положительный экологический эффект (до 5-20 %) может быть достигнут благодаря увеличению доли АТС, работающих на альтернативных видах топлива, а также доли АТС с гибридными, электрическими и водородными двигателями.

Проведенные исследования показали высокую эффективность расчетно-аналитических подходов в мониторинге загрязнения атмосферного воздуха городов выбросами АТС в текущем моменте и прогнозировании ситуации в краткосрочной и долгосрочной перспективах. Только комплексное исследование состояния воздушного бассейна городов и прогнозирование качества

воздуха с пространственной и временной детализацией выбросов обеспечат принятие эффективных управленческих решений.

Литература

1. Буренин Н.С., Ложкин В.Н., Ложкина О.В., Двинянина О.В., Марченко В.С. Об оценке удельных выбросов загрязняющих атмосферу веществ автомобильным транспортом // Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера. - 2011. - №2. - С. 37-44.
2. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2010 году. Под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. - СПб.: "Сезам-Принт", 2011. - 434 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2011 году. Под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. - СПб.: "Сезам-Принт", 2012. - 190 с.
4. Ложкина О.В., Ложкин В.Н. Перспективы сокращения экологического ущерба от автотранспорта в городах Российской Федерации на примере Санкт-Петербурга // Биосфера. - 2011. - № 3, с. 409-418
5. D. Gkatzoflias, Ch. Kouridis, L. Ntziachristos, Z. Samaras. COPERT 4 Computer programme to calculate emissions from road transport. – <http://www.emisia.com>.

О МЕТОДАХ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ НАЗЕМНЫХ ПЛОЩАДНЫХ ПЫЛЯЩИХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ С ЭТИХ ИСТОЧНИКОВ ИНТЕНСИВНЫХ ПЫЛЬНЫХ ПОЗЕМКОВ

Р.И Оникул., Е.А.Яковлева

*Главная геофизическая обсерватория им .А. И. Воейкова, Санкт-Петербург
dmap@main.mgo.rssi.ru*

1. В число рассматриваемых пылящих источников входят открытые склады пылевидных веществ (ПВ): сырья, топлива и промышленных отходов, в т.ч. золо- и шлакоотвалы. При сочетании определенных состояний (адгезийных свойств) поверхностных слоев пылящих источников с сильными ветрами с обширных пылящих источников на прилегающую территорию могут распространяться интенсивные пыльные поземки.

Концентрации ПВ в этих поземках иногда многократно превышают ПДК, а метеорологическая дальность видимости (МДВ) снижается до значений, характерных для пыльных бурь в пустынях и туманов. Расчет параметров пылящих источников при пыльных поземках по сравнению с их расчетом для большинства типов источников загрязнения атмосферного воздуха (ЗАВ) связан с существенно большими сложностями.

При проведении работ по рассматриваемой проблеме на основе решения т.н. «обратной задачи» атмосферной диффузии тяжелой примеси [4] для условий конкретных пыльных поземков были использованы:

- разработанная авторами доклада обобщенная формула для расчета приземной концентрации тяжелой примеси в атмосферной воздухе [2];
- данные экологического мониторинга на садочном бассейне мирабилита (СБМ) Кучукского химического завода, проведенного под научным руководством и при участии Института земной коры СПбГУ [3-5].

В период рассматриваемого при решении обратной задачи пыльного (сульфатного) поземка с СБМ проводились метеорологические измерения, определялись суммарные плотности выпадения сульфатов под осью факела (на оси следа) и их дисперсный состав. Проводились визуальные наблюдения за образующимся над СБМ при поземке сульфатным облаком.

На основе результатов решения обратной задачи было установлено, что, хотя рассматриваемый источник является наземным, при расчетах ЗАВ от него при поземках нужен учет начального динамического выноса над ним частиц различных фракций ПВ. Динамический вынос частиц над источником обусловлен салтьацией частиц и воздействием на них подъемной силы. Чем мельче частицы, тем больше средняя высота их начального подъема над источником при поземке. Учет дисперсного состава ПВ, выносимых над источником в атмосферу, необходим также потому, что по мере удаления от источников под пылевым факелом возрастает массовый вклад в концентрации ПВ в воздухе частиц наиболее вредных для человека мелких респираторных фракций.

2. Анализ применяемых при расчете параметров выброса пылящих источников отраслевых методик с учетом результатов решения обратной задачи выяснил необходимость их существенного усовершенствования. Эти методики не обеспечивают проведения расчетов ЗАВ по отдельным фракциям ПВ, в т.ч. с учетом различий их начального динамического выноса над источниками в атмосферу при пыльных поземках.

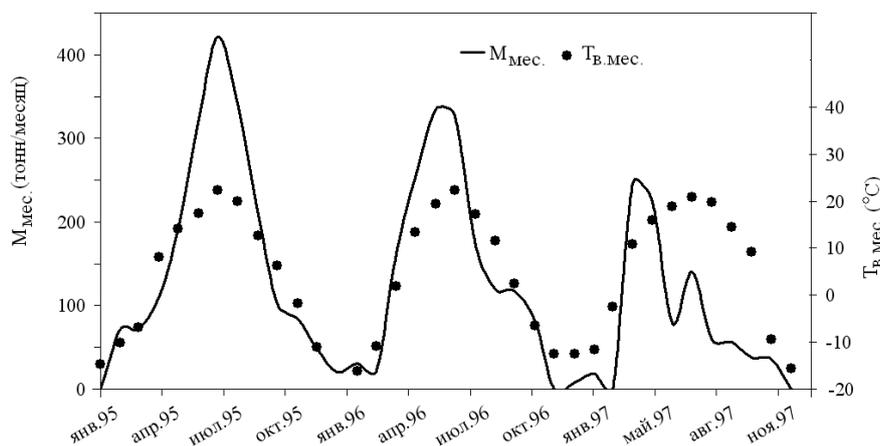
В отраслевых методиках не учитывается критическая скорость ветра $u_{кр}$, после превышения которой при фиксированных адгезионных свойствах поверхностных слоев ПВ на источниках начинается их пыление. Скорость ветра $u_{кр}$ является комплексной характеристикой адгезионных свойств поверхностных слоев ПВ на источниках. Применяемые отраслевые методики распространяются на конкретные ограниченные списки ПВ с указанием только их словесных названий. Даже дополнение этих списков значениями $u_{кр}$ при фиксированном влагосодержании ПВ и различном состоянии поверхности источников (наличии поверхностной корки и др.) расширяют возможности применения отраслевых методик. В отраслевых методиках требуется использование только скорости ветра u , относящейся к стандартному уровню флюгера 10 м. В отраслевых методиках в настоящее время не обеспечивается, что мощность M этих источников при $u < u_{кр}$ равна нулю. Отраслевые методики должны обеспечивать оценку эффективности производственных мероприятий по пылеподавлению (созданию поверхностной корки за счет применения т.н. «связующих», увеличению насыпной плотности поверхностных слоев ПВ и др.).

Определение параметров пылящих источников при различных состояниях их поверхностных слоев и сильных ветрах необходимо для проведения расчетов ЗАВ по ОНД-86 [3] и концентраций ЗВ в атмосферном воздухе, осредненным за длительные периоды времени (год, сезон или др.).

Определение этих параметров пылящих источников будет способствовать проведению работ по кратковременному прогнозированию пылевых поземков и регулированию выносов пылящих источников при прогнозе и наступлении этих поземков.

3. Учет нестационарности параметров пылящих источников.

Для проведения расчетов по ОНД-86 соответствующих сочетанию нормальных неблагоприятных (для рассеивания атмосферных примесей) метеорологических условий и неблагоприятных условий выброса ЗВ в атмосферу разовых концентраций C и расчетов



концентраций q_r , осредненных за длительный период времени (год, сезон или др.) необходимо, чтобы отраслевые методики учитывали эффекты нестационарности (нестабильности во времени) параметров пылящих источников. Для примера на рисунке на основе данных экологического мониторинга охарактеризован годовой ход месячной мощности

$M_{мес}$ (тонн/месяц) выноса Na_2SO_4 с СБМ [3]. Этот годовой ход обусловлен нестационарностью метеорологических условий и адгезионных свойств поверхностного слоя сульфатов на СБМ.

Литература

1. ОНД-86 Госкомгидромета СССР. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Гидрометеиздат, 1987, 93с.
2. Оникул Р.И., Яковлева Е.А.. Аналитическая аппроксимация численного решения уравнения атмосферной диффузии тяжелой примеси. Тр. ГГО, 2008, вып.557, с.184-196.
3. Оникул Р.И., Яковлева Е.А. Об учете некоторых особенностей промышленных источников при расчете загрязнения воздушного бассейна. Сб. Проблемы физики пограничного слоя атмосферы и загрязнения воздуха. К 80-ию проф. М.Е.Берлянда. СПб, Гидрометеиздат. 2002. с. 76-99.
4. Оникул Р.И., Яковлева Е.А. О решении обратной задачи переноса и диффузии атмосферных примесей для наземных площадных пылящих источников. Инф. бюллетень №1(39) "Вопросы охраны атмосферы от загрязнения". НПК "Атмосфера" при ГГО им.А.И.Воейкова, СПб, 2009. с. 4-32.
5. Яковлева Е.А., 2008. Об особенностях расчета осредненных за длительный период концентраций пылевидных веществ от наземных источников. Тр. ГГО, вып. 558, с.197-210.

РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. КАЗАНИ

А.Р. Шагидуллин, Р.А. Шагидуллина
ГБУ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ
Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, г. Казань
Artur.Shagidullin@tatar.ru

Расчет загрязнения атмосферного воздуха города с учетом вклада всех основных промышленных предприятий и автотранспортных потоков является мощным инструментом контроля и управления качеством приземных слоев атмосферы. Данные, полученные таким образом, могут использоваться для решения целого ряда задач, среди которых: комплексная оценка качества атмосферного воздуха на всей территории города и по всем необходимым загрязняющим веществам; расчет фоновых концентраций по широкому списку веществ; решение задач, связанных с построением объединенных санитарно-защитных зон для промышленных узлов; принятие градостроительных решений с учетом качества атмосферного воздуха территорий, оценка достоверности данных инвентаризации выбросов загрязняющих веществ предприятиями города, и т.д.

В рамках данной работы (ГК № 12 МЭ-17н от 23.07.2012 г.) была актуализирована база данных о выбросах загрязняющих веществ промышленными предприятиями и автотранспортными потоками г. Казани. По состоянию на начало 2013 года в базе данных города были учтены 133 предприятия, имеющих 8239 источников, выбрасывающих 376 загрязняющих веществ. Для учета транспортных потоков, на 561-ном участке улично-дорожной сети в утренние и вечерние «часы-пик» проводились натурные наблюдения, в процессе которых фиксировались состав и интенсивность потоков в разбивке на 15 категорий транспорта. Для каждого из участков определены выбросы 18 загрязняющих веществ. В итоге в базу данных занесены параметры и выбросы для 613 участков улично-дорожной сети (первоначальное количество в 561 участок было увеличено за счет отображения непрямолинейных участков в виде нескольких прямолинейных). Указанная база данных реализована в УПРЗА «Эколог-город» вер. 3.0, разработанной ООО «Фирма «Интеграл» (г. Санкт-Петербург), реализующей алгоритм расчета рассеивания загрязняющих веществ ОНД-86.

По результатам проведенной инвентаризации определены выбросы промышленных предприятий и автотранспортных потоков. При этом 41% выбросов предприятий Казани (по валовым значениям) приходится на предприятия тепло-энергетического комплекса, 35% – на крупное химическое предприятие Казаньоргсинтез, на долю остальных предприятий приходятся оставшиеся 24%. Выбросы автотранспорта разделяются между легковыми автомобилями, грузовыми и автобусами в соотношении: 47, 34 и 19% соответственно (соотношение определено для наиболее оживленной улицы Проспект Победы).

По результатам проведенных расчетов рассеивания загрязняющих веществ определены зоны с нарушением санитарно-гигиенических нормативов. В выбросах промышленных предприятий превышение нормативов создают в основном диоксид азота, фенол, сероводород, бутилацетат, ксилол, прямые азокрасители, мазутная зола. Наиболее загрязненными являются промышленные зоны Московского, Приволжского и Советского районов. В выбросах автотранспортных потоков превышение создает диоксид азота. Зоны загрязнений, в которых вследствие выделения загрязняющих веществ автотранспортом возникают превышения ПДК, захватывают территории в пределах до 200 м от дорог с наиболее интенсивным движением в часы пиковой транспортной нагрузки. Полученная база данных использована для предварительного расчета эффективности природоохранных мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия транспортных потоков Казани.

В 2013 году проводится очередной этап сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха Казани. В рамках этого этапа расширена база данных до 317 предприятий, также проводится актуализация картограмм интенсивности движения транспорта и расширение перечня учитываемых автодорог.

В рамках этого этапа сводных расчетов, проведена актуализация для современного состояния города Казани используемой методики инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автомобилей [1]. Для этого были проведены наблюдения, в процессе которых фиксировался состав транспортных потоков Казани в разбивке по маркам и моделям автомобилей. Одновременного с этим были проанализированы данные Управления ГИБДД МВД по РТ о всех автотранспортных средствах, зарегистрированных на территории Республики Татарстан. В итоге был определен состав транспортных потоков по экологическим классам, типам используемого топлива и объемам двигателей, что позволило провести более детальные расчеты загрязнения атмосферного воздуха города автотранспортными потоками.

Целью проводимых сводных расчетов является внедрение полученных результатов в систему нормирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города Казани. В качестве одного из наиболее значимых этапов в этом отношении, планируется определение и дальнейшее применение расчетных фоновых концентраций для тех загрязняющих веществ, по которым не проводятся измерения на государственной сети постов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха. Также планируется проведение анализа полноты и достоверности данных инвентаризации выбросов загрязняющих веществ предприятиями города, выработка рекомендаций по программе снижения выбросов в периоды неблагоприятных метеорологических условий и т.д.

Литература

1. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. – М.: Министерство транспорта Российской Федерации, Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (ОАО «НИИАТ»), 2008. – 40 с.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА, ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ВЛИЯНИЕ УМЕРЕННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В Г. ВЯТСКИЕ ПОЛЯНЫ И АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ В Г. МОСКВА ЛЕТОМ 2010 Г.

С.Н. Котельников, Е.В. Степанов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, 119991, Москва, ул. Вавилова, 38, Россия,

skotelnikov@mail.ru

Приземный озон является **вторичным загрязнителем** атмосферы и появление его в больших концентрациях свидетельствует о значительном загрязнении воздуха выхлопами автотранспорта и другими продуктами высокотемпературного сгорания. В приземном слое атмосферного воздуха озон образуется в результате фотохимических реакций с участием оксидов азота (NO_x), летучих органических соединений (ЛОС) и ряда других веществ, называемых предшественниками озона.

Как показали результаты исследований [1,2,4], во время жаркой погоды, в загрязнённой атмосфере, происходит интенсивное фотохимическое образование озона и его концентрации в городе и за городом могут достигать в России опасных для здоровья величин. Летом 2010 г. в Московском регионе отмечались очень высокие приземные концентрации озона (ПКО) [2]. Средние часовые ПКО в атмосфере столицы в летние месяцы превышали значения 450 мкг/м^3 , а в г. Зеленоград и Звенигород были более 500 мкг/м^3 .

Отрицательное воздействие озона на органы дыхания, иммунную и сердечно сосудистую систему, а также смертность детально изучено в зарубежных исследованиях [5-9]. В странах ЕС с озоном связывают ежегодную дополнительную смертность более чем 21 тыс. человек, увеличение госпитализаций с заболеваниями органов дыхания (14 тыс.) и рядом других патологий [6]. Увеличение общей смертности отмечается уже при достижении среднечасовых значений ПКО в $50\text{-}60 \text{ мкг/м}^3$, причём увеличение смертности и заболеваемости не зависит от других поллютантов [6]. В работе D.V. Bates [5] отмечается, что влияние приземного озона на здоровье населения настолько хорошо изучено за рубежом, что по количеству вызовов скорой медицинской помощи можно косвенно определять концентрации озона в воздухе.

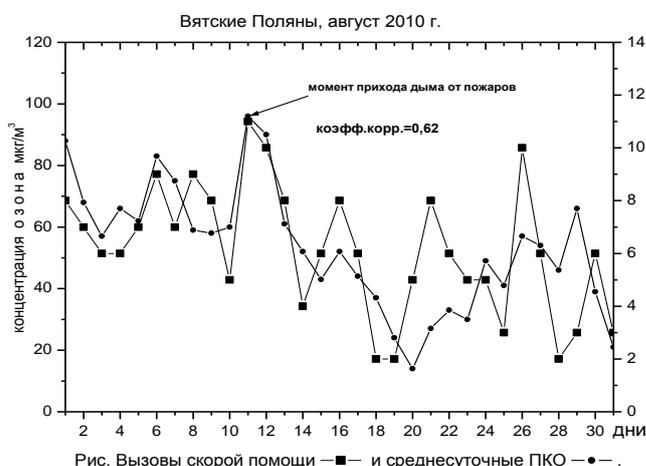
Для исследования влияния ПКО и температуры воздуха в российских условиях нами были сопоставлены данные по вызовам скорой помощи, связанным с сердечно сосудистыми заболеваниями, среднесуточными ПКО и температуре воздуха в летние месяцы 2008, 2009 и 2010 годов в г. Вятские Поляны. Использовалась база данных станции скорой медицинской помощи в г. Вятские Поляны и база данных автоматической станции мониторинга загрязнения атмосферы «Вятские Поляны». Станция мониторинга входит в сеть станций, созданных для научных исследований ИОФ РАН и предприятием «ОПТЭК» и работающих в режиме опытной эксплуатации. В г. Москва также были сопоставлены данные по вызовам скорой помощи, связанным с сердечно-сосудистыми заболеваниями, респираторными заболеваниями, смертностью и максимальными среднечасовыми концентрациями озона за июль-август 2010 г. Использовалась база данных станции скорой медицинской помощи им. А.С. Пучкова, статистика смертности получена из [3], а временные ряды максимальных среднечасовых ПКО за тот же период получены с сайта ГПУ «Мосэкомониторинг». Для обработки временных рядов были использованы методы статистического корреляционного анализа.

Результаты исследований по Вятским Полянам показали, что при высоких температурах воздуха (превышение над многолетней средней 6,4 град.С) и низких ПКО (менее 60 мкг/м³ средне суточное) статистическая связь этих параметров с количеством вызовов скорой помощи отсутствует. А при воздействии среднесуточных ПКО более 60 мкг/м³, в течение 13 дней подряд в августе 2010 г., коэффициент корреляции между ПКО и количеством вызовов скорой помощи составил статистически значимую величину 0,62. Сильная задымленность от лесных пожаров уменьшила концентрацию озона и не увеличила количества вызовов скорой помощи. На рисунке показаны среднесуточные значения ПКО и количество вызовов скорой помощи в августе 2010 г. в Вятских Полянах. Стрелкой показан момент прихода дыма от лесных пожаров в город.

Корреляционный анализ рядов максимальных среднечасовых ПКО, вызовов скорой помощи, связанных с внебольничной пневмонией, острой сердечной недостаточностью и смертностью для всех групп населения в Москве в июле-августе 2010 г. показал:

- коэффициент корреляции между максимальными среднечасовыми ПКО и внебольничной пневмонией составил величину **0,74** (95% граница = 0,56);
- коэффициент корреляции между максимальными среднечасовыми ПКО и количеством смертей составил величину **0,7** (95% граница = 0,57);
- коэффициент корреляции между максимальными среднечасовыми ПКО и количеством случаев острой сердечной недостаточности составил величину **0,6** (95% граница=0,4).

Результаты исследований показали обоснованность отечественного стандарта по озону - среднесуточной ПДК_{СС}=30 мкг/м³. Этот стандарт, в отличие от зарубежных, учитывает и ночные ПКО. В Вятских Полянах в августе 2010 г. наблюдались повышенные ПКО в ночное время, население спало с открытыми окнами и это могло увеличить дозу воздействия озона.



Работа выполнена при технической поддержке ЗАО «ОПТЭК», финансовой поддержке по программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Радиоэлектронные методы в исследованиях природной среды и человека» и ФЦП «Научные и педагогические кадры инновационной России» 2008 – 2013 гг., соглашение № 8351.

Литература

1. Беликов И. Б., Егоров В. И., Еланский Н. Ф., и др. Положительные аномалии приземного озона в июле-августе 2002 г. в Москве и ее окрестностях. Известия РАН. Физика атмосферы и океана 2004; 40(1): 75-86.
2. Звягинцев А.М., Котельников С.Н., Кузнецова И.Н., и др. Аномалии концентраций малых газовых составляющих в воздухе европейской части России и Украины летом 2010 г.. Оптика атмосферы и океана 2011; 24 (07): 582-588.
3. Зайратьянц О.В., Черняев А.Л. и др. Структура смертности населения Москвы от болезней органов кровообращения и дыхания в период аномального лета 2010 года. Пульмонология 2011 (4): 29-33.
4. Котельников С.Н., Миляев В.А., Саханова В.В., Положительные аномалии концентрации приземного озона в атмосфере некоторых фоновых районов. В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. М.: ИГКЭ; 2009; XXII: 227-234.
5. Bates, David V., Ambient Ozone and Mortality. Epidemiology 2005 16 (4): 427-429
6. Markus Amann, Dick Derwent et all. Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution WHO 2008 Regional Office for Europe
7. Hollingsworth JW, Kleeberger SR, Foster WM. Ozone and pulmonary innate immunity. Proc Am Thorac Soc2007;4:240-246.
8. National Research Council, Committee on Estimating Mortality Risk Reduction and Economic Benefits from Controlling Ozone Air Pollution. *Estimating Mortality Risk Reduction and Economic Benefits from Controlling Ozone Air Pollution*. National Academy Press, 2008.
9. Srebot V, Giancolo EAL, Rainaldi G, et al. Ozone and cardiovascular injury. Cardiovasc Ultrasound 2009; doi:10.1186/1476-7120-7-30, p.1-8.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ МАЛЫХ ГОРОДОВ

С.В. Сенотрусова
МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва
svetlisen@mail.ru

Здоровье населения неразрывно связано с качеством окружающей среды. Загрязнение любого компонента природной среды небезразлично для человека. Повышенное содержание токсичных веществ в воздухе, воде, почве отрицательно отражается на здоровье, вызывая ухудшение медико-демографических показателей, увеличение распространенности отдельных групп и классов болезней. Изучению состояния здоровья населения, проживающего в условиях промышленного города, посвящено немало работ, которые позволяют оценить как качественные, так и количественные связи между уровнем загрязнения окружающей среды и состоянием здоровья населения.

В настоящей работе рассматриваются вопросы комплексного воздействия и выявления количественных закономерностей длительного совместного действия загрязнения атмосферы и поверхностных вод на заболеваемость детей и взрослых в промышленном городе Спасске-Дальнем (Приморский край).

Город Спасск-Дальний – крупный промышленный центр Приморского края, расположен на Приханкайской низменности, в 20 км от озера Ханка. В городе проживает около 50 тыс. жителей. Среди промышленных предприятий основными источниками выбросов являются заводы по производству строительных материалов – Спасский и Новоспасский цементные заводы, Спасский литейно-механический завод, комбинат асбестоцементных изделий, завод строительных материалов и др. Предприятия выбрасывают в атмосферу большое количество пыли, глины, угля, цемента, асбеста, сернистого ангидрида, окислов углерода, окислов азота и других загрязняющих веществ. Наряду с этим в поверхностные воды поступают отходы загрязняющих веществ от предприятий стройиндустрии, металлургии, транспорта, сельского хозяйства, хозяйственно-бытовых объектов города и его окрестностей.

Материалом для исследования послужили статистические данные Министерства природных ресурсов и экологии о структуре выбросов в атмосферу города с 1982 по 2010 годы о таких загрязняющих веществах как: SO₂ (диоксид серы), NO₂ (диоксид азота), CO (оксид углерода), ВВ (взвешенные вещества, пыль), ПАУ (углеводороды). Такой подход целесообразен в тех городах, где имеется недостаточно данных об уровне концентраций загрязняющих веществ приземного слоя воздуха.

Для оценки состояния здоровья населения использовали сведения о заболеваемости и распространенности патологии среди детей и взрослых по обращаемости за медицинской помощью. Источником информации послужили сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения (статистическая отчетная форма №12), а также сведения ежегодной численности обслуживаемых контингентов.

Материалом для исследований данных о качестве поверхностных вод послужили данные ежегодных наблюдений на сети станций Приморского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с 1981 по 2010 годы. Пробы отбирались в р. Спасовке и р. Кулешовке. Река Кулешовка протекает через город и впадает в р. Спасовку, поэтому отбор проб осуществлялся: 1) в черте города, в р. Кулешовке; 2) в 1 км ниже по течению р.Спасовки; 3) в 2 км выше города по течению р.Спасовки, в черте села Дубовское. К анализу привлекались данные о среднегодовых концентрациях таких веществ как: 1) ВВ (взвешенные вещества); 2) O₂ (содержание кислорода в воде); 3) БПК₅ (пятидневное биохимическое потребление кислорода); 4) NH₄ (аммонийный азот); 5) NO₂ (нитриты); 6) NO₃ (нитраты); 7) Fe (железо); 8) Cu (медь); 9) нефтепродукты; 10) СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества; 11) фенолы.

С целью детального изучения изменчивости и влияния атмосферных выбросов и концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах на заболеваемость детей и взрослых в городе проводился корреляционный и факторный анализ. Результатом корреляционного анализа явилась матрица парных коэффициентов корреляции. В дальнейшем корреляционная матрица изучалась при помощи факторного анализа методом главных компонент. Его применение основано на предположении, что корреляция между признаками обусловлена корреляцией между признаками и так называемыми факторами - причинами, влияющими на изменчивость признаков. Анализируя корреляционную матрицу, отражающую изменчивость выборки, можно выделить и содержательно охарактеризовать эти причины. В один фактор могут выделяться только тесно связанные или взаимообусловленные признаки. Известно, что факторный анализ позволяет не только выделить факторы, которые являются определяющими в распределении исследуемых элементов, но и существенно сократить объем необходимой информации.

Факторный анализ совместных данных заболеваемости населения, загрязнения атмосферы, а также качества поверхностных вод в определенной степени дает возможность оценить и выявить влияние отдельных загрязняющих веществ на заболеваемость населения в промышленном городе. Прежде чем перейти к описанию результатов, следует остановиться на некоторых особенностях исследований. Для исследований использовались как синхронные, так и асинхронные временные ряды. В качестве временных рядов использовались ряды загрязнения поверхностных вод и атмосферы осредненные за некоторый период. Период осреднения составлял два, три, четыре, пять и шесть лет. Таким образом, считалось, что загрязнение окружающей среды за несколько предыдущих лет определяет последующую заболеваемость. Для каждого варианта осреднения проводились расчеты факторных нагрузок. Такие модельные исследования позволили сделать вывод о том, что наиболее интересные результаты получаются тогда, когда временные ряды заболеваемости и загрязнения атмосферы строятся как синхронные, а период осреднения концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах составляет три года. Основная гипотеза исследования состоит в том, что в один фактор попадают только взаимозависимые и взаимообусловленные параметры, т.е. если в один фактор попадают определенные параметры заболеваемости и загрязнения окружающей среды со значением факторных нагрузок более чем 0,64, то они являются взаимозависимыми. Такая гипотеза дает возможность провести анализ факторных нагрузок с выделением определенных зависимостей.

Исследование таблиц факторных нагрузок дает возможность классифицировать факторы в зависимости от того, какие элементы (маркеры) его нагружают. Для детей выделилось шесть факторов, описывающих 91% дисперсии переменных. Первый фактор можно определить как фактор загрязнения атмосферы комплексом загрязняющих веществ: диоксидом серы (-0,98), оксидом углерода (-0,88), взвешенными веществами (-0,83), углеводородами (-0,98) (в скобках здесь и далее приведены значения факторных нагрузок). Второй фактор можно определить как фактор заболеваемости и загрязнения поверхностных вод. Этот фактор одновременно нагружен такими нозологическими группами как: болезни эндокринной системы (0,77), болезни кровообращения (0,96), желчно-каменная болезнь (0,74), болезни мочеполовой системы (0,64) и параметрами загрязнения поверхностных вод: взвешенные вещества (0,80), железо(0,74), медь (0,92). Одновременное выделение в этот фактор параметров загрязнения и заболеваемости говорит об обусловленности этих нозологических групп заболеваний загрязнением поверхностных вод. В третий фактор также одновременно выделались определенные группы заболеваний: новообразования (-0,73), болезни крови и кроветворных органов(-0,85), анемия (-0,84), бронхиальная астма (-0,65), болезни органов пищеварения (-0,67), гастрит (-0,78), болезни кожи (-0,82), болезни мочеполовой системы (-0,65) и параметры загрязнения поверхностных вод: БПК₅ (0,89), NH₄ (0,69), NO₃ (0,76) и фенолы (0,78). Однако внимательное изучение третьего фактора показывает, что параметры заболеваемости и загрязнения нагружаются факторными нагрузками с разными знаками и, следовательно, являются независимыми.

В работе представлены результаты совместного факторного анализа данных загрязнения атмосферы, концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах и заболеваемости взрослого населения г. Спасска-Дальнего. Приведены факторные нагрузки шести первых факторов, описывающих 94% общей дисперсии переменных. Анализ матрицы переменных показывает сложную систему матричных нагрузок. В первый фактор попали исключительно переменные заболеваемости: хронический отит (-0,70), язва (-0,66), нефротический синдром (-0,90), болезни крови (0,68), болезни кровообращения (0,85), болезни кожи (0,94). Обращает на себя внимание, что в этот фактор попали как положительные, так и отрицательные нагрузки. Второй фактор также нагружают положительные и отрицательные факторные нагрузки переменных заболеваемости: хронический бронхит (0,71), гастрит (0,68), ЖКБ (0,90), болезни пищеварения (0,74), новообразования (-0,64) и переменные загрязнения поверхностных вод: взвешенные вещества (-0,94), нитриты (0,72), железо (-0,88), медь (-0,93). Такое распределение факторных нагрузок позволяет говорить о влиянии отдельных загрязняющих веществ на определенные нозологические группы заболеваемости.

Проведенный анализ позволил выявить закономерности длительного влияния факторов окружающей среды на заболеваемость детей, подростков и взрослых в промышленном городе. Следует подчеркнуть, что полученные результаты говорят о неоднозначном влиянии факторов среды на здоровье населения разных возрастных групп.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ОНКОЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В ОКРЕСТНОСТЯХ КРУПНЫХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ г. НОВОСИБИРСКА

В.В. Коковкин¹, Т.Г. Опенко², В.Ф. Рапута³

¹ Институт неорганической химии СО РАН,

² Институт терапии СО РАМН,

³ Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, г. Новосибирск

basil@niic.nsc.ru, raputa@sscc.ru

1. *Мониторинг длительного загрязнения окрестностей автомагистралей.* В конце зимних сезонов 2009 - 2013 г.г. проводились полевые, химико-аналитические исследования загрязнения снежного покрова полиароматическими углеводородами (ПАУ), тяжёлыми металлами, макрокомпонентами в окрестностях двух крупных автомагистралей г. Новосибирска: Советского шоссе и ул. Большевистской. Маршруты пробоотбора располагались в поперечных к трассам направлениях. Удаления точек отбора проб от них достигали 150 м (рис.). Для всех параметров химического состава проб с удалением от автотрассы наблюдалось, в целом, монотонное уменьшение концентрации. Среди неорганических катионов с наибольшим вкладом был представлен натрий. Его мольное количество в расчете на литр практически совпало с количеством хлоридов. Суммарно в снеге определяли 19 компонентов ПАУ, из которых 8 относят к канцерогенным. Особо следует отметить высокую степень загрязнения ПАУ снегового покрова в окрестностях исследуемых магистралей, включая бенз(а)пирен. В зонах интенсивного воздействия выбросов примесей концентрации бенз(а)пирена превышают среднегородскую в 4 – 8 раз. Установлены также многократные превышения от средних пыли, оксидов азота, формальдегида.

Для априорного описания распределения вещества примеси по скоростям оседания w в атмосфере воспользуемся следующей двухпараметрической функцией

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

где параметр w_m характеризует скорость преобладающей по количеству частиц фракции примеси, m - степень однородности распределения частиц примеси по скоростям w , $\Gamma(m)$ - гамма-функция Эйлера.

С учётом (1) и аналитических решений полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии получено соотношение для восстановления поля плотности выпадений полидисперсной примеси от линейного источника [1]

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

Оценка неизвестных параметров θ_1 , θ_2 , θ_3 , входящих в выражение (2), проводится методом наименьших квадратов с использованием данных измерений плотности выпадений примеси в точках отбора снеговых проб.

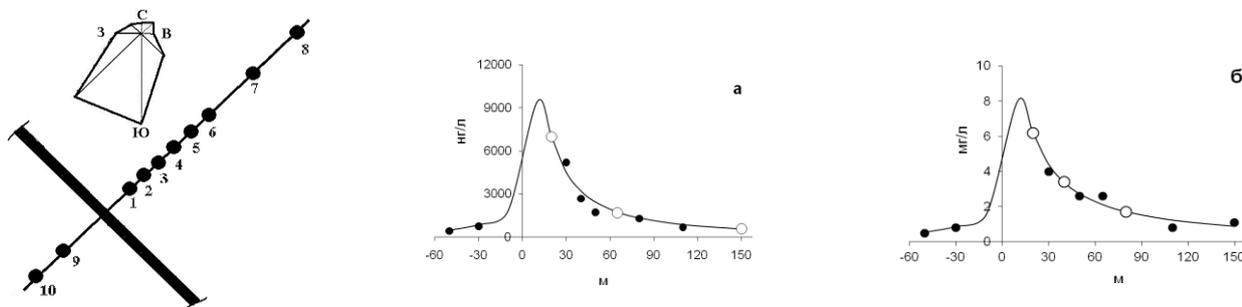


Рис. Схема маршрутного пробоотбора снега. Измеренные и восстановленные по модели (2) концентрации в снеге суммы ПАУ (а) и сульфатов (б). О - опорные, ● - контрольные точки наблюдения

Численный анализ полученных экспериментальных данных на основе разработанной малопараметрической модели переноса полидисперсной примеси показал вполне

удовлетворительное согласие с результатами моделирования во всём диапазоне исследуемых расстояний по обе стороны от автотрассы (рис.). Из результатов численного моделирования также вытекает, что дисперсный состав выпадающих частиц является весьма разнородным, включающим как достаточно крупные частицы, так и относительно мелкие, которые могут переноситься на большие расстояния.

2. *Анализ онкологической заболеваемости.* В период 1988-2011 гг. изучены риски злокачественных новообразований (ЗНО) среди населения в возрасте 20 лет и старше, постоянно проживающего вдоль ул. Большевистской, на территории, составляющей в длину 3500 м и в ширину по 200 м по обе стороны от дороги. Территорию вдоль автомагистрали дополнительно разделили на несколько зон в зависимости от удаленности от проезжей части и сторон света: меньше 100 м от дороги на северо-восток - **I зона** и на юго-запад - **II зона**; от 100 до 200 м от дороги на северо-восток - **III** и на юго-запад - **IV** зона. Согласно зимней розе ветров, приведённой на рис., **I и III зоны** расположены фактически с подветренной стороны улицы Большевистской, **II и IV зоны** – с наветренной. Для более детального анализа дополнительно разделили I и II зоны на 2 части: меньше 50 м - **Ia и IIa**; от 50 до 100 м - **Iб и IIб**.

Данные о количестве жителей получены из территориального органа Федеральной службы Государственной статистики по Новосибирской области с учетом постройки и сноса домов за период наблюдения. Выполнен расчет средневзвешенной численности населения на изучаемой территории. По данным регистра рака ФГБУ НИИ терапии СО РАМН определено количество всех впервые выявленных случаев (ЗНО) за 24 года (1988-2011 гг.) у жителей домов на изучаемой территории. Рассчитаны среднегодовые интенсивные показатели заболеваемости всеми ЗНО и ЗНО отдельных локализаций - желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), органов дыхания (ОД) и др. у лиц 20 лет и старше, дана оценка относительного риска и значимости различий p по критерию Стьюдента [2]. Рассчитаны риски ЗНО в I и II зонах по отношению к IV, как зоне с наименьшей заболеваемостью раком. По результатам исследований средний возраст жителей-мужчин составил 48,3, женщин – 51,2 года. Средний возраст выявления ЗНО у мужчин составил 62,4 года, у женщин – 62,8 лет. Распределение жителей, количество случаев ЗНО и заболеваемость по зонам I-IV показаны в табл.1, в I-II (а,б) – в табл. 2.

Таблица 1. Количество жителей (20 лет и старше), случаев ЗНО и заболеваемость в зонах I-IV

Зона	Жителей			Случаев ЗНО			Заболеваемость ЗНО		
	Муж.	Жен.	Оба пола	Муж.	Жен.	Оба пола	Муж.	Жен.	Оба пола
I	1198	1406	2604	162	174	336	563,4	515,6	537,6
II	1170	1373	2543	144	138	282	512,8*	418,8	462,1*
III	305	359	664	31	37	68	423,5	429,4	426,7
IV	976	1145	2121	84	107	191	358,6*	389,4	375,2*

* - значимые различия

Таблица 2. Количество жителей (20 лет и старше), случаев ЗНО и заболеваемость в зонах I - II (а,б)

Зона	Жителей			Случаев ЗНО			Заболеваемость ЗНО		
	Муж.	Жен.	Оба пола	Муж.	Жен.	Оба пола	Муж.	Жен.	Оба пола
Ia	626	734	1360	74	79	153	492,5	448,5	468,8
Iб	572	672	1244	88	95	183	641,0*	589,0	612,9*
IIa	549	645	1194	71	62	133	538,9**	400,5	464,1**
IIб	621	728	1349	73	76	149	489,8**	435,0	460,2**

* - значимые различия с III зоной, ** - значимые различия с IV зоной

Установлено, что относительный риск ЗНО у лиц, живущих с подветренной стороны, выше, чем с наветренной. У мужчин, проживающих с подветренной стороны улицы Большевистской (I зона) на расстоянии менее 50 м от дороги риск развития злокачественных опухолей всех локализаций в 1,6 раза, а у женщин – в 1,3 раза выше, чем с у лиц, живущих с наветренной стороны на расстоянии от 100 до 200 м от проезжей части. Следует отметить, что в Октябрьском районе Новосибирска, в котором расположена улица Большевистская, показатель заболеваемости ЗНО лиц 20 лет и старше у мужчин составил 522/100000 и у женщин - 455/100000 (2010 г.).

Литература

1. Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Морозов С.В. Экспериментальные исследования и численный анализ процессов загрязнения снегового покрова в окрестностях крупной автомагистрали г. Новосибирска // Химия в интересах устойчивого развития. 2010. Т. 18, № 1. С. 63 - 70.
2. Boffetta P. A review of cancer risk in the trucking industry, with emphasis on exposure to diesel exhaust. G Ital Med Lav Ergon. 2012. Jul - Sep;34(3):365 - 70.

ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ НОВЫЙ ПОРТ (П-ОВ ЯМАЛ)

А.И. Решетников, В.М. Ивахов, Н.Н. Парамонова, В. И.Привалов, К.В.Казакова
ФГБУ «ГГО»

Как непрерывные, так и фляжечные регулярные измерения концентрации парниковых газов, могут быть использованы для мониторинга антропогенной эмиссии этих газов от крупномасштабных источников посредством методологии исключения влияния естественных источников эмиссии в зимний период, когда естественная эмиссия этих газов практически отсутствует. В качестве образца решения задачи в докладе будут представлены результаты многолетних фляжечных измерений концентрации парниковых газов на станции Новый Порт, скорректированных с учетом изменений высоты пограничного слоя атмосферы в зимний период года.

Особенностью наблюдений на станции является то, что в достаточно большом секторе обзора порядка 90° на относительно небольшом расстоянии (80 – 250 км) находятся крупнейшие в России нефтегазоконденсатные месторождения природного газа, технология добычи и транспортировки которого приводит к высоким значениям выбросов как метана, так и диоксида углерода в атмосферу.

Представленные результаты позволяют оценивать относительный вклад источников антропогенной эмиссии, путем сравнения результатов наблюдений на этой станции с данными фоновых наблюдений на станции Териберка или, например, американской фоновой станции – Барроу, расположенной на тех же широтах, что и станции Териберка и Новый Порт. Ниже в таблице 1 представлены сравнения среднегодовых значений фоновых концентраций CO₂ и CH₄ на станциях Териберка и Барроу с данными измерений на станции Новый Порт. Также приведены оценки добычи природного газ по данным Госстата РФ за указанный период.

Таблица 1 Среднегодовые значения концентрация CO₂(млн⁻¹) и CH₄ (млрд⁻¹) за период с 2007 по 2011 г., по данным наблюдений на станциях Териберка, Новый Порт и Барроу (Аляска)

Год	2007	2008	2009	2010	2011
Териберка	385.0/4.3	388.1/1.7	390.4/5.4	392.5/4.72	394.0/6.06
Новый порт	389.3	389.8	395.8	397.23	400.06
БарроуСША	385.0/4.3	387.4/2.4	388.3/7.5	390.8/6.43	393.1/6.94
Териберка РФ			1895/110	1906/69	1907/48
Новый Порт			2005	1975	1955
Барроу США			1886/121	1896/79	1896/59
Объемы добычи газа ООО «Газпрм»			461.5	508.6	513.2

Примечание: в приведенных столбцах после значка / приведены разности среднегодовых концентраций между станцией Новый Порт и станциями Териберка и Барроу

Согласно данным таблицы, начиная с 2009 г. началось падение добычи природного газа, добываемого ООО «Газпром», которое не достигло уровня и 2008 г. и в 2012 г. (487 млрд. м³). Это падение, хотя и с некоторым запаздыванием отмечено и в данных таблицы. Однако, поскольку поле концентрации CH₄ формируют несколько месторождений Надям-Пур-Тазовского региона, отличающиеся, как по объемам добычи, так и по расстоянию от станции Новый Порт, то в таблице падение добычи выразилось в снижении наблюдаемой концентрации не так резко как в статистической отчетности ООО «Газпром». Т.о. данные наблюдений концентрации CH₄ а станции Новый Порт являются хорошим индикатором изменений объемов добычи природного газа, а возможно и планируемых мероприятий по снижению технологических и фигитивных утечек природного газ в процессе добычи и подготовке газа к транспорту.

ГОРОД КАК ИСТОЧНИК ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ НА СТАНЦИИ ВОЕЙКОВО

Н.Н.Парамонова, В.И. Привалов, В.М. Ивахов, А. И. Решетников, А.В.Зинченко, К.В.Казакова
ФГБУ «ГГО»

По результатам измерений концентрации метана и атмосферного водорода, выполненных на станции Воейково (пригород Санкт-Петербурга) с высоким временным разрешением (регистрация каждые 20 минут), получены характеристики изменчивости концентрации указанных газов в атмосфере.

Рассмотрено влияние антропогенных и естественных источников/стоков атмосферного водорода и метана на формирование особенностей дневного и сезонного хода их концентрации. Основным фактором, определяющим суточную изменчивость концентрации указанных газов в Воейково, является антропогенная эмиссия с территории Санкт-Петербурга.

Представлены выполненные оценки эмиссии метана и водорода с территории Санкт-Петербурга на основе измерений и моделирования.

СОПРЯЖЁННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ И СНЕЖНОГО ПОКРОВА КРУПНЫХ ГОРОДОВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.Ф. Рапута¹, В.В. Коковкин²

¹ Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт,

² Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск

raputa@sscc.ru

Снежный покров является удобным индикатором аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха [1]. Особый интерес снежный покров представляет при изучении процессов длительного загрязнения (месяц, сезон). В докладе обсуждаются результаты сравнительного анализа данных измерений загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах (ПНЗ) Гидрометеослужбы г. Новосибирска, Кемерово, Барнаула, Томска и снежного покрова вблизи этих постов в зимних сезонах 2008-2011 гг. Для прямого сопоставления результатов измерений в воздухе и в снеге были выбраны соответственно следующие параметры: взвешенные вещества (пыль) и осадок; бенз(а)пирен (БП) в обеих средах; сажа воздуха сопоставлялась с БП и суммой полиароматических углеводородов (ПАУ) в снеге. Поскольку БП в рассматриваемых городах регулярно измеряется всего на 2-3 постах, то для расширения объёма выборок сравнения в данной работе была использована сажа, содержание которой в атмосфере измеряется практически на всех ПНЗ и которая является известным индикатором присутствия БП, ПАУ в воздухе.

Другими не совсем очевидными параметрами для сравнения в рассматриваемых средах нами были выбраны: оксиды азота (NO_2 , NO), с одной стороны, и нитраты, нитриты, с другой, а также оксид серы(IV) и сульфаты. Из литературных данных известно, что оксиды азота и серы являются газовыми предшественниками вышеперечисленных анионов в аэрозольных выпадениях в снег. Что касается формальдегида, то его связь с нитратами, видимо, обусловлена тем, что преимущественными источниками их выбросов является автотранспорт, газовые котельные. Расчёт среднезимних концентраций примесей, измеряемых в атмосфере, проводился за период времени с середины ноября по середину марта, что примерно соответствует периоду залегания устойчивого снежного покрова в рассматриваемых городах.

Установлены качественные и количественные закономерности между концентрациями ряда компонентов примеси, таких как сажа и бенз(а)пирен (ПАУ); диоксид азота, формальдегид и нитрат-анионы; диоксид серы и сульфаты; взвешенные вещества и осадок [2]. Наиболее высокий уровень согласия был получен между уровнями концентраций нитратов в снеге и диоксидом азота, а также формальдегидом. Результаты этих исследований могут быть использованы для взаимного контроля данных наблюдений в снеге и приземном слое воздуха, а также существенно дополнить в зимнее время стационарную сеть наблюдений Росгидромета.

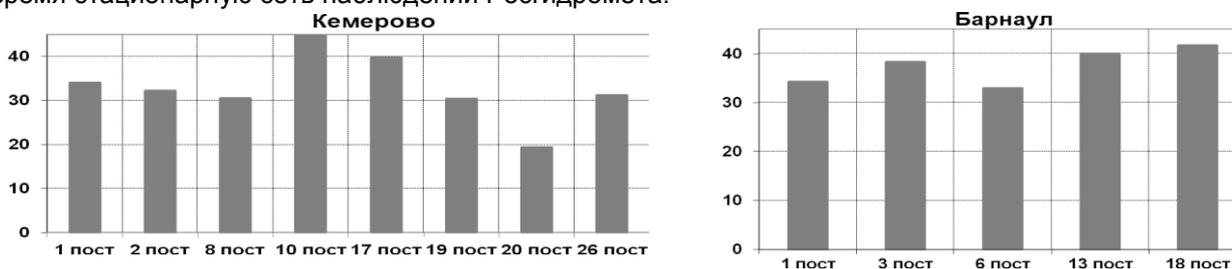


Рис. 1. Отношения измеренных концентраций нитратов в снеге (мг/л) и диоксида азота (мг/м^3) в городах Кемерово и Барнаул на стационарных постах Росгидромета в зимнем сезоне 2010/11 гг.

Результаты сопряжённых исследований длительного загрязнения снежного покрова и атмосферного воздуха вблизи постов Росгидромета в крупных городах юга Западной Сибири показали возможность вполне удовлетворительной оценки коэффициентов межсредовых отношений между уровнями содержания различных ингредиентов примеси. Например, для конца зимнего сезона 2011 г. коэффициент отношения ($K_{БП}$) содержания бенз(а)пирена в снеге (нг/л) к воздуху (нг/м^3) находится в пределах от 10 до 20 единиц. Сравнение содержания нитратов в снеге (мг/л) на загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азотом (мг/м^3) позволило получить для данного зимнего сезона оценку коэффициента пересчёта ($K_{ДА}$) на атмосферный воздух в пределах от 30 до 40

единиц. Для осадка в снеге (г/л) и взвешенных веществ в воздухе (мг/м³) искомая оценка коэффициента ($K_{пыль}$) находится в пределах от 1 до 1.5. В связи с этим возникает возможность косвенной оценки в зимнее время ингаляционных рисков здоровью населения крупных городов Сибири на основе данных наблюдения загрязнения снежного покрова рядом приоритетных примесей.

Обсуждаются методы численной интерполяции полей длительного загрязнения снежного покрова города совокупностью большого числа источников примеси. При построении интерполяционных формул используются асимптотические методы теории потенциала и общие закономерности атмосферной диффузии примеси в приземном слое атмосферы. Поле концентрации лёгкой примеси от точечного источника мощности M за длительный промежуток времени может быть описано следующим соотношением [3]

$$\Phi_{r,\varphi,\theta} = M \cdot \theta r^{-2} e^{-\frac{2r_m}{r}} P(\varphi + 180^\circ) \quad (1)$$

где r, φ - полярные координаты расчетной точки с началом в месте расположения источника, r_m - расстояние от источника, на котором достигается максимальная приземная концентрация, θ - агрегированный параметр, зависящий от метеорологических переменных, $P(\varphi)$ - повторяемость направлений ветра за рассматриваемый промежуток времени.

С учётом формулы (1) и работы [4] фон интерполируется по следующей формуле при безразмерном параметре $\alpha = 2$

$$C_{\Phi_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n'_{II}} \frac{C_{\Phi_i} \cdot P(\varphi_{ij} + 180^\circ)}{r_{ij}^\alpha}}{\sum_{i=1}^{n'_{II}} \frac{P(\varphi_{ij} + 180^\circ)}{r_{ij}^\alpha}}, \quad (2)$$

где C_{Φ_i} - значение фона для i -того ПНЗА; C_{Φ_j} - значение фона для j -той расчётной точки, не совпадающей ни с одним ПНЗА; r_{ij} (км) – удаление i -того ПНЗА от j -той расчётной точки; n'_{II} - число ПНЗА, для которых установлены значения C_{Φ_i} рассматриваемого вещества.

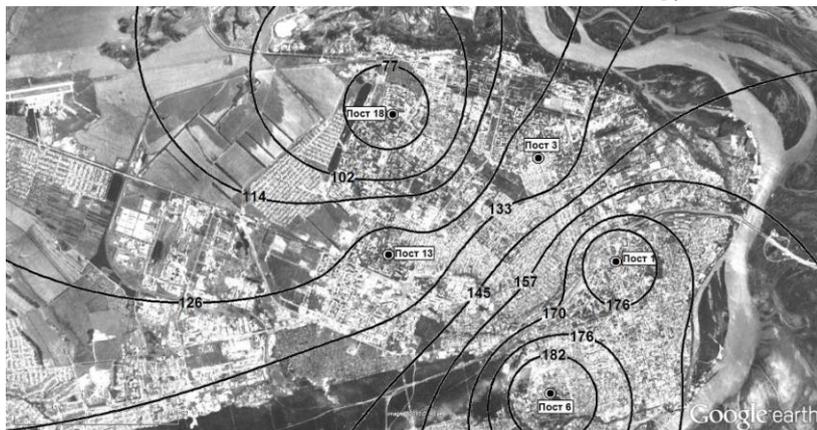


Рис. 2. Интерполированное с пяти постов поле концентрации бенз(а)пирена (нг/л) в снежном покрове г. Барнаула

На основе соотношения (2) проведена интерполяция полей загрязнения применительно к данным мониторинга снежного покрова гг. Новосибирска, Кемерово, Барнаула. Выполнен поиск информативных ПНЗ на территориях этих городов при интерполяции с постов данных измерений БП, оксидов азота, серы. Интерполяционное поле БП для г. Барнаула, представленное на рис. 2, позволяет сделать предположение о подчинённом положении ПНЗА № 3, № 13 относительно остальных. Его проверка показывает, что поле

БП, построенное по данным наблюдений на постах с №№ 1, 6 и 18, качественно и количественно вполне воспроизводит поле БП, построенное по всем пяти постам.

Литература

1. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л: Гидрометеоиздат, 1985. 182 с.
2. Рапуга В.Ф., Кокочкин В.В., Девятова А.Ю. Сравнительная оценка состояния длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова г. Новосибирска на сети стационарных постов Гидрометеослужбы // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23, № 6. С. 499 – 504.
3. Ярославцева Т.В., Рапуга В.Ф., Шутова К.О. Оценивание полей длительного загрязнения городских территорий по данным мониторинга снежного покрова / Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология (Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012). Новосибирск: СГГА, 2012. С. 143 - 148.
4. Грачёва И.Г., Оникул Р.И., Яковлева Е.А. Об интерполяции по территории города фоновых концентраций атмосферных примесей // Труды ГГО, 1998. Вып. 549. С. 98 - 107.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ОСАДКОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

П.Ф. Свистов, А.И. Полищук, М.Т. Павлова, Н.А. Першина
Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Россия, Санкт-Петербург
svistov.pf@gmail.com;

К условно урбанизированным отнесены станции, на которых средняя за год минерализация осадков больше 15 мг/л или удельная электропроводность выше 30 мкСм/см. Доля их в региональной сети составляет около 50%.

Одна из важных функций влажных выпадений — самоочищение атмосферы, характеризуется тем, что около 30% станций России имеют в осадках хотя бы один компонент, величина которого абсолютно максимальна для данного региона и превышает среднее многолетнее значение примерно в три раза или величина $pH \leq 5,0$. В таблице эти станции выделены тёмным фоном.

На ЕТР в неё входит большинство станций Кольского полуострова по причине высокого закисления осадков. В центральных областях - Брянск и Калач с абсолютно максимальными концентрациями соответственно — аммония (8,1 мг/л) и кальция (14,7 мг/л) и Липецк — с наиболее высоким на ЕТР содержанием калия. Сумма ионов в осадках может быть близка или превышает минерализацию воды некоторых рек РФ в период весеннего половодья.

В Западной Сибири по многим компонентам абсолютный приоритет принадлежит Норильску, где концентрация сульфатов может достигать 71,6 мг/л, кальция 10,8 и магния 22,6 мг/л. По всему югу Приморского

По сумме ионов для ЕТР выбраны диапазоны: $M \leq 15$, $15 < M \leq 30$, $30 < M \leq 50$ и $M > 50$ мг/л. Основные изменения минерализации происходят внутри последних трех интервалов (рис.1), причем, половина их приходится на значения от 15 до 50 мг/л. Несмотря на постоянное воздействие антропогенных факторов, во всех городах (за исключением Норильска) возникают условия, приводящие к выпадению осадков с фоновыми характеристиками ХСО. Вероятность этого события составляет не более 15% и она слабо изменяется за последние 7 лет.

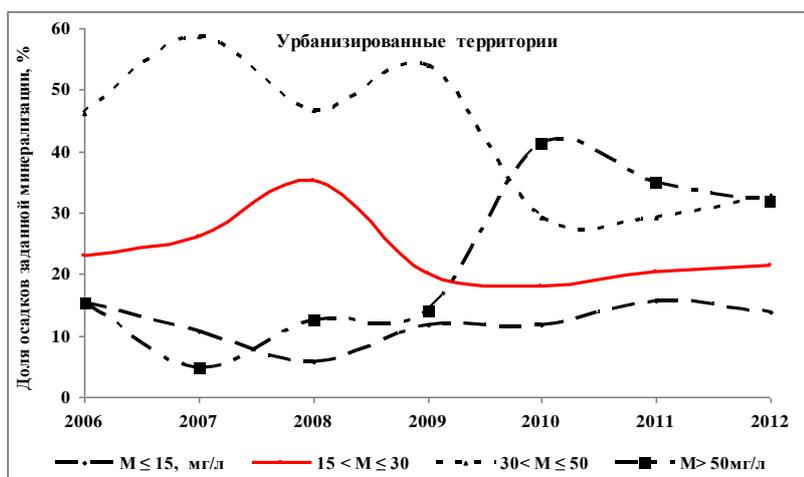


Рис.1. Временные изменения доли осадков

Самоочищающая функция осадков проявляется особенно резко при сравнении влажных выпадений с выбросами веществ в атмосферу. Сопоставление этих данных в целом по РФ приводится на рис.2.



Рис.2. Временные изменения среднегодовых выпадений и выбросов по РФ (процент от среднего значения): стац.—выбросы от стационарных источников, авт. — от автотранспорта

Урбанизированные осадки могут приводить по некоторым компонентам к изменению гидрохимического и гидробиологического режима поверхностных вод суши (рис.3). К таким компонентам относятся ионы аммония. По исходным данным для

бассейна реки Ока примерно в 9 случаях из 10 выпадений осадки содержат на 80% больше аммония, чем в речной воде. Отмечаются случаи, когда синхронно экстремальным концентрациям аммония в

осадках соответствуют максимальные или минимальные значения в речной воде. Коэффициент корреляции между содержаниями аммония в осадках и в речной воде составляет 0,5 (n=45). Исходя из этого соотношения, можно предположить, что примерно 25% аммония в речной воде здесь обеспечивается атмосферными осадками.

Если взять ПДК аммония для вод рыбохозяйственного назначения 0,5 мг/л, то в более чем в половине случаев осадки, выпадающие в бассейне реки Ока, имеют концентрацию NH_4^+ выше предельно допустимой с размахом от 1,5 до 10 ПДК.

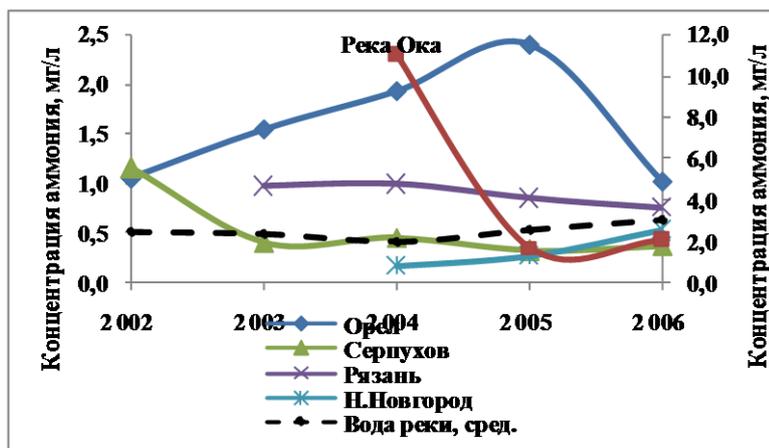


Рис.3. Ход изменения концентрации аммония в атмосферных осадках и в водах реки Ока

Выводы

- В среднем по Российской Федерации отмечается тенденция по увеличению доли осадков с минимальной минерализацией.
- По урбанизированным районам ЕТР, ввиду устойчивости фоновых выпадений, минерализация осадков остается неизменной.

- Изменения в содержании компонентов на урбанизированных территориях в значительной степени зависят от колебаний в каждом регионе средней за месяц или год суммы осадков

ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В КИЕВЕ В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Е.А.Косовец-Скавронская
 Центральная геофизическая обсерватория Государственной службы Украины по
 чрезвычайным ситуациям, г. Киев
e_kosovets@inbox.ru

Атмосферные осадки являются одним из основных источников поступления химических веществ на поверхность суши и Мирового океана. Это важное звено глобального геохимического цикла. Поступление химических веществ с атмосферными осадками не является стабильным во времени и пространстве. Эта величина изменяется под влиянием целого комплекса природных и антропогенных факторов. Сведения о химическом составе атмосферных осадков, очень важны и необходимы при изучении миграции и круговорота веществ в природе, расчета солевого баланса отдельных водных объектов и территорий, определении влияния химического состава осадков на формирование химического состава поверхностных и подземных вод.

Регулярные наблюдения за химическим составом суммарных месячных проб атмосферных осадков в Киеве были начаты Центральной геофизической обсерваторией в 1987 году. Более продолжительный ряд наблюдений имеют метеорологические станции Киевской области в Барышевке и Тетереве (Бородянский район), поэтому для характеристики химического состава атмосферных осадков в Киеве до 1987 года были использованы средние данные о химическом составе осадков на метеостанциях Барышевка и Тетерев.

Динамика химического состава атмосферных осадков. Сумма ионов в суммарных месячных пробах атмосферных осадков Киева характеризуется значительной изменчивостью. Минимальная сумма ионов составляет 5,20 мг/дм³ (июнь 2008), а максимальная - 78,18 мг/дм³ (ноябрь 2004), таким образом, многолетняя амплитуда колебаний составляет более 70 мг/дм³.

Также отмечено, что в течение года сумма ионов также значительно изменяется, поэтому для анализа многолетней динамики целесообразнее пользоваться среднегодовыми данными.

В течение 1981-2008 гг. в среднегодовом содержании химических веществ в химическом составе осадков, выпадающих в Киеве также заметны межгодовые колебания. Однако на фоне этих периодов четко прослеживаются периоды снижения и роста суммарного содержания ионов. Наличие этих периодов можно объяснить динамикой выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, что в свою очередь тесно связано с работой промышленных предприятий.

Период снижения охватывает 1981-1998 гг. Максимальное содержание химических веществ зафиксировано в 1981 году (64,60 мг/дм³), минимальное - в 1998 г. (12,06 мг/дм³), среднее значение

составляет $29,66 \text{ мг/дм}^3$. Начиная с 1999 года наблюдается рост суммарного содержания ионов. Для периода 1999-2008 гг. минимальная сумма ионов равна $14,43 \text{ мг/дм}^3$ (2000 г.), а максимальная - $33,74 \text{ мг/дм}^3$, среднее значение - $24,23 \text{ мг/дм}^3$. Из сказанного видно, что, хотя в связи с оживлением промышленного производства в конце 90-х годов прошлого века, содержание химических веществ в атмосферных осадках возрастает, однако, он еще остается ниже, чем был в 80-е гг. XX века

В связи с тем, что в течение года изменяются объемы выбросов загрязняющих веществ и тип осадков (жидкие или твердые), поэтому целесообразно также рассмотреть многолетнюю динамику содержания химических веществ в различные периоды года. Согласно существующей в климатологии практикой, для характеристики осадков принято условное разделение года на теплый (апрель-октябрь) и холодный (ноябрь-март) периоды.

В Киеве в холодный период года, как правило, содержание химических веществ в атмосферных осадках превышает их содержание в теплый. В отдельные годы это превышение может составлять более 36 мг/дм^3 (1981 г.), в среднем оно составляет 3-6 мг/дм^3 . Это можно объяснить тем, что в холодный период года значительно возрастают выбросы загрязняющих веществ при сжигании топлива для отопления помещений.

Общие тенденции, которые были выявлены при анализе среднегодовых значений, сохраняются и для теплого и холодного периодов года.

Литература

1. Стан забруднення атмосферного повітря та опадів / В.І. Осадчий, Є.М. Кіптенко, М.П. Баштаннік, Т.В. Козленко, І.А. Колісник, О.О. Косовець-Скавронська // В кн.: Клімат Києва / [за ред. В.І. Осадчого, О.О. Косовця, В.М. Бабіченко] – К.: Ніка-Центр, 2010. – С. 264-287.
2. Динаміка вмісту мінеральних речовин у атмосферних опадах на території України / О.О. Косовець-Скавронська, С.І. Сніжко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008 – Т. 15 – С. 106–113.

ИЗМЕНЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В МОСКВЕ В ТЕЧЕНИЕ 30 ЛЕТ

И.Д.Еремина

МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва
e-mail: meteo@rambler.ru

В Метеорологической обсерватории МГУ измерения кислотности и ионного состава атмосферных осадков проводятся с 1980 г. Наблюдения проводятся круглосуточно, за год отбирается 100-150 проб. Для каждой пробы дождя и снега определяется кислотность пробы (рН), удельная электропроводность, и содержание основных катионов и анионов.

За весь 30-летний период наблюдений за химическим составом осадков в метеорологической обсерватории МГУ можно выделить 3 периода, которые характеризуются различной кислотностью осадков, содержанием отдельных компонентов и преобладанием тех или иных ионов.

Кислотность осадков. В начале наблюдений в 1980-1991 гг. прошлого века средняя кислотность осадков составляла 4,8 рН. «Кислые осадки» (имеющие рН <5,0) составляли в среднем около 25 % всех выпадающих в году осадков. Однако с 1999 по 2004 гг. количество кислотных

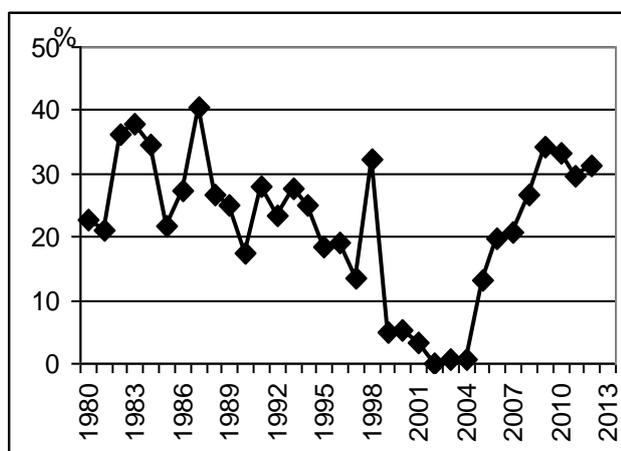


Рис.1 Количество кислотных проб осадков за все годы наблюдений

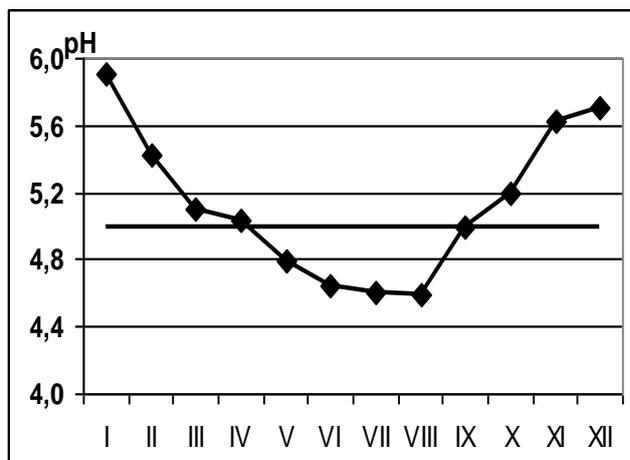


Рис.2. Многолетний годовой ход значений кислотности осадков (1980-2012 гг.)

осадков резко уменьшилось, до 2-7 проб в год, в 2002 г. не было ни одной пробы с pH <5,0 (рис.1). Среднее значение pH за эти годы составило 5,60. Начиная с 2005 г. кислотные осадки вновь выпадают в значительном количестве, и их доля увеличивалась год от года. В 2009 - 2012 гг. третья часть всех проб осадков имела pH<5,0, а среднее pH за эти последние годы вновь равно 4,8.

Многолетний годовой ход pH осадков (рис.2) имеет минимум в летние месяцы, т.е. в теплый период осадки более кислые. Больше всего кислотных дождей выпадает в июле (48,9%). В зимние месяцы это явление редкое, например, за все годы наблюдений в январе было собрано лишь 5 проб кислотных осадков, а в ноябре и декабре – по 8. В среднем в году выпадает 20,7% осадков с pH<5, в теплый период - 31,0%, и только 5,7% проб бывают кислыми в зимний период. К настоящему моменту средние месячные значения pH с мая по сентябрь имеют значение <5 pH.

Распределение проб по градациям pH для проб теплого и холодного периодов представлено на рис.3. Распределение проб твердых осадков (холодный период) почти всегда постоянно – больше всего проб снега имеют pH от 6 до 7. В редкие годы бывает больше проб с pH в интервале 7-8. Выпадение дождей с pH в трех градациях в интервале от 4 до 7 pH в примерно равновероятно. Около половины лет из всего периода наблюдений больше выпадало дождей с pH 5-6, и половина – от 4 до 5 pH. а дожди с нейтральными значениями 6-7 pH преобладали с 1999 по 2005 г., когда кислотных осадков почти не было.

Ионный состав осадков. За годы наблюдений произошли некоторые изменения и в ионном составе осадков. Интегральным показателем загрязненности атмосферных осадков служит сумма концентраций всех ионов или суммарная минерализация осадков. Средние годовые значения данной величины изменялись в пределах от 11,8 мг/л (2001 г.) до 27,0 мг/л (1991 г.). До конца 90-х годов средняя минерализация составляла около 20 мг/л, а в последние годы – около 15 мг/л. Уменьшение загрязненности проб происходило в основном за счет уменьшения в осадках сульфат-ионов, хлоридов, кальция, натрия. В период отсутствия кислотных осадков (1999-2004 гг.) увеличивалось содержание гидрокарбонат-ионов, а с 2005 г. немного возросло содержание хлоридов в осадках.

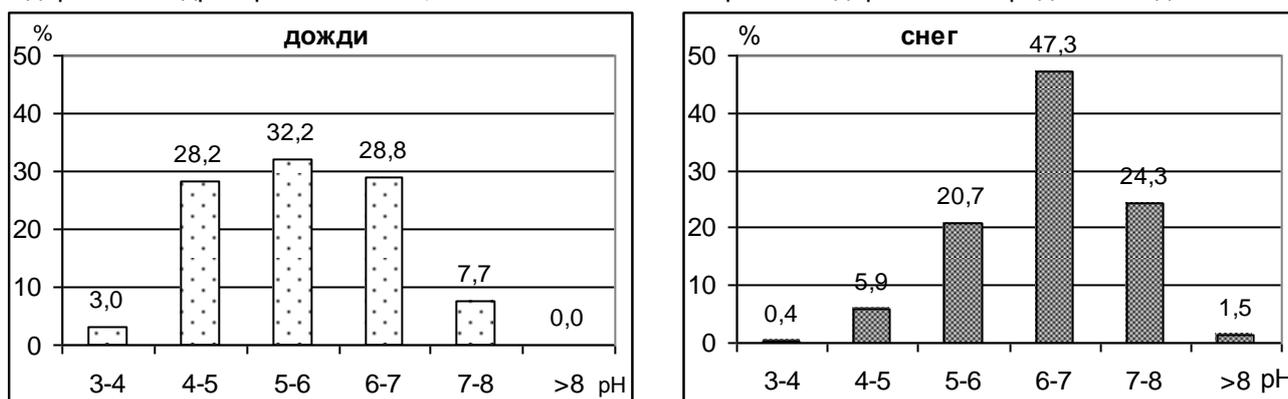


Рис.3. Распределение проб осадков по градациям pH в теплый (дожди) и холодный (снег) периоды года (многолетние данные 1980-2012 гг.).

Содержание отдельных компонентов осадков, прежде всего, зависит от количества осадков – чем больше осадков, тем меньше их загрязненность. И эта зависимость проявляется всегда – и в отдельных пробах, и в осредненных за месяцы, сезоны, годы. Влияет и направление ветра, и интенсивность осадков, и предшествующая выпадению погода (длительность периода без осадков).

Дождей в году выпадает больше, обильные пробы больше разбавлены, поэтому минерализация проб осадков в теплый период несколько ниже, чем проб снега (табл.1). Концентрации некоторых ионов практически одинаковы в пробах снега и дождя, но в снеге больше ионов гидрокарбонатов, нитратов, кальция и натрия, а в дождях – хлоридов и аммония.

Таблица 1. Средневзвешенные значения концентраций ионов в осадках за все годы наблюдений (1982-2012 гг.)

Сезон	Концентрация ионов, мг/л										
	pH	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Сумма ионов
год	4,9	3,1	5,0	3,2	1,82	3,3	0,19	0,36	0,17	0,88	18,0
теплый (IV-X)	4,8	2,2	5,0	3,5	1,74	3,0	0,19	0,23	0,18	1,01	17,1
холодный (I-III, XI-XII)	5,5	5,3	4,8	2,6	2,00	3,8	0,18	0,66	0,14	0,58	20,1

В отмеченные 3 периода менялось и относительное содержание ионов в пробах осадков. В пробах и дождя, и снега среди катионов всегда преобладает ион Ca²⁺, содержание остальных катионов убывает в следующем порядке: Ca²⁺>NH₄⁺> Na⁺>Mg²⁺> K⁺. В пробах снега среди анионов преобладают ионы сульфатов и гидрокарбонатов, а в дождях больше сульфатов и хлоридов. Год от года эти соотношения могут меняться, но обычно осадки в районе МГУ относятся к сульфатно-

кальциевому классу, а последние годы, с уменьшением содержания сульфатов в осадках, к хлоридно-кальциевому.

Для оценки пространственных закономерностей химического состава снежного покрова в Москве и Подмоскowie проводится сбор и анализ проб сезонного снега. Сезонный снег собирали в центре Москвы, на окраинах и в Подмоскowie по четырем основным направлениям. Анализ состава проб снежного покрова показал, что при удалении от Москвы загрязненность сезонного снега постепенно уменьшается по всем направлениям, а загрязненность сезонного снега в центре Москвы в 3 раза выше, чем на окраинах и в Подмоскowie. Мощным источником загрязнения снега являются автомагистрали. Самые чистые пробы снежного покрова обычно собираются на площадке в метеорологической обсерватории МГУ.

Выводы. За весь 30-летний период наблюдений за химическим составом осадков можно выделить 3 периода, которые характеризуются различной кислотностью осадков, содержанием отдельных компонентов и преобладанием тех или иных ионов. За это время произошли изменения степени загрязненности осадков, а также менялось относительное содержание анионов в осадках. В период наблюдений с 1980 до 1998 гг. пробы атмосферных осадков были более загрязнены. В 1999-2004 гг. средняя минерализация проб уменьшилась. И в последние годы минерализация остается на невысоком уровне, т.е. загрязненность проб не увеличивается, и среднее ее значение примерно на 5 мг/л ниже, чем до 1998 г.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ, ГОРОДСКИХ И ЛОКАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА АЭРОЗОЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРЫ

Е.Н. Русина

*ФГБУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»,
ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», Санкт-Петербург
E-mail: elnikrus@mail.ru*

Аэрозольно-оптические характеристики атмосферы являются показателем антропогенного воздействия на атмосферу, на качество атмосферного воздуха. Под влиянием антропогенных источников изменяется как содержание аэрозоля в атмосфере, описываемое таким оптическим параметром, как аэрозольная оптическая толщина (АОТ) на конкретных длинах волн, так и интегральная оптическая толщина (или плотность) атмосферы (ОТА). ОТА определяется из интегральных наблюдений за прямой солнечной радиацией для оптической массы $m=2$ и даёт представление об общей степени замутнения атмосферы. Антропогенные источники влияют также на распределение аэрозольных частиц по размерам, характеризующее показателем селективности аэрозольного ослабления (α).

В настоящем докладе приведены результаты многолетних исследований влияния антропогенного загрязнения на АОТ, ОТА и показатель селективности α . Показано, как указанные характеристики изменяются в крупных промышленных центрах. Приведены результаты многолетних наблюдений за ОТА на станциях фоновый мониторинга состояния атмосферы, а также на парах станций – городская и фоновая. И, наконец, рассказано о том, как удалось оценить величину оптической толщины арктической дымки в «доиндустриальную» эпоху.

В 1970-х годах в отделе Исследований атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы (ОИАД и ЗА) Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова (ГГО) под руководством профессора М.Е.Берлянда было начато изучение влияния города на аэрозольно-оптические характеристики атмосферы [1]. В 1972 и 1975 гг. состоялись две комплексные экспедиции в крупные промышленные центры Запорожье и Новочеркасск, где впервые в общий комплекс наблюдений за загрязнением атмосферы были включены наблюдения за аэрозольно-оптическими параметрами по специально разработанной в ОИАД и ЗА методике [2].

Было показано, что в городе прямая солнечная радиация по сравнению с окрестностями снижена в среднем на 5%, что соответствовало 25%-ому увеличению АОТ. Основной характеристикой аэрозольного ослабления в атмосфере считается АОТ на длине волны 500 нм, поэтому в дальнейшем мы будем говорить именно от этой величине.

Поле аэрозольной оптической толщины оказалось разнородным и определялось, прежде всего, направлением факела основных источников загрязнения. Подфакельные значения АОТ могут превосходить 0.7, в городских районах, не попадающих под влияние факела, АОТ составляла $0.4 \div 0.5$, а с наветренной стороны города $0.2 \div 0.3$.

Показатель селективности аэрозольного ослабления α , который для средних невозмущенных условий равен 1.3, под влиянием антропогенных выбросов уменьшался, что свидетельствовало о смещении распределения частиц по размерам в сторону преобладания крупнодисперсного аэрозоля.

С 1972 г. ГГО участвовала в выполнении проводимой под эгидой Всемирной Метеорологической Организации (WMO) международной программы мониторинга фоновое загрязнения атмосферы BAPMoN (Background Air Pollution Monitoring), которая в 1989 г. была трансформирована в программу GAW (Global Atmosphere Watch). В рамках этих программ спектральные актинометрические наблюдения за АОТ и α по методике [2] проводились на советских фоновых станциях с 1972 по 1993. Для оценки влияния города на окружающую среду в паре с тремя региональными фоновыми станциями работали городские станции в близлежащих городах [1].

Однако после 1993 г. наблюдения за АОТ были вынужденно прерваны. Чтобы получить хотя бы косвенные данные об аэрозольном загрязнении атмосферы на оставшихся станциях фоновое мониторинга, было решено измерять интегральную оптическую толщину атмосферы (ОТА) при оптической массе $m=2$. ОТА характеризует ослабление прямой солнечной радиации в оптическом диапазоне длин волн $\Delta\lambda = 0.4 - 4$ мкм, где основными ослабляющими компонентами являются аэрозоль и водяной пар. Результаты анализа получаемой информации ежегодно публикуются в издаваемых Росгидрометом «Обзорах состояния и загрязнения окружающей природной среды в РФ» и «Обзорах фоновое состояние окружающей природной среды в странах СНГ».

Анализ многолетней изменчивости относительных аномалий ОТА за 1973–2012 гг. (рис. 1) показал, что наиболее сильное влияние на состояние замутнения атмосферы по-прежнему оказывают последствия крупных вулканических извержений, таких как Фуэго, (1974), Эль-Чичон (1982), Пинатубо и Хадсон (1991).

Межгодовая изменчивость ОТА в городах и на парных им фоновых станциях подобна и определяется условиями того региона, в котором они находятся (рис. 2). Однако на конфигурацию кривой межгодовой изменчивости ОТА в городе влияют дополнительные факторы, а именно, численность городского населения, промышленный потенциал города, расположение метеорологической площадки в городе, повторяемость господствующих ветров и т.д.

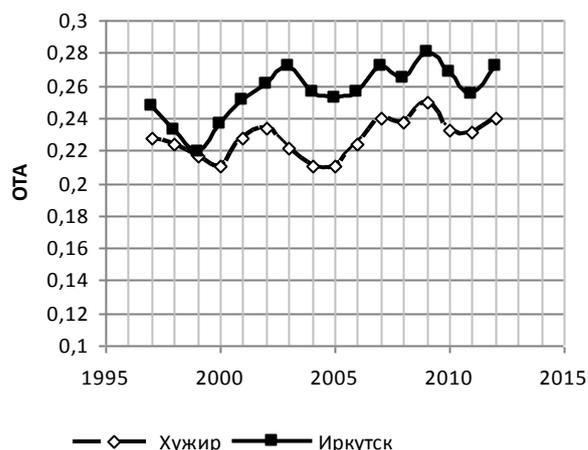
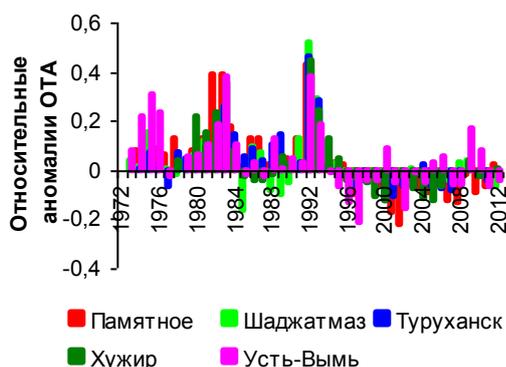


Рис. 1. Относительные аномалии ОТА на станциях фоновое мониторинга в РФ	Рис. 2. Межгодовая изменчивость ОТА на парных станциях Хужир и Иркутск
---	--

Так для пары станций Хужир – Иркутск (в Иркутске около 606 тыс. жителей по данным 2013 г.) средние годовые значения ОТА в городе практически всегда превышают таковые на фоновой станции Хужир, расположенной на о-ве Ольхон на оз. Байкал (рис. 2).

В 1990-х годах промышленная активность повсеместно упала, за счет чего городское загрязнение атмосферы начало приближаться к показателям регионального фона, и в конце 1990-х годов на фоновой и городской станции значения ОТА стали близки между собой. После 2000-ого года началось постепенное изменение ситуации в обратную сторону, и значения ОТА в городе вновь стали превышать аналогичные значения на фоновой станции.

Значительное сокращение промышленных выбросов в период с 1985 по 1995 г. в России навело нас на мысль исследовать, как это явление сказалось в более глобальных масштабах, в частности, на оптической толщине арктической дымки (АД). Такие исследования нами были проведены и отражены в [4].

Явление АД связано с образованием в зимне-весенний период в нижней тропосфере Арктики слоя с высоким уровнем загрязнения. Антропогенная часть АД связана с переносом в Арктику загрязняющих веществ из средних широт Северного полушария [5]. Нами было установлено, что между оптической толщиной атмосферы в Арктике в период весенней АД и ежегодным количеством выбросов SO_2 как в России, так и в Северном полушарии (данные UNECE\EMEP) существуют значимые корреляционные связи с коэффициентом корреляции 0.7 и более [4].

Был разработан подход [4], позволивший получить количественную оценку оптической толщины арктической атмосферы в период АД в "доиндустриальную" эпоху. Она составила $0,14 \div 0,17$. Остальная часть определяемой ОТА может быть отнесена на счет поступления антропогенных загрязняющих веществ из средних широт Северного полушария.

Литература

1. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л. Гидрометеоздат, 1975. 448 с.
2. Русина Е.Н. Определение характеристик аэрозольной мутности атмосферы по данным спектральных актинометрических наблюдений // Метеорология и гидрология, 1977. № 5. С. 49 – 55.
3. Русина Е.Н. Об аэрозольном ослаблении прямой солнечной радиации в городе // Труды ГГО. 1979. Вып. 436. С. 140 – 144.
4. Русина Е.Н., Радионов В.Ф. Оценка «доиндустриальной» оптической толщины атмосферы при полярной дымке в Арктике и современного вклада антропогенных выбросов // Метеорология и гидрология. 2002. № 5. С. 35 – 39.
5. Shaw G.E. Eddy diffusion transport of Arctic pollution from the mid-latitudes: a preliminary model. - Atmospheric Environment, 1981, vol. 15, No. 8, p.1483 – 1490.

СРАВНЕНИЕ ВЛАЖНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ПРИГОРОДОВ

Н.А. Першина, А.И. Полищук

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, Санкт-Петербург
pernat948@mail.ru, alla-polischuk@yandex.ru

Атмосферные осадки, как твердые, так и жидкие являются чувствительным индикатором загрязнения атмосферы. Данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферных осадках являются основным материалом для оценки регионального загрязнения атмосферы промышленных центров, городов и сельской местности.

Для сравнения влажных выпадений загрязняющих веществ на территории г. Санкт-Петербурга и пригородов рассмотрены результаты наблюдений за концентрациями примесей в осадках за период с 2008 по 2011 гг. В качестве пригородных привлекались данные станции Воейково, удаленной на 15 км к востоку от города, и станции, расположенной на южном берегу Финского залива (метеостанция, А) на расстоянии около 200 км к западу от города. В осадках определялись макрокомпоненты: сульфаты, хлориды, нитраты, гидрокарбонаты, аммоний, натрий, калий, кальций, магний, а также величина рН и удельная электрическая проводимость.

Среднегодовой ход величины общей минерализации атмосферных осадков на указанных пунктах (рис. 1), выявляет более высокий уровень минерализации в Санкт-Петербурге преимущественно в холодный период года. При этом в июльских пробах Воейково за счет высокого содержания гидрокарбонатов величина общей минерализации, оставаясь невысокой, приблизительно в 2 раза выше общей минерализации пункта А и Санкт-Петербурга. Годовой ход общей минерализации метеостанции А практически повторяет годовой ход Воейково, хотя в целом суммарное содержание компонентов в осадках метеостанции А ниже.

В зимний же период в общем составе атмосферных осадков Санкт-Петербурга преобладают сульфаты, хлориды и нитраты, сумма которых составляет около 50% от суммарной минерализации, в

то же время, как в осадках Воейково и метеостанции А более 50% от общего состава принадлежит сульфатам и нитратам.

В годовом ходе суммарной минерализации осадков в Санкт-Петербурге обращает на себя внимание мартовский пик, который обусловлен в основном высокими концентрациями натрия и хлорида, что, по-видимому, связано с мартовскими оттепелями и, как следствие гололедом, для борьбы с которым применяются солевые смеси, содержащие эти компоненты. Годовой ход хлоридов в атмосферных осадках Санкт-Петербурга практически совпадает с годовым ходом натрия (рис. 2). Коэффициенты корреляции для Санкт-Петербурга составляют 0,99.

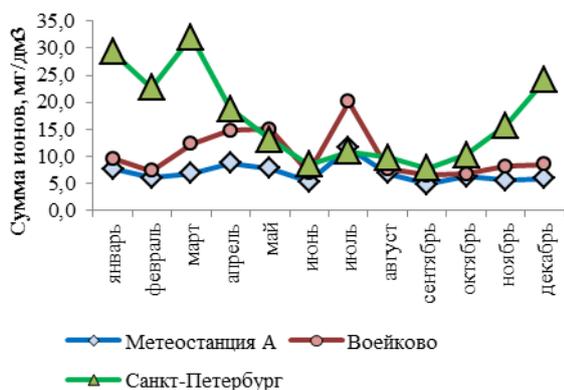


Рис. 1. Годовой ход минерализации осадков на трех станциях

В пригородной станции Воейково также отмечается повышенное содержание хлорида и натрия в зимний период, но концентрации этих компонентов различаются приблизительно в 6 раз. Это может свидетельствовать об аналогичном источнике поступления этих компонентов в атмосферу Санкт-Петербурга и Воейково. В осадках метеостанции А такая зависимость не проявляется.

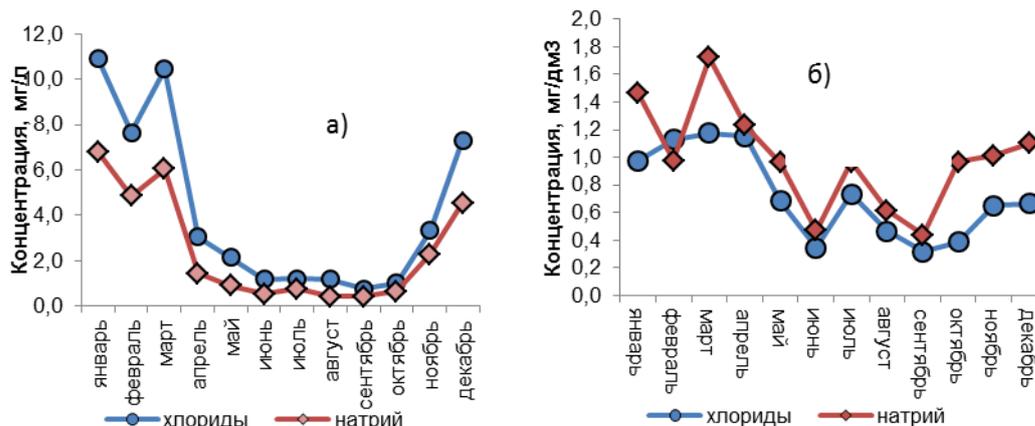


Рис. 2. Годовой ход концентраций натрия и хлоридов в атмосферных осадках: а). Санкт-Петербург; б). Воейково.

Более существенные изменения содержания нитратов в осадках отмечаются в Санкт-Петербурге (диапазон от 0,9 до 5,5 мг/л). Диапазон колебаний в Воейково уже и составил от 1,4 до 3,6 мг/л, а на метеостанции А диапазон еще уже - от 1,0 до 2,6 мг/л.

В 10% случаев в Санкт-Петербурге выпадают кислые осадки, в остальных случаях величина pH ближе к равновесной и в среднем составляет 6,1 (рис. 3а). В осадках Воейково кислые осадки также выпадают примерно в 10% случаев при средней pH около 5,8 (рис 3б). А на удаленной в 200 км к западу от города метеостанции А кислотность осадков заметно возрастает и составляет уже около 30% случаев при среднем значении pH - 5,6 (рис.3в).

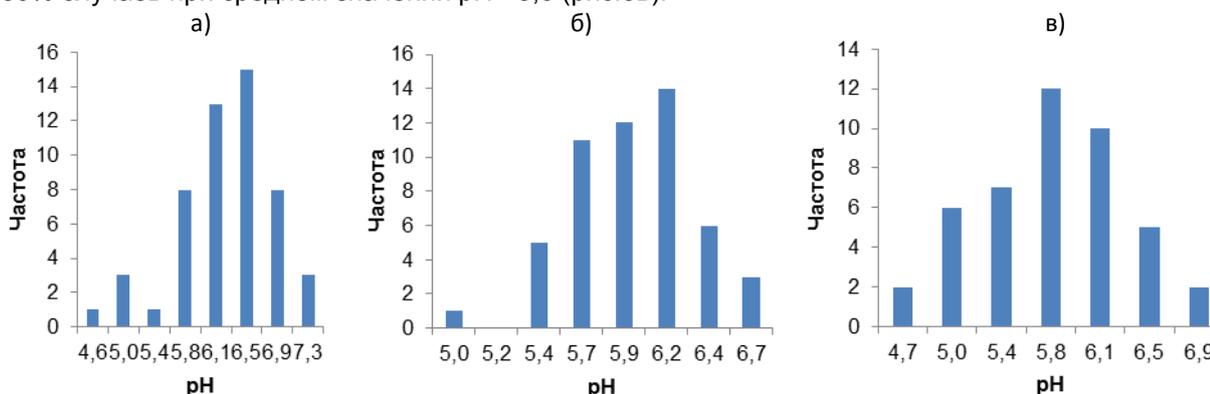


Рис. 3. Гистограммы распределения величины pH в атмосферных осадках: а). Санкт-Петербург; б). Воейково; в). Метеостанция А.

Суммарные выпадение загрязняющих веществ с атмосферными осадками на Санкт-Петербург в 1,5 раза выше чем в Воейково и почти в 3 раза выше чем на удаленной метеостанции А (рис. 4). То же относится и к выпадениям отдельных компонентов.

Интервал колебаний влажных выпадений в Санкт-Петербурге составил от 10,6 до 18,3 т/км². Среднее за период значение не превышало 14 т/км². Максимальная нагрузка в рассматриваемый период в Санкт-Петербурге была установлена в 2009, году - 18,3 т/км². На станции Воейково величина влажных выпадений изменялась в рассматриваемый период была в два раза меньше, от 5,6 до 10,7 т/км². Среднее значение за период составило 6,5 т/км².

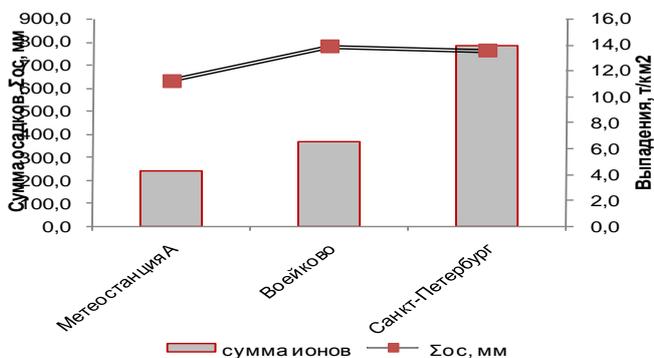


Рис. 4. Суммарные влажные выпадения на трех станциях

Максимальная нагрузка на окружающую среду на станции Воейково наблюдалась в 2008 г и не превышала $10,7 \text{ т/км}^2$. Величина влажных выпадений на метеостанции А колебалась от $3,3$ до $5,0 \text{ т/км}^2$, среднее значение составило $4,3 \text{ т/км}^2$ при максимальной нагрузке $5,0 \text{ т/км}^2$ также в 2008 г.

Значительная доля влажных выпадений в Санкт-Петербурге, до $2,1 \text{ т/км}^2$, приходилась на сумму натрия и калия, что составляло в среднем около 35% от годовой суммы влажных выпадений всех компонентов, в то время как в Воейково и на метеостанции А их доля не превышала 20%.

Вклад сульфатной серы в общую массу выпадений с осадками в Санкт-Петербурге в среднем составил около $0,6 \text{ т/км}^2$, что ниже критического значения ($2,0 \text{ тS/км}^2\text{год}$) и сравнимо с выпадениями серы на станции Воейково, но приблизительно в 2 раза выше, чем на метеостанции А.

Выводы:

1. Величина суммарной минерализации осадков в Санкт-Петербурге в 2,4 раза выше, чем на метеостанции А, которую по величине общей минерализации можно отнести к региональной фоновой.
2. Суммарные выпадения загрязняющих веществ с атмосферными осадками на станции Санкт-Петербург в период 2007-2011 гг. в 2,5 раза превышают выпадения на метеостанции А и в 1,5 раза – в Воейково.
3. В зимний период осадки Санкт-Петербурга загрязнены натрием и хлоридами, что связано с применением антигололедных реагентов, которые содержат эти компоненты.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭМИССИИ ПРИМЕСИ В АТМОСФЕРУ ПЛОЩАДНЫМ ИСТОЧНИКОМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ, ОСНОВАННАЯ НА МОДЕЛИ ЕЕ НОЧНОГО НАКОПЛЕНИЯ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОЙ АТМОСФЕРНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ

А.В. Зинченко

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова Росгидромета, Санкт-Петербург
aresh-08@mail.ru

Рассматривается задача расчета эмиссии (плотности потоков) загрязняющих веществ от площадных источников вблизи подстилающей поверхности в атмосферу на основе наблюдаемого суточного хода концентрации этих веществ в приземном слое атмосферы. Данная задача относится к типу обратных задач рассеяния примесей. В качестве примеров примесей выбраны парниковые газы (метан, диоксид углерода) и радиоактивный газ радон. Расчет эмиссии может служить для проверки и уточнения инвентаризации выбросов от естественных и антропогенных источников.

В случаях значительного изменения условий вертикального рассеивания примеси в течение суток, в урбанизированных районах наблюдается значительный суточный ход концентрации примесей, поступающих в атмосферу от приземных источников, обусловленный накоплением примеси в нижней части пограничного слоя в ночных условиях и ее вертикальным рассеиванием в дневных условиях [1]. Это явление используется для оценки плотности потока примеси в ряде моделей, объединенных общим названием: «модели гигантской атмосферной камеры». Наблюдаемая амплитуда суточного хода зависит от искомой плотности потока примеси и от вертикальной мощности слоя накопления примеси. Модели гигантской атмосферной камеры используют 2-х компонентное представление концентрации примеси в период ночного накопления: исходное значение концентрации в дневной период и добавка за счет эмиссии примеси приземными источниками. Такое представление является приближенным, оно справедливо для условий неблагоприятных метеорологических условий рассеивания примеси. Статистика повторяемости неблагоприятных метеорологических условий приведена в справочном пособии [2]. Ключевым параметром, необходимым для расчета плотности потока, является вертикальная мощность слоя накопления, которая является функцией времени и зависит от метеоусловий.

Разработан алгоритм оценки эмиссии подстилающей поверхностью парниковых газов и других пассивных примесей в масштабе ландшафты, исходящий из наблюдаемого суточного хода концентрации газов в приземном слое атмосферы. Алгоритм основан на модели накопления примеси в устойчивом ночном пограничном слое атмосферы и последующего падения концентрации при переходе к дневному конвективному слою перемешивания. Суточный ход эффективной вертикальной мощности слоя накопления примеси в пограничном слое описывается степенными функциями, параметры которых находятся по данным наблюдений суточного хода концентрации примесей. Предложенный алгоритм является разновидностью метода интерпретации накопления примеси в гигантской атмосферной камере. Алгоритм позволяет находить среднесуточную эмиссию таких примесей как метан и радон и ночную эмиссию диоксида углерода, осреднённую в масштабе ландшафта (на расстояниях порядка 10 км от места мониторинга концентрации примеси в приземном слое атмосферы).

Составлены расчетные программы и проведено численное исследование точности и устойчивости расчета эмиссии парниковых газов – ПГ (метана и диоксида углерода) и радиоактивного газа радон-222 по данным наблюдений суточного хода концентрации этих газов в приземном слое атмосферы. Использование радона-222 в качестве трассера позволяет провести объективную проверку точности расчетов предложенным методом эмиссии ПГ по данным атмосферных наблюдений. В таблице 1 приведены оценки среднеквадратичных относительных ошибок расчета потоков метана (среднесуточных) и потоков диоксида углерода в ночной период по данным обработки накопления примеси в течении 1 суток - δ_1 и 10 суток - δ_{10} :

Таблица 1 Относительные погрешности оценки плотности потока примеси за счет погрешностей измерения их концентрации в атмосферном воздухе

	δ_1 %	δ_{10} %
CH ₄	18	6
CO ₂	21	7

Кроме оценки количественных характеристик эмиссии, показана также возможность оценки качественного состава некоторых источников эмиссии по наблюдениям изотопного состава. В частности, по наблюдениям соотношения изотопов ¹²C и ¹³C в составе метана (CH₄) может быть оценен вклад в суммарную эмиссию основных источников метана на территории крупного города: утечек из газораспределительных сетей и выбросов автотранспорта.

Литература

1. Levin I. et al., Verification of German methane emission inventories and their recent changes based on atmospheric observations. Journal of Geophysical Research, 1999, vol. 104, No D3, pp. 3447-3456.
2. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие. Ред. Э. Ю. Безуглая, М. Е. Берлянд. Л., Гидрометеиздат, 1983, 326 с.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ, СВЯЗАННЫЕ С МОНИТОРИНГОМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ МИКРОПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ГОРОДСКИХ ИСТОЧНИКОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Т.В. Реутова, Л.П. Гущина, Л.З. Жинжакова, Х.Х. Машуков
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт» Росгидромета
hazret53@rambler.ru

Влажное вымывание поллютантов наиболее эффективный механизм самоочищения атмосферы. Содержание микропримесей, захваченных атмосферными осадками, отражает уровень загрязнения больших объемов воздушной массы, в которой присутствуют компоненты различного происхождения.

В последние годы в Высокогорном геофизическом институте в рамках программы комплексного мониторинга проводятся круглогодичные наблюдения за содержанием в атмосферных осадках широкого круга приоритетных ЗВ (Ag, Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Mn, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, SO₄²⁻, Cl⁻) на территории г. Нальчик и в пункте сравнения, расположенном в сельской местности в 30 км к югу от города (пос. Кашхатау). Концентрации тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии, ионов Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ методом ионной хроматографии, ионов NO₂⁻ и NH₄⁺ общепринятыми спектрофотометрическими методами. Весь массив полученных данных был разделен на осадки холодного (октябрь-апрель) и теплого периодов, представлены результаты сравнительного анализа двух рядов наблюдений, включающих холодные периоды 2010-2011; 2011-2012 и 2012-2013 годов и теплых периодов 2011 и 2012 годов. В каждом сопоставляли группы максимальных концентраций, вероятность которых менее 0,1 (P≤0,1), и ранжированные ряды остальных значений, сравнивали также средние концентрации полного ряда и после исключения группы максимальных концентраций.

Ag – средний уровень содержания серебра в атмосферных осадках региона около 0,1 мкг/л, концентрации однородно распределены по территории, но максимальные концентрации в 6-10 раз выше. Различия между городской и сельской местностью по максимальным концентрациям достигали 2-3 раз, но не носили системного характера.

Cd – содержится в осадках приблизительно в таких же концентрациях, как и серебро, максимум не превышал 1,0 мкг/л. В холодный период 2011-2012 года загрязнение городской территории было выше, в холодный сезон 2012-2013 года различий не наблюдалось. В теплый период повышенными значениями в группе максимальных значений и начальных членов ряда $P \ 0,9$ выделялся пункт Кашхатау, но средние значения сохранились на одинаковом уровне.

Pb – считается одним из главных ЗВ антропогенного происхождения, тем не менее систематических отличий городской территории от сельской не прослеживалось. Разница между средними концентрациями, которые в иногда достигали 1,0 мкг/л, не превышала 15% и могла быть, как положительной, так и отрицательной. Максимальные концентрации достигали в некоторых случаях высоких значений (8-20 мкг/л), но относились к осадкам то в городе, то в пункте сравнения.

Cr – на протяжении всех трех холодных периодов и теплого периода 2012 г. величины максимальных концентраций ($P \leq 0,1$) в сельской местности были выше, чем в городе. Однако по другим рассмотренным показателям отличий между пунктами не наблюдалось. В основном содержание хрома в атмосферных осадках региона составляло 0,2-1,5 мкг/л, при средних значениях 0,4-0,7 мкг/л. Абсолютный максимум равнялся 9,4 мкг/л.

Ni – отмечается постоянно повышенный уровень загрязнения на городской территории, прослеживаемый и в теплое, и в холодное время года, все показатели для городской территории в 1,5-2 раза выше. Так в г. Нальчик величина значений в группе максимальных концентраций 10-20 мкг/л, а в пос. Кашхатау 4-10 мкг/л, средние концентрации порядка 1-2,5 мкг/л. Но во многих пробах, как в городе, так и в сельской местности, концентрации оказались ниже ПО.

Cu – для меди характерны более высокие величины средних концентраций в пункте Нальчик (превышение до 2 раз), а максимальные в разные периоды могли быть либо на одинаковом уровне, либо отличаться в любую сторону. Средние концентрации меди на уровне 1,5-4,0 мкг/л, максимальные – от 10 до 30 мкг/л.

Mn – содержание марганца в атмосферных осадках приблизительно такое же, как меди. Особенность распределения концентраций этого элемента в том, что в холодные периоды максимальные концентрации в сельском пункте выше при практически равных средних значениях, а в теплые периоды выявлен более высокий уровень загрязнения осадков в городе по всем показателям.

Zn – содержание цинка значительно выше, чем других тяжелых металлов. Средние значения в теплое время примерно равны 5,0 мкг/л, максимальные 15-20 мкг/л, в холодное же время величины средних концентраций колебались от 8-9 до 24 мкг/л, максимальные превысили 100 мкг/л. При этом совершенно не выражены различия между пунктами наблюдений.

NO_2^- - повышение уровня загрязнения атмосферных осадков городской территории особенно прослеживалось в холодное время года. Все рассмотренные показатели в Нальчике втрое превышали показатели в пункте сравнения. То же наблюдали и в теплый период 2011 г., но в следующем году ситуация не повторилась.

NO_3^- - наряду с сульфатами являются доминирующим ЗВ в атмосферных осадках региона, максимальные концентрации нитратов достигали 20 мг/л, средние составляли около 2 мг/л и были практически одинаковы в двух пунктах. В теплое время года максимальные значения в сельской местности были на 30-50% выше.

NH_4^+ - среднее содержание ионов аммония в городе и пункте сравнения почти одинаково (0,84-1,05 мг/л) и относительно постоянно в разные периоды. Уровень же, которого достигали максимальные концентрации (от 3 до 10 мг/л) на городской территории в большинстве случаев выше.

SO_4^{2-} - отличия двух пунктов по показателю средних концентраций выражены более четко, чем по максимальным, имеются сезонные отличия, заключающиеся в том, что в теплый период более загрязненными сульфат-ионами оказываются осадки в сельскохозяйственном районе, а в холодный период, наоборот, на городской территории, но отличия незначительны (20-25%). Общий уровень содержания сульфатов изменяется в группе максимальных значений от 6 до 23 мг/л, а средних – от 1,5 до 3,0 мг/л.

Cl - содержатся в атмосферных осадках в меньших концентрациях (максимальные не выше 8,0 мг/л, средние менее 1,0 мг/л, в основном 0,4-0,7 мг/л). Аналогично распределению концентраций сульфатов в зимний период все показатели по содержанию хлоридов выше в городе, а в летний хлорид-ионами больше загрязнены осадки в п. Кашхатау, что также прослеживалось по всем диапазонам концентраций и их средним значениям.

По результатам мониторинга загрязнения атмосферных осадков выявлены ЗВ характерные для городской среды даже небольшого города, не испытывающего значительной техногенной нагрузки кроме селитебной и транспортной, а также компоненты обще регионального загрязнения. Среди тяжелых металлов типично городскими поллютантами могут считаться в холодный период года *Cu*, *Ni* и в меньшей степени *Pb* и *Cd*, а выраженных отличий городской территории от сельской по содержанию *Ag*, *Cr*, *Zn*, *Mn* не наблюдалось. В теплый период концентрации *Cu* и *Ni* имеют тенденцию к выравниванию, но сохраняется повышенный уровень загрязнения в городе, и в качестве

городского ЗВ появляется Mn, что может быть связано с повышенной запыленностью воздушного бассейна города в этот период. В то же время концентрации Cd и Pb повышаются в сельской местности. Анализ ионного состава атмосферных осадков показал повышенный уровень загрязнения хлоридами, аммонием и особенно нитритами в городе в холодный период. Повышение содержания хлоридов в городских осадках само по себе не представляет опасности, но может косвенно указывать на присутствие хлорорганических соединений в сжигаемом топливе. Однако, уровень загрязнения атмосферных осадков в городе нитрит-ионами, известными своими мутагенными свойствами, превышал ПДК почти в половине проб в холодный период, но абсолютные максимумы отмечались в теплый период и составили 4,83 и 1,82 мг/л, тогда как в холодный период уровень максимальных значений 0,3-1,0 мг/л. Ряды концентраций сульфатов и нитратов в атмосферных осадках двух пунктов схожи. В теплый период выраженных отличий между городской территорией и сельской местностью по содержанию всех вышеперечисленных ионов не отмечается. В обоих пунктах прослеживается корреляционная связь между концентрациями сульфатов и нитратов (коэффициенты корреляции от 0,65 до 0,92), как в теплый, так и в холодный период, что является дополнительным свидетельством того, что загрязнение осадков этими ингредиентами больше зависит от переноса ЗВ, чем от местных источников.

Набор выявленных характерных для городской среды Нальчика поллютантов и их сезонное распределение показывает, что кроме общеизвестных техногенных ЗВ (никель и медь) основной вклад в загрязнение вносят выбросы двигателей внутреннего сгорания (оксид азота) и газовых отопительных установок. Большое значение имеет также интенсивность конвективных процессов.

Таким образом, результаты мониторинга атмосферных осадков на содержание ЗВ позволили выявить характерные для населенного пункта поллютанты и периоды наибольшего загрязнения, требующие особого внимания.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, НА ПРИМЕРЕ Г.ДЗЕРЖИНСК НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В.Андрянова
ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС», Нижний Новгород
cms_sekr@mail.uprava.nnov.ru.

Исследуются многолетние характеристики уровней загрязнения атмосферного воздуха специфическими веществами городов-саттелитов крупных промышленных агломераций на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС, где преобладают предприятия химической и нефтехимической промышленности: Дзержинск и Кстово Нижегородской области, город Новочебоксарск Чувашской Республики и Кирово-Чепецк Кировской области.

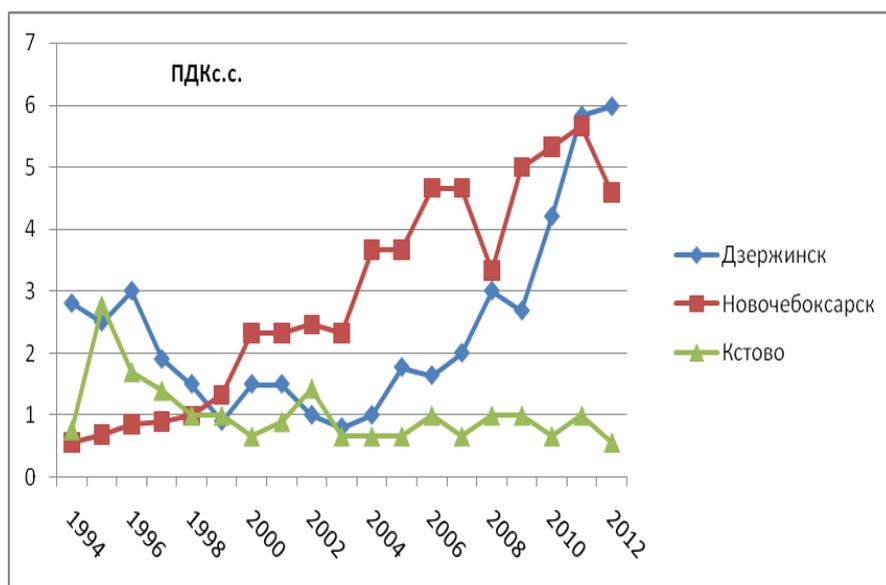


Рис.1. Среднегодовое содержание формальдегида (ПДКс.с.) в атмосферном воздухе городов с предприятиями нефтехимической промышленности на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС

Для города Дзержинска, актуальной является проблема загрязненности объектов окружающей среды стойкими органическими загрязнителями и влияние накопленного экологического ущерба, включающего полигон глубинного захоронения в недрах промышленных сточных вод и неорганизованную свалку промышленных отходов "Черная дыра" бывшего производства ОАО "Оргстекло", полигон твердых бытовых отходов "Игумново" шламонакопитель «Белое

море» на территории завода "Капролактан". Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха СО₂ в рамках

региональной НИ и ОКР проводился силами Территориального Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды Верхне-Волжского УГМС и ХАЦ ФГБУ «НПО «Тайфун».

В мае 2012 г. в г. Дзержинск были установлены три пассивных пробоотборника атмосферного воздуха в различных районах: два немеченых и один изотопно-меченый производства Канады и Чехии. Время экспозиции каждого фильтра составило 3 месяца. Пробы анализировались на содержание ПХБ, ХОП, ПБДЭ и ПАУ (газовая фракция).

Таблица 1. Приблизительные уровни СОЗ в различных районах Российской Федерации и в г.Дзержинске Нижегородской области, нг/фильтр.

СОЗ	Чапаевск (промышленный район)	Чапаевск (фоновый район)	Стерлитамак (промышленный район)	Уфа (промышленный район)	Уфа (фоновый район)	Среднее по городу Дзержинску
Сумма ПХБ	28	17	20	63	18	22,8
Сумма ГХЦГ	270	130	50	180	20	24,6
Сумма ДДТ	16	18	16	10	5	12,6
Сумма 16 ПАУ	6200	6400	6100	5100	3300	3036,0

Массовая концентрация смеси конгенеров ПХБ (газовая фракция) в атмосферном воздухе на городской территории (метеорологической площадки) была в 2 раза меньше уровней в воздухе поселка Петряевка –территории, находящейся под непосредственным влиянием восточной промзоны г.Дзержинска и приближенной к зонам . Следует обратить внимание на то, что концентрации суммы ПХБ в атмосферном воздухе, отобранном в 2008 году на той же метеоплощадке, но другим методом (РД 52.04.186—89), были одного порядка, что и данные 2012г.. Что касается некоторых ХОП, таких как изомеры ГХЦГ и ДДТ, то разница в концентрациях в атмосферном воздухе на городской территории (метеоплощадке) и в поселке Петряевка либо отсутствует, либо очень незначительна.

Ведущим градообразующим предприятием г.Новочебоксарск Чувашской Республики является акционерное общество «Химпром».Город Новочебоксарск также был объектом исследования НИ и ОКР по мониторингу загрязнения объектов окружающей среды СОЗ. Результаты анализа проб, отобранных в г.Новочебоксарск сравнивались с аналогичными результатами г.Дзержинска.

В ходе исследования получены значения массовых концентраций ПХДД/ПХДФ (в ДЭ) и ПХБ в снеговой воде и рассчитаны величины плотности выпадений со снегом, как индикатором загрязненности атмосферного воздуха, в Новочебоксарске на единицу площади. Анализируя полученные данные можно сказать, что плотность выпадения диоксинов со снегом в г. Новочебоксарске за зимний период 2011-2012 г.г. ниже (в 2 раза) уровней значений выпадений в г.Дзержинске и значительно меньше, чем в городах Чапаевске и Щелково, в которых находятся активно действующие хлорорганические производства. Тоже можно сказать и о выпадениях ПХБ со снегом в Новочебоксарске.

В г.Кстово основными источниками антропогенного влияния на воздух в жилой зоне являются: один из крупнейших нефтеперерабатывающих заводов европейской части России — НПЗ ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез», выпускающий керосин, бензин, дизельное топливо, масла, битумы, мазут, парафин, вакуумный газойль и другую продукцию, ООО «СИБУР-Кстово» (продукция — этилен, пропилен, бензол), ООО «Газпром Газэнергосеть Нижний Новгород». На качество воздуха г.Кирово-Чепецк влияют выбросы ОАО «Завод минеральных удобрений КЧХК», ООО «Завод полимеров КЧХК».

Наибольшие проблемы для качества воздуха в этих городах создают высокие концентрации формальдегида, бенз(а)пирена, фенола, взвешенных веществ и диоксида азота. Поскольку сейчас наблюдения за содержанием СОЗ в объектах окружающей среды этих городов не проводятся, задача организации мониторинга СОЗ в объектах окружающей среды будет вставать в рамках реализации обязательств России по Стокгольмской конвенции (Федеральный закон «О ратификации Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях» принят Государственной Думой 17 июня 2011 г. и одобрен Советом Федерации 22 июня 2011 г.) в ближайшем будущем.

Существующая система контроля качества атмосферного воздуха в указанных городах в рамках ГНС Росгидромета должна быть трансформирована под новые задачи. Предложения по совершенствованию программы наблюдений и расположению пунктов наблюдений, участвующих в контроле атмосферного воздуха в указанных городах сделаны на примере г.Дзержинска с учетом полученных дополнительных сведений о возможном негативном влиянии объектов накопленного экологического ущерба и содержания СОЗ в окружающей среде.

Для выработки предложений проанализирован опыт функционирования комплексной системы муниципального уровня, организованной администрацией Дзержинского городского округа совместно с представителями всех заинтересованных ведомств по выявлению источников высокого содержания специфических веществ в атмосферном воздухе в жилых кварталах г.Дзержинск, а также

привлечения к ответственности лиц, эксплуатирующих территории свалок твердых бытовых отходов с нарушение природоохранного законодательства.

С учетом всех имеющихся сведений подходы к разработке программы проведения мониторинга загрязнения объектов окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха на примере г.Дзержинск, отвечающей основным задачам и целям государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012-2020 годы» и задачам, возникающим в период проведения мероприятий по ликвидации накопленного экологического ущерба имеют как качественные, так и количественные характеристики.

ОПЫТ РАБОТЫ РОСТОВСКОГО ЦГМС ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Н.А. Самолетова, С.Г.Бураго, М.Ш. Нарсия
*Ростовский ЦГМС – филиал ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» , г. Ростов-на-Дону.
synoptic@rostel.ru*

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, проводимый на территории Ростовской области Ростовским ЦГМС, выполняется на основе двух видов наблюдений - стационарных и маршрутных.

Стационарный государственный мониторинг выполняется на основе государственной сети наблюдений, которая состоит из 14 постов (ПНЗ), расположенных в 6-ти наиболее крупных промышленных городах области. Таких, как 7 ПНЗ – в г. Ростове-на-Дону, по 2 ПНЗ в г. г. Азов и Волгодонск и по 1 в г.г. Шахты, Таганрог, Цимлянск. Этот вид мониторинга осуществляется более 30 лет и носит системный характер.

Станции наблюдений расположены в жилых районах, вблизи автомагистралей и в промышленных зонах городов. В соответствии с местоположением станции условно подразделяются на городские фоновые (в жилых районах), промышленные (в зоне влияния промышленных предприятий), авто (вблизи крупных автомагистралей).

Количество станций в городах определяется в соответствии с требованиями нормативных документов в зависимости от численности населения в городе.

Кроме стационарных наблюдений в некоторых городах дополнительно проводятся наблюдения под факелами промышленных предприятий.

Программа стационарных наблюдений определяется головным НИИ Росгидромета (ГГО) и предусматривает ежесуточный (в 07, 13, 19 час), контроль за 6-14 примесями. Из них наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят:

- взвешенные вещества (пыль);
- оксид углерода;
- оксид азота;
- диоксид азота;
- диоксид серы;
- формальдегид;
- фторид водорода;
- фенол и бенз(а)пирен.

В городах области, где нет стационарных постов, но имеется определенная экологическая нагрузка, мониторинг периодически выполняется путем маршрутных наблюдений в рамках госконтракта с Облкомприродой. В последние годы были обследованы следующие города: Каменск-Шахтинский, Новошахтинск, Гуково, Красный Сулин, Белая Калитва, Миллерово и Новочеркасск.

Маршрутный мониторинг позволяет значительно расширить площадь охвата наблюдаемой территории, однако уступает стационарному по ряду показателей: более трудоемок, дороже и технологически сложнее, может выполняться только в теплое время года – до 7 месяцев в году, т.к. холод и сильный ветер не позволяют соблюдать все требования методики отбора проб.

Информационные материалы, полученные на основе результатов таких наблюдений дают возможность обосновывать хозяйственные решения в сфере экологической обстановки субъекта РФ.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ОКИСЛОВ АЗОТА В ОТРАБОТАННЫХ ГАЗАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.Н. Ложкин, О.В. Ложкина, В.С. Марченко
Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России
Санкт-Петербург
vsm77@mail.ru

Проблема сверхнормативного загрязнения воздушного бассейна городов окислами азота автотранспортными средствами (АТС) в окрестности автомагистралей является значимой для городов России. При движении АТС по улице или городской автомагистрали автомобиль совершает разгоны, замедления, движение с некоторой постоянной скоростью с автотранспортным потоком, что сопровождается непрерывным изменением режима работы двигателя (частоты вращения коленчатого вала и нагрузки), а следовательно, и выбросов с отработанными газами (ОГ) NO_x . В отношении характера изменения удельных выбросов NO_x с изменением скоростного режима движения АТС в транспортном потоке в литературных источниках имеют место противоречивые данные [1-8], в связи с чем представляется актуальной задача количественной оценки содержания NO_x в отработавших газах АТС в условиях реального движения по городским автомагистралям, для уточнения коэффициента приведения выбросов к скоростному режиму в оценочных и прогнозных методиках определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов.

Нами были проведены исследования удельных выбросов NO_x отечественными и зарубежными легковыми автомобилями и легким коммерческим транспортом (автофургонами и микроавтобусами) с бензиновыми и дизельными двигателями экологических классов Евро 0 - Евро 5 в зависимости от скоростного режима движения в диапазоне скоростей от 10 до 120 км/ч на автомагистралях Санкт-Петербурга, а также на холостом режиме в условиях "холодного" запуска и прогрева двигателя.

Проведенные исследования показали, что при on-line мониторинге содержания NO_x в отработанных газах автомобилей оснащенных двигателями с искровым зажиганием горючей смеси наблюдался существенный разброс данных измерений, а следовательно, и рассчитанных значений удельных пробеговых выбросов, что может быть объяснено нестационарной работой двигателя при реальном движении, обуславливавшей и нестационарность горения топлива в цилиндрах.

Проведенный анализ зависимостей выбросов NO_x от скорости движения на отечественных АТС старше 10 лет, не оснащенных каталитическим нейтрализатором (КН), позволяет сделать следующие выводы:

1) для старых отечественных АТС характерны самые высокие показатели по выбросам окислов азота (0,5 – 2,5 г/км пробега), достигающие максимального значения при скорости 120 км/ч, что объясняется резким ростом температуры горения и образованием «термического» NO ;

2) минимальные выбросы NO_x соответствуют скоростным режимам в диапазоне от 20-30 до 80-90 км/ч и составляют 0,5 – 0,7 г/км пробега.

Характерной особенностью зависимости выбросов NO_x от скорости для автомобилей, оборудованных КН, является наличие двух максимумов: первый - в режиме холостого хода и второй – при возрастании скорости движения до 100 – 120 км/ч. Максимальные значения выбросов на холостых оборотах двигателей связаны, по-видимому, с тем, что каталитические системы нейтрализации отработанных газов (ОГ) не выходят на рабочий температурный режим.

Для автомобилей экологических классов Евро 1 и Евро 2 выбросы NO_x изменялись в пределах 0,15 – 0,9 г/км. При этом минимальные значения выбросов окислов азота 0,15-0,2 г/км наблюдались при движении ТС со скоростью от 20-30 до 80-90 км/ч.

Для автомобилей экологических классов Евро 3 - Евро 5, оснащенных трехкомпонентными КН, наблюдались самые низкие удельные выбросы NO_x : от 0,003 до 0,08 г/км пробега. На разброс полученных данных измерения в этом случае влияла не только нестационарность работы двигателя, но также и обусловленное ею непрерывное изменение температуры ОГ и, как следствие, пульсирующее изменение эффективности протекания процесса восстановительного катализа в КН. Нельзя исключать в этом случае влияние практически нерегулируемых непрерывно протекающих в условиях нестационарного температурно-концентрационного режима катализа процессов физической блокировки и регенерации активной поверхности катализатора.

При on-line мониторинге содержания NO_x в отработанных газах автомобилей с дизельными двигателями также выявлен существенный разброс данных измерений. Однако наиболее высокие удельные выбросы NO_x (до 1,1 г/км пробега при скоростях движения до 20 км/ч и до 1 г/км пробега при возрастании скорости свыше 90 км/ч) регистрируются у автомобилей экологических классов Евро 4 - Евро 5. Минимальные значения удельных пробеговых выбросов приходятся на диапазон

скоростей движения от 40 до 50 км/ч). Максимальное значение выбросов NO_x на холостых оборотах и при низких скоростях движения, как и у АТС с двигателями с искровым зажиганием, вероятно связано с невыходом каталитических систем нейтрализации ОГ на рабочий температурный режим. Максимум выбросов, наблюдаемый при высоких скоростях движения, связан с увеличением образования NO_x в цилиндрах двигателя при горении с избытком воздуха в горючей смеси. Система нейтрализации ОГ дизельных двигателей нерегулируемая, без кислородных датчиков и без обратной связи с устройствами подготовки и подачи топливоздушная смеси. Поэтому для преобразования компонентов ОГ применяются каталитические нейтрализаторы окислительного типа, которые значительно снижают количество углеводородов и оксида углерода, не оказывая существенного влияния на NO_x. Второй причиной увеличения образования NO_x является, по-видимому, то, что сажевые фильтры, устанавливаемые на дизельные автомобили экологических классов Евро 4 - Евро 5, улавливают и дожигают частички сажи с побочным эффектом дополнительной эмиссии оксидов азота [3].

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что независимо от типа легкового автомобиля, его возраста и марки используемого топлива минимальные выбросы оксидов азота наблюдаются при равномерном движении автомобиля без остановок и разгонов в диапазоне скоростей от 40 до 80 км/ч.

На основании полученных при исследовании данных были даны обоснованные рекомендации по изменению значений коэффициентов удельных выбросов для оксидов азота, которые были использованы в "Методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов ОАО "НИИ Атмосфера" и "Методике определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга" Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности правительства Санкт-Петербурга (утв. распоряжением Комитета от 17.02.2012 N 23-р).

Литература

1. В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. Промыленно-транспортная экология // Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. Шк., 2001. – 273 С.
2. P.G. Boulter, I.S. McCrae, J Green. Primary NO₂ emissions from road vehicles in the Hatfield and Bell common tunnels. – Transport Research laboratory, UK. – 2007. – 58 P.
3. R. Hagman, K.I. Gjerstad, A.H. Amundsen. NO₂ emission from the fleet of vehicles in major Norwegian cities. Challenges and possibilities towards 2025. – TOI Report 1168/2011. Institute of Transport Economics – Norway. - 2011, - 5 P.
4. H. Ishida, S. Kawasaki, Y. Mohri, H. Furuya, T. Kanayama. On-board and roadside monitoring of NO_x and SPM emission from vehicles. // J. of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. – 2003. – V. 5. – P. 2398-2407.
5. S. Latham, S. Kollamthodi., P.G. Boulter, P.M. Nelson, A.J. Hichman. Assessment of primary NO₂ emissions, hydrocarbon speciation and particulate sizing on a range of road vehicles. – TSE Division, Highways Agency. – 2001. - 100 P.
6. H. Ward, S. Robertson, R. Allosp. Managing speed of traffic on European roads: non-accident external and internal effects of vehicle use and how these depends on speed // 9th International Conference "Road Safety in Europe". - Germany, 1998. – 12 P.
7. X. Yao, N.T. Lau, C.K. Chan, M. Fang. The use of tunnel concentration profile data to determine the ratio of NO₂/NO_x directly emitted from vehicles. // Atmos. Chem. Phys. Discuss, - 2005. – V. 5. – P. 12723-12740.
8. Reducing NO_x emissions on the road. Proceedings of the European Conference of Ministers of Transport. – Dublin. – 2007. – 51 P.

СОВРЕМЕННАЯ ВОЗДУХОФИЛЬТРУЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ

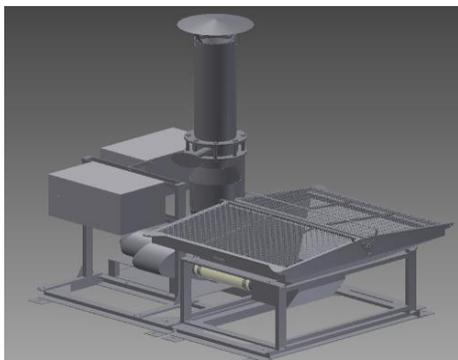
А.В. Волчков, В.В. Попов, В.А. Малышев, В.М. Ким, В.Н. Яхрюшин, А.В. Гринин
ФГБУ «НПО «Тайфун»
a.volchkov@pochta.ru

В настоящее время в ФГБУ «НПО «Тайфун» разработаны воздухофильтрующие установки нового поколения, которые успешно внедряются на сети Росгидромета. Установки используются на промплощадках, в санитарно-защитных зонах и зонах наблюдения радиусом до 50 км радиационно опасных или аварийных объектов для мониторинга загрязнения окружающей среды.

Они предназначены для отбора проб атмосферных аэрозолей и радиоактивного йода на фильтры методом фильтрации воздуха через тонковолокнистый фильтр с одновременным

автоматическим непрерывным измерением объема и объемного расхода воздуха, а также поверхностной бета-активности и мощности амбиентной дозы рентгеновского и гамма-излучения под фильтрами.

Конструктивное решение установок выполнено таким образом, что они могут иметь различную комплектацию. Кроме того, в их состав может входить защитный павильон, причем



установки могут составлять с павильонами единую систему.

К основным преимуществам установок следует отнести:

- автоматическое измерение с малой погрешностью интегрального расхода воздуха за любое время экспозиции фильтра;
 - возможность дистанционного контроля за работой установки;
 - возможность работать в дискретные сроки;
 - возможность мониторинга переноса;
- передачу данных на удаленный персональный компьютер по кабельной или GSM модемной связи.

БАНК ДАННЫХ «ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ РОССИЙСКИХ ГОРОДОВ»

А.И. Полищук, Н.Н.Иванова

*Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Россия, Санкт-Петербург
alla-polischuk@yandex.ru*

На территории бывшего СССР, начиная с 1963 года, организованы регулярные наблюдения за содержанием веществ в атмосферном воздухе городов. Отбор проб воздуха выполняется дискретно в отдельных точках города на специально оборудованных постах наблюдений. Химический состав проб воздуха определяется в специализированных лабораториях. Большой объем получаемой информации обрабатывается на вычислительных машинах. Такой процесс был регулярно начат в 1980 году еще на ЭВМ второго поколения. Обработка проводилась тогда только в одном месте по специально разработанной специалистами ГГО им. А.И. Воейкова системе Автоматизированной системе обработки информации о загрязнении атмосферы (АСОИЗА). По мере развития технического оснащения Гидрометеослужбы вычислительными средствами система АСОИЗА претерпела неоднократную переработку на более современные ЭВМ, с одновременным совершенствованием и расширением функций, наиболее учитывающим интересы пользователей и потребителей.

Система АСОИЗА ориентирована на сбор и накопление данных наблюдений за конкретные сроки, контроль, при необходимости корректировку данных, выполнение расчетов характеристик загрязнения воздуха городов, получение выходных форм с этими характеристиками согласно действующим РД. Заключительным этапом работы системы АСОИЗА всегда была архивация данных наблюдений в заданных форматах и структуре, соответствующих единым требованиям для гидрометеорологической информации, принятым еще в 1980 году.

Усовершенствованная система распространялась в подразделения Гидрометеослужбы. Внедрение системы позволило как ускорить процесс обработки данных наблюдений, повысить качество информации, предоставляемой потребителям. На местах создавались архивные файлы данных на технических носителях. Получаемые архивные файлы пересылались в Специализированный Центр Данных (СЦД), который по информации о загрязнении атмосферы городов находится в ГГО им. А.И. Воейкова.

Таким образом, была создана и иерархически распределенная система обработки данных, и иерархически распределенный банк данных «Загрязнение атмосферы». В итоге в ГГО создан режимно-справочный банк данных (РСБД) «Загрязнение атмосферы». Все архивные файлы данных после тщательной их проверки в ГГО отправляются во ВНИИГМИ-МЦД, являющийся центром Госфонда данных

В кратком виде Схема функционирования показана на рисунке 1.

В течение многих лет РСБД «Загрязнение атмосферы» пополнялся информацией и является:

- Единственным местом, где собраны и хранятся на технических носителях данные многолетних наблюдений за содержанием вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктах Российской Федерации и стран СНГ;

- Содержит сведения по 350 (включая страны бывшего СССР) городам и промышленным центрам за период наблюдений, начиная с 1980 года;
 - Ежегодно пополняется текущей информацией по данным наблюдений после ее контроля и проверки.
 - Включает в себя измеренные значения концентраций примесей и значения сопутствующих метеорологических параметров в отдельные сроки наблюдения.
- Объем накопленной базы данных Банка данных «Загрязнение атмосферы» показан на рисунке 2.

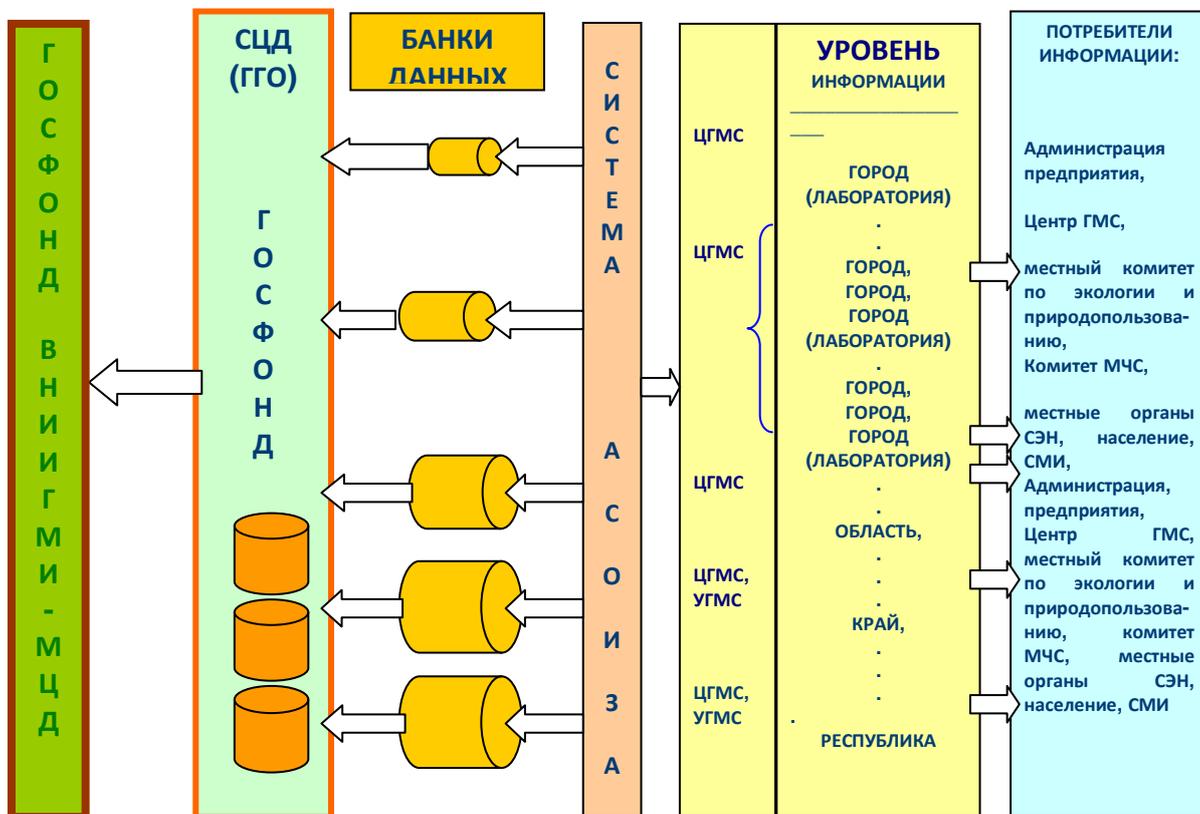


Рисунок 1 Система автоматизированной обработки и «Банка данных «Загрязнение атмосферы»
Банк данных "ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ"

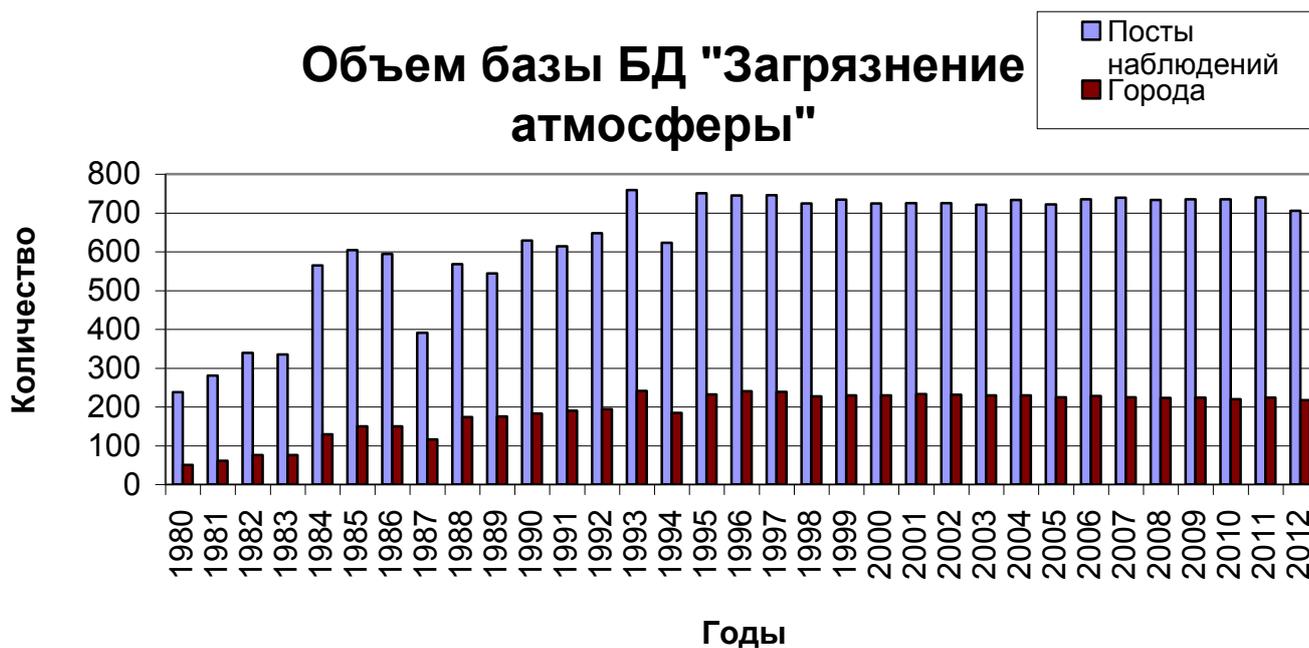


Рисунок 2. Объем базы Банка данных "Загрязнение атмосферы"

Предоставит выборочную информацию о загрязнении атмосферы в заданном виде в заданном городе в любой точке наблюдений;

Выполнит

- Преобразование данных из структуры архивных файлов в заданную структуру.
- Расчет фоновых концентраций вредных веществ в воздухе городов
- Расчет «розы загрязнения» в районе постов наблюдения и в целом по городу
- Пространственно-временной статистический анализ информации по данным, содержащимся в базе банка данных;
- Анализ характеристик годового хода и тренда;
- Оценку вероятностных характеристик превышения заданных уровней загрязнения воздуха;

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

И.В. Хмылев

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга
ivk@kpoos.gov.spb.ru

Целью обеспечения качества данных Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (далее – АСМ) является получение точных, достоверных и сопоставимых первичных данных о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для формирования экологической информации.

Система обеспечения качества данных любого вида мониторинга основана на выполнении требований, изложенных в соответствующей нормативно-технической и методической документации. Для обеспечения качества данных мониторинга атмосферного воздуха, получаемых по методикам ручного отбора и анализа проб в системе Росгидромета разработан единый свод методической документации (РД 52.04.186-89).

Для автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха, созданных и функционирующих на территории России, единого свода методической документации не разработано.

В этой связи разработка системы методических документов как для обеспечения функционирования, так, в частности, и для обеспечения качества данных АСМ, представлялась актуальной и была проведена.

Методическую документацию АСМ можно условно разбить на следующие тематические группы:

- методическая документация по организации мониторинга атмосферного воздуха, выполнению наблюдений и методики измерения параметров, характеризующих качество и состояние атмосферного воздуха;
- методические рекомендации и руководящие документы по оценке и обеспечению качества данных мониторинга, их математической обработке и использованию;
- методики, направленные на совершенствование методов расчета рассеивания загрязняющих веществ.

По обеспечению качества данных мониторинга АСМ были разработаны следующие методики:

Методические рекомендации по обеспечению качества измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе техническими средствами Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (далее по тексту – МР по качеству измерений концентраций газообразных загрязнителей);

Методические рекомендации по обеспечению качества измерений концентраций взвешенных частиц (PM10 и PM2.5) в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга (далее по тексту – МР по качеству измерений концентраций PM).

В МР по качеству измерений газообразных загрязнителей приведены нормативы качества атмосферного воздуха, требования по качеству данных, требования по обеспечению качества измерений. В основном разделе методических рекомендаций «Процедуры обеспечения качества и контроля качества измерений» описаны процедуры обеспечения качества и контроля качества измерений (ОК/КК), требования по их организации и проведению, в том числе:

- градуировка газоанализатора;
- проверка нулевой и контрольной точек газоанализатора (zero-span контроль);
- техническое обслуживание газоанализатора;
- техническое обслуживание пробоотборной системы;
- линейность измерительной характеристики газоанализатора;

- проверка эффективности конвертера.

В МР по качеству измерений концентраций РМ приведены нормативы качества атмосферного воздуха, требования по качеству данных. В основном разделе методических рекомендаций «Требования по организации проведения мониторинга» приведены требования по обеспечению качества измерений, оборудование и средства измерения процедуры ОК/КК, в том числе:

- поверка расходомера в составе автоматической системы пробоотбора
- взвешивание фильтров
- корректировка показаний фотометров по результатам гравиметрического определения
- чистка системы отбора проб для измерения РМ2.5 и РМ10
- техническое обслуживание устройств РМ2.5 и РМ10.

Кроме этого в МР приведены рекомендации по организации внешнего аудита работы системы качества.

Разработанная для обеспечения качества данных АСМ система методических рекомендаций построена в соответствии с требованиями законодательства РФ: федерального закона «Об обеспечении единства измерений, национальных стандартов РФ (ГОСТ Р ИСО МЭК 17025-2006), нормативно-технической документации (РД 52.04.186-89) и Европейских нормативов (EN).

Учет требований международных и европейских нормативных актов при разработке документов методического обеспечения АСМ позволяет использовать их в качестве универсальной основы для создания современных систем мониторинга атмосферного воздуха (например, на территориях стран СНГ) с целью получения достоверной информации об окружающей среде.

Разработанные для АСМ методические документы во исполнение требований российского законодательства были представлены на государственную экологическую экспертизу в целях установления их соответствия требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды. После прохождения государственной экологической экспертизы и получения положительного заключения они были введены в действие распоряжениями Комитета по природопользованию, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности и внедрены в подведомственном государственном предприятии «Специализированная фирма «Минерал».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О КАЧЕСТВЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Д.А.Франк-Каменецкий

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга

frank@kpoos.gov.spb.ru

Созданная в Санкт-Петербурге система мониторинга качества атмосферного воздуха, включающая как инструментальные наблюдения на автоматических станциях, так и расчетный мониторинг, позволяет с высокой степенью надежности охарактеризовать качество атмосферного воздуха (уровень загрязнения) в любой точке города. Использование средств пространственного анализа данных расчетного мониторинга позволяет:

- строить полигональные объекты полей равных концентраций;
- определять площади с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха;
- проводить топологический анализ полей концентраций и других классов пространственных объектов, отражающих функциональное зонирования города, административные районы, размещение жилых домов, зеленых насаждений и пр.;
- определять количество жилых и нежилых зданий расположенных на территории с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, в том числе детских учреждений (ясли, детские сады, школы), а следовательно количество проживающего на данной территории населения;
- получать карты выпадения загрязняющих веществ из атмосферного воздуха на территорию города;
- получать карты распределения риска здоровья населения в зависимости от уровня загрязнения атмосферного воздуха;
- оценивать эффективность воздухоохраных мероприятий путем:
 - 1) сопоставления площадей с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха (количество жилых и нежилых зданий расположенных на территории с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха),
 - 2) сопоставления количества жителей улучшивших условия своего проживания после проведения воздухоохраных мероприятий,

- 3) сопоставления количества жителей для которых сократился уровень их риска здоровью, обусловленный загрязнением атмосферного воздуха.

В результате, на первый план выходит задача эффективного использования получаемых данных и результатов пространственного анализа для обеспечения качества городской среды, в рамках которой можно выделить следующие направления:

- вопросы городского планирования, развития транспортной инфраструктуры и регулирования транспортных потоков, проведение плановых мероприятий по снижению выбросов энергетических предприятий и муниципального транспорта;
- оценка эффективности принятых решений с точки зрения обоснованного прогноза изменения качества атмосферного воздуха;
- информационная поддержка государственного экологического надзора в сфере охраны атмосферного воздуха;
- информирование населения.

В рамках ежегодно разрабатываемого Экологического баланса Санкт-Петербурга определяются:

- перечень и валовый выброс приоритетных загрязняющих веществ, для которых за пределами промплощадки возможно превышение ПДКм.р. и ПДКс.с.;
- баланс территорий Санкт-Петербурга, характеризующихся повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха приоритетными загрязняющими веществами, по данным расчетов рассеивания от промышленных источников выбросов;
- баланс территорий Санкт-Петербурга, на которых возможно разовое превышение предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ по данным расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере от промышленных источников выбросов в разрезе районов;

и строятся карты иллюстрирующие уровень сверхнормативного загрязнения атмосферного воздуха на территории города.

Материалы ежегодно разрабатываемого Экологического баланса Санкт-Петербурга позволяют предложить следующие индикаторы эффективности воздухоохранной деятельности:

- динамика изменения площадей со сверхнормативным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, обусловленным выбросами промышленности и автотранспорта;
- динамика изменения количества жилых зданий и населения, расположенных на территории со сверхнормативным уровнем загрязнения атмосферного воздуха;
- динамика изменения количества жилых зданий и населения расположенных на территории с повышенным уровнем риска здоровью, обусловленным загрязнением атмосферного воздуха.

Оценка эффективности принимаемых решений основана на требовании к ежегодному сокращению данной территории.

Информационная поддержка государственного экологического надзора в сфере охраны атмосферного воздуха сводится к определению возможных источников загрязнения. Расчетный мониторинг позволяет определить вклад в загрязнение атмосферного воздуха определенным загрязнителем в конкретной точке от различных источников загрязнения атмосферного воздуха. Эти сведения могут быть использованы для проведения мероприятий по государственному экологическому надзору.

Качество атмосферного воздуха является одним из приоритетных вопросов для населения города в сфере охраны окружающей среды. Более 10% всех обращений граждан относятся к загрязнению атмосферного воздуха. По запросам граждан, а так же других заинтересованных организаций сотрудники Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечения экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга (далее – Комитет) ежегодно готовят более 1200 заключений. Наиболее востребованным инструментом информирования общественности в настоящее время становится Интернет. Комитетом разработан и размещен на Экологическом портале Санкт-Петербурга (www.infoeco.ru) информационный сервис, обеспечивающий доступ к результатам мониторинга качества атмосферного воздуха. С января 2011 года количество просмотров выросло в 3 раза с 400 до 1200 в день.

Эффективное использования данных мониторинга атмосферного воздуха связано с:

- критериями оценки качества атмосферного воздуха, отражающими специфические особенности региона и эффективность проводимых мероприятий направленных на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха;
- использованием детальных данных о пространственном распределении загрязнения атмосферного воздуха;
- определением целевых ориентиров по улучшению качества атмосферного воздуха, достижимых в среднесрочную перспективу;

- совершенствованием правовой базы в части учета негативного воздействия на атмосферный воздух при разработке программ социально-экономического развития, градостроительном проектировании, разработке программ по развитию транспортной инфраструктуры и др.;
- совершенствование инструментов для предоставления данных потребителям.

ОБМЕН ДАННЫМИ СТАНЦИЙ ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ МЕЖДУ САНКТ-ПЕТЕРБУРГОМ И ФИНЛЯНДИЕЙ

И.А.Серебрицкий, И.В.Хмылев

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга

serebr@kpoos.gov.spb.ru

ivk@kpoos.gov.spb.ru

В 2009 году между Министерством окружающей среды Финляндии и Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечения экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга был подписан Меморандумом о развитии сотрудничества по обмену данными о качестве атмосферного воздуха на станциях фоновго мониторинга Финляндии и Санкт-Петербурга. Меморандум определил партнеров, осуществляющих обмен данными между станциями фоновго мониторинга в режиме реального времени: со стороны Республики Финляндии - Финский метеорологический институт и со стороны Санкт-Петербурга - ГГУП «СФ «Минерал». Также Меморандумом были утверждены протоколы обмена данными по качеству атмосферного воздуха на станциях фоновго мониторинга в режиме реального времени. Программа обмена данных от выбранных станций фоновго мониторинга представлены ниже:

№ п.п.	Наименование/адрес станции (географические координаты)	Загрязняющие вещества
1	Зеленогорск / пляж «Золотой», дом 1, г. Зеленогорск, Санкт-Петербург, Россия (60° 11' 15.9", 29° 41' 42.3")	Оксид азота (NO), диоксид азота (NO ₂), диоксид серы (SO ₂), озон (O ₃), PM ₁₀ , метеопараметры
2	Сестрорецк/ ул. М. Горького, г.Сестрорецк (Курортный район), Санкт-Петербург, Россия (60° 6' 38.4", 29° 57' 38.1")	Оксид азота (NO), диоксид азота (NO ₂), озон (O ₃), PM _{2,5}
3	Кронштадт/ г.Кронштадт (Кронштадский район), Санкт-Петербург, Россия (59° 59' 11.2", 29° 47' 36.6")	Оксид азота (NO), диоксид азота (NO ₂), диоксид серы (SO ₂), PM _{2,5}
4	Виролахти/ Löyhyntie 401, FI-49900 Virolahti, Finland (60° 31' 37.4", 27° 40' 32.8")	Оксид азота (NO), диоксид азота (NO ₂), диоксид серы (SO ₂), озон (O ₃), PM ₁₀ , PM _{2,5} , метеопараметры
5	Уто/ Isle of Utö at the Baltic sea, Finland (N 59.77923 E 21.37395)	Оксид азота (NO), диоксид азота (NO ₂), диоксид серы (SO ₂), озон (O ₃), PM _{2,5} , метеопараметры
6	Луукки / Luukinranta, Espoo, Finland (N 60.31349 E 24.68937)	Оксид азота (NO), диоксид азота (NO ₂), диоксид серы (SO ₂), озон (O ₃), PM ₁₀ , PM _{2,5} , метеопараметры

Данные от станций регулярно (не более чем с 12-часовой задержкой после их получения) размещались на ftp-серверах Финского метеорологического института и ГГУП «СФ «Минерал». Участникам обмена информацией был обеспечен доступ на сервер другой стороны для считывания информации.

Основные результаты сотрудничества по обмену данными о качестве атмосферного воздуха на станциях фоновго мониторинга Финляндии и Санкт-Петербурга:

- установлено, что для Санкт-Петербурга фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота обусловленный трансграничным загрязнением атмосферного воздуха составляет 0,2-0,4 ПДКс.с.;
- получен материал для проведения сравнительного анализа качества атмосферного воздуха на уровне фона, показана возможность его использования для понимания процессов, происходящих в окружающей среде на региональном и трансграничном уровнях;
- получен опыт измерения низких концентраций загрязняющих веществ на уровне фона в атмосферном воздухе;
- унифицировано техническое обеспечение (оборудование) станций, процедур технического и метрологического обслуживания.

Одним из важнейших результатов Меморандума о развитии сотрудничества по обмену данными о качестве атмосферного воздуха на станциях фонового мониторинга Финляндии и Санкт-Петербурга стал уникальный опыт, позволяющий осуществлять обмен данными в режиме реального времени о качестве атмосферного воздуха между сопредельными государствами, в полном соответствии с действующим законодательством Европейского союза и Российской Федерации. Полученный опыт актуален при создании системы обмена данным мониторинга качества атмосферного воздуха в режиме реального времени на территории России с уже отработанными техническими и методологическими аспектами.

НОВЫЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В АТМОСФЕРЕ

В.А. Сурнин¹, В.Г.Булгаков¹, А.А.Макаренко¹, А.И. Шилина¹, И.Ю.Филатов²

¹Научно-производственное объединение «Тайфун, Обнинск

²Научно-исследовательский институт им. Л.Я. Карпова»

surnin@typhoon.obninsk.ru

Необходимость создания новых фильтрующих материалов для отбора проб атмосферного воздуха на содержание тяжёлых металлов (ТМ) и полиароматических углеводородов (ПАУ) назрела давно.

В России на наблюдательной сети Росгидромета анализ аэрозолей, в том числе и на наличие в них ТМ проводится на фильтры АФА, разработанные в НИФХИ им. Л.Я.Карпова [1, 2]. Для анализа с помощью атомно-абсорбционного и атомно-эмиссионного методов используются фильтры аналитические АФА-ХА, изготовленные из фильтрующего материала ФПА-15-2,0 (диацетат целлюлозы). Для этих фильтров разработана методика извлечения аэрозольного осадка путем «мокрого» сжигания фильтрующего слоя и растворения осадка в кислой среде. В качестве окислителя подобрана смесь концентрированных азотной и серной кислот в объемном соотношении 2:3. Фильтрующий слой в этой смеси полностью разлагается при медленном нагревании раствора. Аэрозольный осадок под воздействием кислот переходит в раствор [2,3].

В настоящее время актуальным встал вопрос о замене фильтров АФА-ХА в связи с закрытием на территории России производства фильтрующего материала ФПА-15-2,0, а также низким качеством фильтрующего материала ФПА-15-2,0, производства Esfil-Techno (Эстония), проявляющимся в большом количестве примесей непосредственно в самом волокнистом материале.

На основании анализа литературных данных для проведения экспериментальной работы по разработке нового класса аналитических фильтрующих материалов и технологии их получения для систем контроля загрязнения атмосферы аэрозолями ТМ и др. токсичных веществ целесообразно использовать полимеры, такие как: полиамид-6, полиамид-66, ацетат целлюлозы.

Были апробированы вновь разработанные аналитические фильтрующие материалы для мониторинга ТМ в составе аэрозолей, состоящих из нановолокнистого слоя на основе полиамида-6/66 с заданными характеристиками волокнистой структуры со средним диаметром волокна 100÷300 нм, что определяет высокую эффективность улавливания аэрозольных частиц в атмосфере.

В таблице 1 представлены результаты по содержанию химических элементов в новом фильтре по сравнению с фильтрами АФА-ХА. Определение химических элементов проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индукционно-связанной плазмой

Таблица 1 Фоновое содержание металлов в аналитических фильтрующих материалах сравнительно со штатными фильтрами АФА-ХА

Элемент	Количество в холостой пробе реактивов, мкг	Количество в одном фильтре АФА-ХА, мкг	Количество в одном фильтре из нового аналитического фильтрующего материала, мкг
Na	3,072	11,720	2,602

K	0,696	6,022	0,225
Fe	1,593	5,212	0,443
Cu	0,131	9,975	0,099
Al	0,651	3,215	0,127
Zn	0,404	0,667	0,713
Ni	0,061	0,334	0,078 / 0,078
Cr	0,045	0,252	0,017 / 0,024
B	0,000	0,029	0,000
Sn	0,000	0,159	0,008
Mn	0,038	0,094	0,008
Ba	0,000	0,039	0,004
V	0,006	0,003	0,001
Ag	0,002	0,002	0,000
Co	0,001	0,004	0,000
Cd	0,000	0,000	0,001

Результаты исследований экспериментальных образцов аналитических фильтрующих материалов для мониторинга элементного состава аэрозолей в атмосфере приведены в таблице 2

Таблица 2

№ п/п	Исследование	Результат испытаний	Требования ТЗ	
1	Отбор проб аэрозолей в условиях реальной эксплуатации на постах мониторинга загрязнений атмосферного воздуха ТМ с помощью аспирационных пробоотборных установок	Аналитические фильтры из материала не подверглись деформации, не изменили геометрию, наличие механических повреждений не выявлено	соответствует	
2	Определение способности материала к растворению в азотной и соляной кислотах	растворяются	соответствует	
3	Послойное определение эффективности аналитических фильтрующих материалов по определению содержания ТМ			
	Элемент	Количество в 1-ом аналитическом фильтре пакета, мкг	Количество во 2-ом аналитическом фильтре пакета, мкг	Эффективность аналитического фильтра %
	Fe	39,13	2,96	92,4
	Mg	7,88	0,73	90,7
	Na	7,24	0,00	99
	Zn	6,80	0,70	89,7
	Cu	3,31	0,30	90,9
	Ba	0,79	0,06	92,4
	Mn	0,65	0,02	96,9
	Ni	0,41	0,00	99
Ti	0,31	0,03	90,3	

Для отбора проб атмосферного воздуха на содержание ПАУ были разработаны и апробированы двухслойные фильтры для одновременного улавливания аэрозольной и паровой составляющих.

Новые композиционные аналитические фильтрующие и сорбционно-фильтрующие материалы на основе микро- и нановолокон для мониторинга загрязнений атмосферного воздуха ТМ могут быть рекомендованы к внедрению на воздушной сети Росгидромета. Для оценки возможности их использования для мониторинга ПАУ необходимы дальнейшие исследования.

Литература

1. Басманов П.И., Борисов Н.Б. Фильтры АФА (каталог-справочник). -М.Атомиздат, 1970, 44 с.
2. Филатов Ю. Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс). Под ред. В. Н. Кириченко -М.: Нефть и газ, 1997, 297 с.
3. Басманов П.И., Борисов Н.Б. Фильтры АФА (каталог-справочник). -М.Атомиздат, 1970, 44 с.

ПРОСТОЙ МЕТОД ДОЗИРОВАНИЯ ГАЗОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДИК КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВОЗДУХА

А.М. Крысина, Н.Ш. Вольберг, А.В. Степаков
Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова, Санкт – Петербург
bonbon_ana78@mail.ru

Для метрологического обеспечения газоаналитической аппаратуры и методик количественного химического анализа воздуха необходимы газовые смеси, содержащие известные концентрации определяемого вещества. Для приготовления таких смесей преимущественное распространение получили установки, содержащие баллоны, заполненные поверочной газовой смесью, в комплекте с устройством для разбавления и установки, содержащие источник микропотока дозируемого газа, также с устройством для разбавления. Эти установки позволяют получать смеси с точно известными концентрациями дозируемого вещества, однако имеют высокую стоимость, большую массу и габариты. Поэтому их использование в сетевых лабораториях мониторинга окружающей среды пока весьма ограничено. Для нужд таких лабораторий нами предлагается способ создания газовых смесей, включающий полное испарение в токе воздуха точно дозированного объема водного раствора анализируемого компонента известной концентрации. Способ отличается простотой, низкой стоимостью требуемого оборудования и небольшими габаритами. Он позволяет дозировать в поток газа-носителя нужную дозу требуемого газа. Ниже представлена схема установки для оценки величины потерь определяемых веществ на этапе отбора проб анализируемого воздуха. Предлагаемый способ проверялся на примере дозирования формальдегида, фторида водорода и фенола.

Дозирование проводилось на установке, схема которой представлена на рис.1. Она состояла из следующих элементов: электроасpirатора, узла очистки воздуха, испарителя дозируемого вещества и испытываемого поглотителя. Узел очистки воздуха включал осушительную колонку, заполненную силикагелем, и очистительную колонку, заполненную карбонатом калия, увлажненной водно-глицериновой смесью, а также аэрозольный фильтр, помещенный в патрон. Испаритель компонента представлял собой тefлоновый (для фтористого водорода) или стеклянный (для фенола и формальдегида) сосуд, в который вносился раствор дозируемого вещества определенной концентрации, объемом несколько микролитров. В качестве поглотителей были использованы поглотитель Рыхтера (для формальдегида) и сорбционные трубки (для фенола и фтористого водорода).

Испаритель, содержащий точно дозированный объем водного раствора дозируемого газа, подсоединяли одним выходом к входной части поглотителя через фторопластовую трубку. Ко входу в испаритель, через фторопластовую трубку подсоединяли патрон с аэрозольным фильтром. Патрон с фильтром, через гибкий силиконовый шланг соединяли с очистной системой. К выходу из поглотителя подсоединяли электроасpirатор. С его помощью через систему прокачивали воздух с заданной скоростью (в зависимости от анализируемого компонента) до полного испарения капли раствора. При этом дозируемый газ сорбировался в поглотителе. Далее содержимое поглотителя анализировалось с помощью испытываемой методики. Параллельно тот же объем водного раствора определяемого вещества вносили непосредственно в растворы пробы и анализировали в них содержание дозированного газа. Для оценки потери вещества на этапе отбора проб сравнивались результаты анализов проб, полученных при непосредственном введении раствора газа в анализируемую жидкость и при пропускании газа, прошедшего через испаритель. Оценка потерь проводилась по принципу «задано-найденно». Зная точное количество анализируемого компонента в дозируемом объеме и найденное в поглотителе после стадии испарения, можно определить погрешность этапа отбора пробы. Экспериментальные данные, полученные с использованием предлагаемого метода, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные по оценке полноты выхода при отборе проб фторида водорода, фенола, формальдегида.

Вещество	Способ внесения вещества		Выход, %
	Через газовую фазу, мкг	В жидкую фазу, мкг	
HF	7,01	7,36	95,20
Фенол	34,15	36,19	94,36
Формальдегид	0,86	0,87	97,30

Как видно из представленных данных (средних из 15 значений) при отборе проб имелись небольшие потери определяемого вещества, в диапазоне 3-5%.

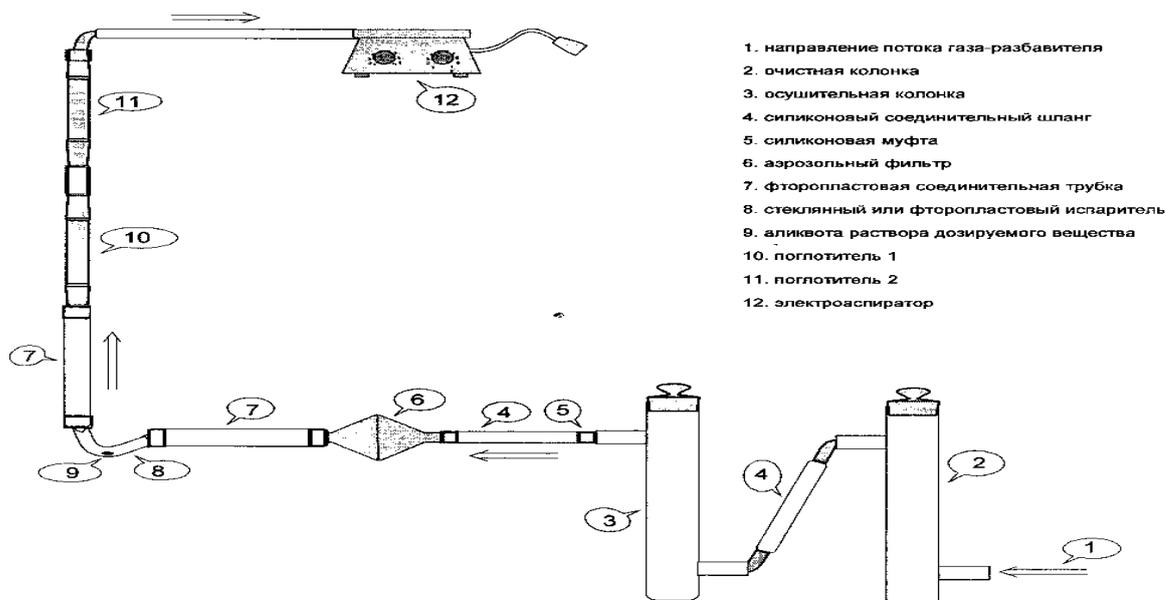


Рисунок 1.Схема установки для получения микродоз газов

Предложенный метод дозирования может быть использован: при разработке методик контроля качества воздуха, для проведения внешнего контроля качества анализа в сетевых лабораториях с учетом стадии отбора проб и для контроля исправности автоматических газоанализаторов. Он позволяет дозировать микроколичества газов в широком диапазоне значений масс и может быть использован для дозирования стабильных веществ полностью испаряющихся в объеме пробы воздуха регламентированном методикой.

Литература

1. В.Г. Березкин, И.А. Платонов, М.В. Лепский и др. «Динамический способ получения парогазовых потоков летучих органических соединений в инертном газе» Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия. 2002. Специальный выпуск.
2. Большая энциклопедия нефти и газа, статья: Микродозирование.
3. Методы анализа загрязнений воздуха / Другов Ю.С., Беликов А.Б., Дьякова Г.А., Тульчинский В.М. – М.: Химия, 1984. – 384с., ил.
4. С.И. Муравьева, Н.И. Казкина, Е.К. Прохорова Справочник по контролю вредных веществ в воздухе. М.: «Химия», 1988. – 320с.
5. Проблемы физики пограничного слоя атмосферы и загрязнения воздуха / под ред С.С. Чичерина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 364с.
6. Соловьева Т.В., Хрусталева В.А. Руководство по методам определения вредных веществ в атмосферном воздухе. М.: «Медицина», 1974. – 300с.
7. А.Е. O'Keefe, G.C. Ortman. Anal. Chem. 1966, 38, p.760

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ САЖЕВОГО АЭРОЗОЛЯ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

А.А.Успенский, Н.Ш. Вольберг, А.В. Степаков
 Главная Геофизическая Обсерватория им. А.И. Воейкова
 e-mail: uspieni@inbox.ru

Основными источниками выбросов частиц сажи являются процессы, связанные со сжиганием углеводородов и биомассы (например, лесные пожары). Сажевые аэрозоли, присутствующие в атмосфере, оказывают существенное влияние на климатические условия и здоровье человека. Влияние на климат обусловлено, в первую очередь, способностью частиц аэрозоля поглощать солнечную радиацию, тем самым, вызывая увеличение температуры атмосферы [1]. Значительное влияние сажевых частиц проявляется в арктическом регионе, где осаждаясь на поверхности снега или льда, они активизируют процессы таяния, что высвобождает значительные массы пресной воды в мировой океан. Физиологическое воздействие связано со способностью частиц сажи адсорбировать молекулы полиароматических углеводородов, многие из которых являются канцерогенами [2]. Имеются данные, что на поверхности этих частиц более активно протекают процессы распада молекул озона и диоксида азота [3].

На сегодняшний день основными методами определения концентрации сажевого аэрозоля в атмосфере являются оптические методы, из которых наиболее широко используется термо-оптический метод (NIOSH метод), позволяющий отдельно определять содержание карбонатов, органического и элементарного углерода в составе аэрозольной пробы [4]. Широкое распространение также получил метод определения концентрации углеродсодержащего аэрозоля с помощью азталометра, который основан на измерении поглощения света аэрозольными частицами, осажденными на фильтр из кварцевого волокна [5]. На мировых станциях мониторинга загрязнения атмосферы проводится постоянные сравнения данных, полученных термо-оптическим методом и с помощью азталометра.

Из отечественных разработок, использующих технологию азталометра, стоит отметить разработку Томского института оптики атмосферы им. В.Е.Зуева СО РАН. Созданный ими спектрофотометр регистрирует ослабление светового потока слоем частиц аэрозоля, которое прямо пропорционально поверхностной концентрации частиц сажи [6].

В России, в сетевых лабораториях мониторинга загрязнения атмосферы, измерение концентрации сажевого аэрозоля проводят с помощью стандартной шкалы, которую получают путем нанесения на фильтры известного количества сажи (в виде предварительно приготовленной суспензии). Анализ пробы сажевых частиц проводится сравнением степени черноты фильтра с заранее приготовленной стандартной шкалой [7]. Ранее был описан фотометрический метод, предполагающий растворение материала фильтра в дихлорэтано с дальнейшим фотометрическим определением концентрации сажи в суспензии. Недостатком данного метода является высокая токсичность дихлорэтана.

В настоящий момент в ГГО разработан новый проект методики фотометрического определения концентрации сажевых частиц в атмосферном воздухе. Для получения стабильных суспензий, в качестве растворителя, нами был использован диметилсульфоксид (ДМСО), который хорошо растворяет материал фильтра (фильтр полихлорвиниловый) и является не токсичным, в отличие от дихлорэтана.

Методика включает в себя следующие этапы:

- Отбор пробы на предварительно взвешенный фильтр;
- Взвешивание фильтра после отбора пробы воздуха;
- Растворение фильтра в ДМСО;
- Фотометрическое определение концентрации сажевых частиц в суспензии при длине волны 400 нм

В ходе построения градуировочного графика (рис.1) в качестве эталона был использован образец технического углерода П-514 (ГОСТ 7885-86), как имеющий одну из самых больших величин удельной поверхности. Для гомогенизации суспензии была использована ультразвуковая установка со временем облучения 2 часа. Пересчетный коэффициент с оптической плотности на концентрацию в пробе составил $k=125$.

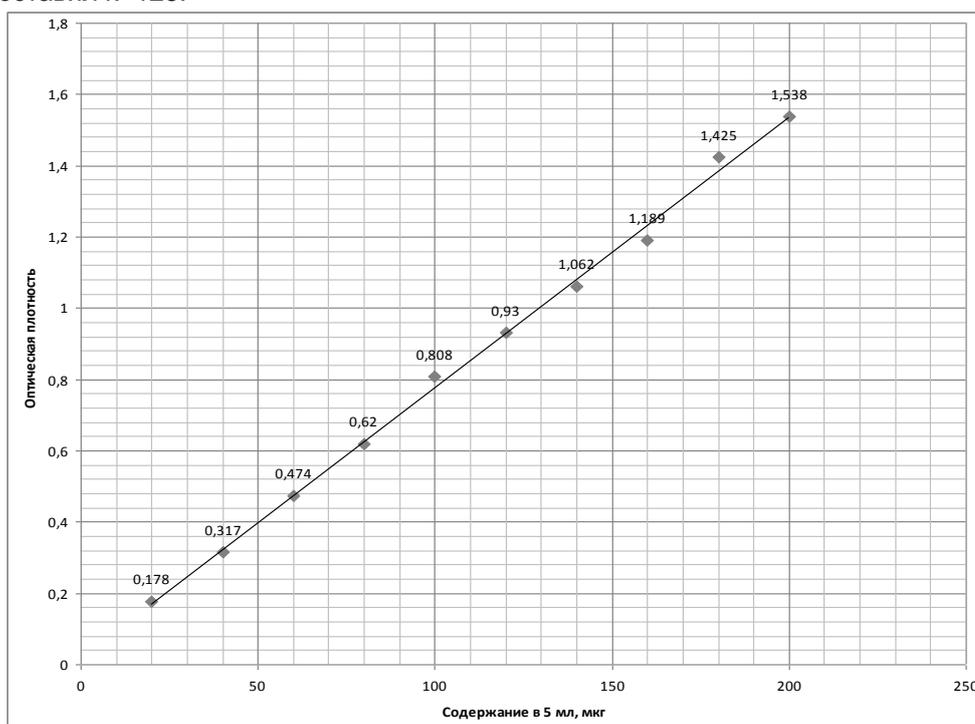


Рис.1. Полученный градуировочный график

В дальнейшем планируется проведение экспериментов с использованием разных длин волн с целью выбора наиболее селективной, а также сравнение значений полученных фотометрическим методом с показаниями приборов, выпускаемых промышленностью.

Данная методика после окончания разработки и проведения метрологической аттестации может быть рекомендована как малозатратный и доступный метод определения концентрации сажевого аэрозоля в атмосферном воздухе в сетевых лабораториях Росгидромета.

Литература

1. Gyami Shrestha 1,* , Samuel J. Traina 1 and Christopher W. Swanston Black Carbon's Properties and Role in the Environment: A Comprehensive Review 13 November 2009 / Accepted: 7 January 2010 / Published: 15 January 2010 Sustainability 2010, 2, 294-320;
2. А.Ю.Лобанова, Е.А.Шуталева, И.Ю.Горячева, С.А.Еремин, М.Сучанек, Р.Нисснер, Д.Кнопп Химический факультет Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, институт гидрохимии, Технический университет г. Мюнхен, Германия, Определение полиароматических углеводородов в продуктах питания и объектах окружающей среды методом поляризационного флуоресцентного иммуноанализа, Экология, том 8, март 2007
3. Д.П.Губанова, автореферат диссертации на соискание ученой степени к.ф-м.н., Кинетика адсорбции некоторых парниковых газов на углеродсодержащих аэрозольных частицах, Москва 2009
4. Max R. Peterson and Melville H. Richards Thermal-Optical-Transmittance Analysis for Organic, Elemental, Carbonate, Total Carbon, and OCX2 in PM2.5 by the EPA/NIOSH Method - #8 Research Triangle Institute
5. A.D.A. Hansen, Magee Scientific Company Berkeley, California, USA, The aethalometer, 2005.07
6. В.С.Козлов, В.П.Шмаргунов, В.В.Полькин, Спектрофотометры для исследования характеристик поглощения света аэрозольными частицами, Приборы и техника
7. Т.В. Соловьева , В.А. Хрусталева, Руководство по методам определения вредных веществ в атмосферном воздухе, Москва "Медицина" 1974