

**Влияние региональной
урбанизации на качество воздуха
и экологию окружающей среды**

И. Г. Гранберг

Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН

Доклад посвящен исследованию одного из аспектов глобальной урбанизации, связанного с влиянием антропогенного фактора на качество среды обитания. Одной из важнейших задач таких исследований является изучение влияния города на его окружение и формулировка модели города как пятна, отличающегося от характеристик окружения. В ходе выполнения работ в рамках государственного контракта с Роснаукой №02.515.11.5081 впервые для таких мегаполисов, как Москва и Пекин, объединены экспериментальные работы и работы по численному моделированию для получения прогноза степени загрязнения атмосферы мегаполисов, проведен анализ полей концентраций загрязнения по Москве и Пекину на основании результатов совместных круглосуточных измерений концентрации сажи и субмикронного аэрозоля, что позволило сделать следующие выводы:

Основной вклад в наблюдаемые уровни содержания в атмосфере мелких взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм вносит автотранспорт, цементная пыль и крупномасштабный атмосферный перенос (обуславливает фоновые значения на уровне 15-40 мкг/м³). кровеносных сосудов и в других органах человека.

Взвешенные частицы сами по себе и в комбинации с другими загрязнителями, в том числе газообразными, представляют очень серьезную угрозу для здоровья человека. Эти частицы составляют 40-70% всех взвешенных частиц и являются наиболее опасными для здоровья людей, они способны проникать глубоко в легкие и накапливаться, а частицы размером менее 1 мкм проникают сквозь стенки мембран и могут накапливаться на стенках. В Пекине средние значения существенно превышают уровни загрязнения, наблюдавшиеся для Москвы. При этом в отдельные дни уровни загрязнения сажей и субмикронным аэрозолем существенно превышают предельно допустимые концентрации. В отличие от г. Москвы на качество воздуха в г. Пекине существенное влияние оказывают крупные промышленные объекты, находящиеся от г. Пекина в радиусе порядка 1000 км.

На основе проведенных измерений разработана методика прогнозирования загрязнений Москвы и Пекина с учетом влияния аэрозоля и фотохимических процессов на образование смога.

Нужно отметить, что для климата и Москвы, и Пекина характерна контрастная смена погодного режима, сочетание неблагоприятных климатических условий дважды в году – зимой и летом, что способствует ухудшению состояния здоровья лиц, страдающих сердечно-сосудистыми, респираторными и другими заболеваниями. В связи с этим чрезвычайно важным становится решение задач, связанных с оценкой влияния климатических и метеорологических вариаций различного пространственно-временного масштаба на состояние здоровья горожан

В целях предупреждения негативного воздействия на здоровье людей таких процессов разработана и в настоящее время ИФА им. А. М. Обухова РАН внедряется в Москве методика исследования воздействия загрязнения в городах Москва и Пекин на здоровье людей, а в Пекине ИФА КАН. На основе единого методического подхода оценки влияния различных факторов окружающей среды и метеорологических условий на здоровье населения в Москве разрабатывается методика создания медицинского прогноза погоды и определения Индекса патогенности (биотропности) погоды (ИПП) для Москвы с последующим распространением её на Пекин.

Численное моделирование влияния внешних источников (пыльных бурь) на атмосферу Пекина, например, в апреле-мае этого года позволило установить большую зависимость атмосферы региона Пекина от пыльных бурь из пустынных регионов Китая и, как мы и предполагали, оказывало серьёзное влияние на атмосферу Пекина во время Олимпийских игр 2008 года.

Установлено, что для России и Евразии в целом важны как экологические, так и климатические свойства аэрозолей.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 05-05-39012ГФЕН)-и Федерального агентства по науке и инновациям (Госконтракт №02.515.11.5081) «Влияние региональной урбанизации на качество воздуха и экологию окружающей среды».

Актуальным вопросом вариаций параметров аэрозоля является проблема суточного хода массовой концентрации M . Исследование этого вопроса начато уже около тридцати лет назад в ИФА РАН, ИОА СО РАН.

Установлено, что как правило, в условиях дневной конвекции связан он с выносом аэрозоля из приземного слоя. Чаще всего это происходит в условиях антициклона. При наличии облачности этот эффект слабеет и суточный ход массовой концентрации может вообще отсутствовать.

Сказанное иллюстрирует рис. 1, на котором приведена непрерывная временная развертка величины M , полученная в октябре-ноябре 2007 г с помощью нефелометра ФАН со временем осреднения 10 мин. Дан фрагмент ряда длительностью около трех недель. Этот фрагмент интересен тем, что весь конец октября, около десяти дней, в Подмосковье стоял обширный антициклон и в ночное время наблюдались в приземном слое сильные устойчивые температурные инверсии, обычно разрушавшиеся к полудню.

Соответственно, величины M имели четкий суточный ход с большой амплитудой вариаций (более двух крат величины). После смены воздушной массы в конце октября в результате прихода в Подмосковье циклона в последующие дни при облачной погоде суточный ход практически отсутствовал.



Рисунок 1

В соответствии с Межправительственным соглашением о сотрудничестве между ИФА РАН и Институтом физики атмосферы Китайской академии наук продолжены совместные экспериментальные исследования загрязнения воздушного бассейна Пекина, которые были начаты с 1992 года.

Измерения в 1992, 1996-2007 годах велись в объеме, достаточном, чтобы получить средний суточный ход, как для массового содержания субмикронного аэрозоля, так и для концентрации сажи. Сопоставление среднего суточного хода в осенние периоды 1992, 1996-1998 годов и летнего 1999 года позволяет сделать вывод, что за период с 1992 по 1999 годы в Пекине существенно увеличился уровень аэрозольного загрязнения, а в 2000 году произошло почти двукратное уменьшение по сравнению с 1999 годом концентрации как субмикронного аэрозоля, так и его сажевой составляющей.

Такие изменения предположительно связаны с изменением структуры выбросов загрязняющих веществ: в 2000 году основные источники эмиссии загрязняющих веществ в Пекине были частично устранены в связи с переходом котельных в центральной части города с угля на газ. Вместе с тем в Пекине в 2003 году по сравнению с 1996 годом на порядок возросло количество автомобилей.

Сопоставление междугодичной изменчивости
концентрации субмикронного аэрозоля в Пекине и Москве в осенний период

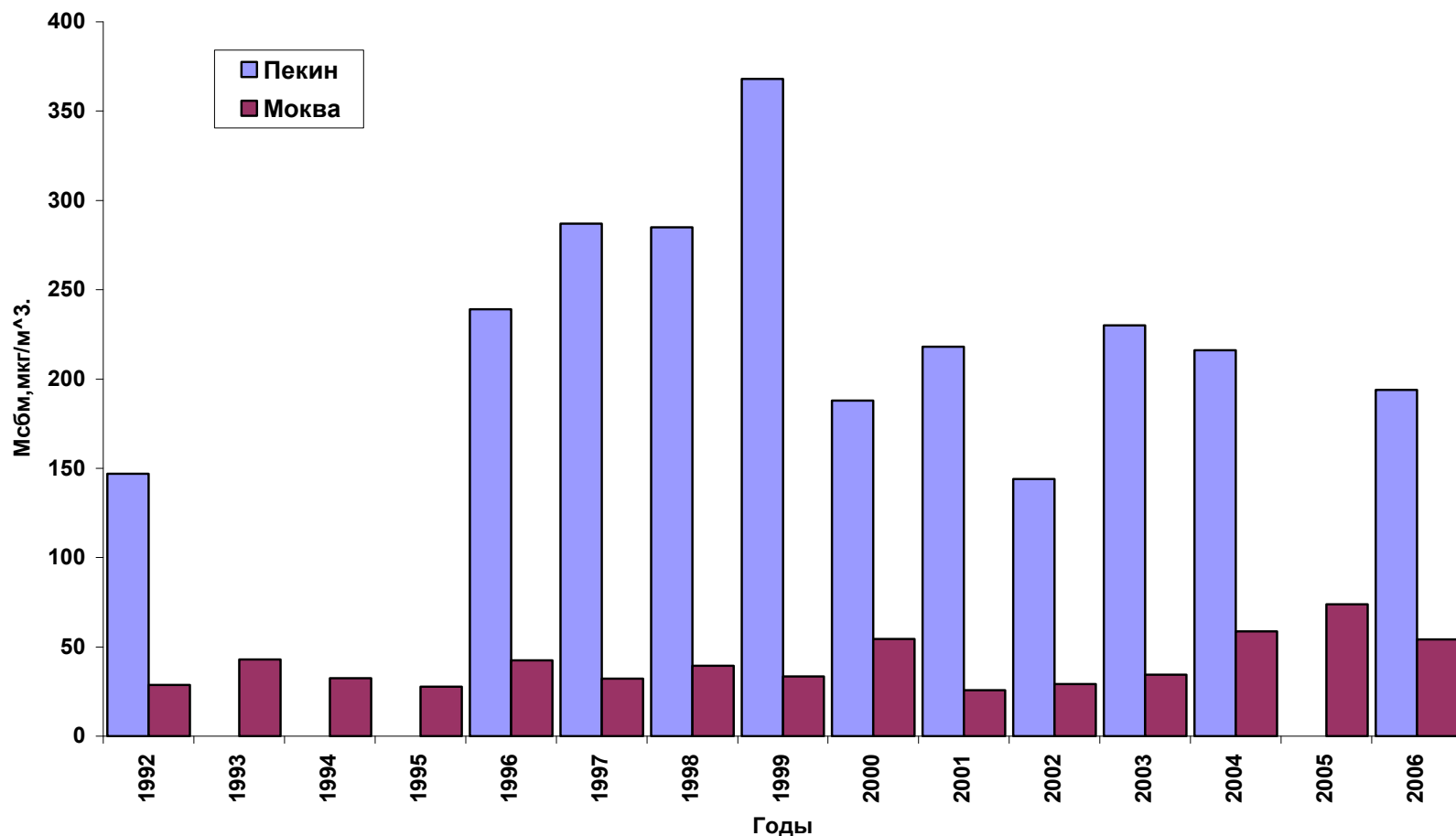


Рис. 2. Межгоду́дичная изменчиво́сть массовой концентрации субмикронного аэрозоля в приземном слое городов Пекин и Москва по данным осенних измерений 1992 - 2006 годов.

Сопоставление междугодичной изменчивости концентрации сажи в осенний период в Пекине и Москве

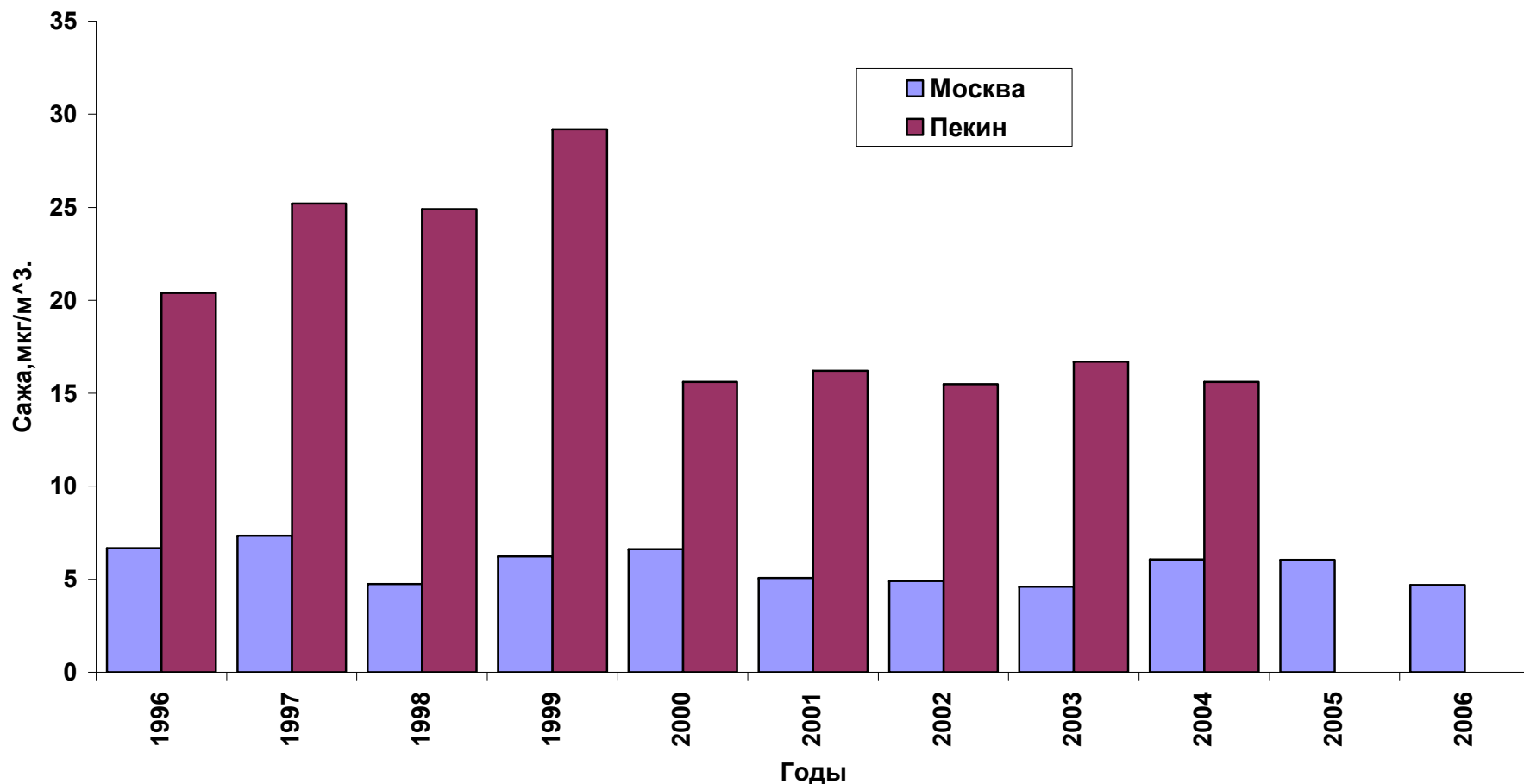


Рис. 2. Межгоду́дичная изменчивость массовой концентрации сажи в приземном слое городов Пекин и Москва по данным осенних измерений 1992 - 2006 годов.

На рисунке 3 изображены средние суточные ходы для Пекина и Москвы, по данным наших наблюдений. Данные для Пекина за осенние сезоны 1996 – 1998 годов представлены одной осредненной кривой. Для осенних измерений, как 1992 года, так и 1996-2003 г.г. наблюдается отчетливо выраженный дневной минимум с 11 до 15 часов, а также два максимума: утренний в 8-9 часов и, более выраженный, вечерний с 20 до 23 часов. На рисунке 3 также проявляются особенности летних уровней загрязнения воздушного бассейна Пекина. В суточном ходе наблюдается только один отчетливо выраженный утренний максимум.



Для сопоставления, изображены также результаты измерений, полученные в Москве идентичными методами для февраля 1991 года и для ноября 1993 года. Уровень аэрозольного загрязнения в Пекине существенно выше, чем в Москве.

Проанализированы значения ΔU в различные дни 1992, 1996, 1997 и 1998 года в зависимости от средних в слое 300 м направлений ветра. Наиболее высокие значения ΔU наблюдаются при направлениях ветра от 150 до 1800 и наиболее низкие при северо-восточном и северо-западном направлениях ветра.

Существенная зависимость ΔU от направления ветра объясняется, по-видимому, как и расположением пункта наблюдения на северной окраине города, так и тем, что ветры северного направления попадают в Пекин из гористой пустынной местности и из Сибири, а ветры южного направления из загрязненных, густонаселенных районов Китая.

Таким образом, анализируя результаты совместных круглосуточных измерений концентрации сажи и субмикронного аэрозоля в осенний и летний периоды в Пекине и сопоставляя полученные результаты с другими регионами, можно сделать следующие выводы. В осенний сезон наблюдается очень тесная корреляция между концентрацией сажи и аэрозоля, в летний сезон корреляция существенно меньше. В суточном ходе как для сажи, так и для субмикронного аэрозоля для осенних измерений отчетливо прослеживаются два максимума, утренний и вечерний. В Пекине средние значения существенно превышают уровни загрязнения, наблюдавшиеся нами для Москвы. При этом в отдельные дни уровни загрязнения сажей и субмикронным аэрозолем существенно превышают предельно допустимые концентрации. Наибольшие уровни загрязнения наблюдаются в вечерние и ночные часы в период времени с 18 часов вечера до 2 часов ночи.

Особенности Пекина – наличие высоких уровней загрязнения в виде смога. Продолжительность от 2 до 6 суток. В течение одного месячного периода измерений наблюдалось 4-6 смоговых ситуаций. Сммотри рис.

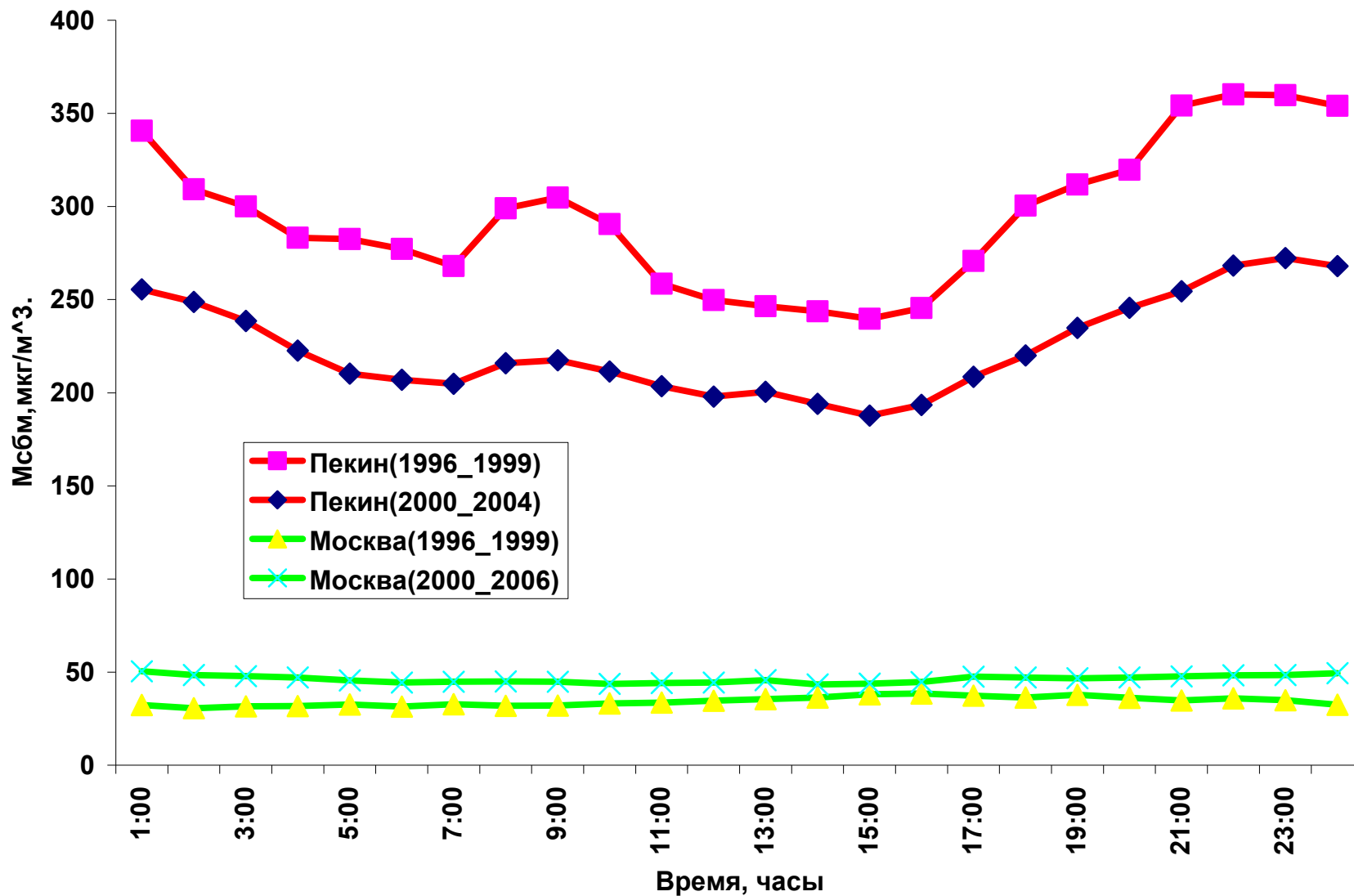
30. Всего рассмотрено более 60 случаев смоговых ситуаций и для сравнения две пыльные мглы. Смоги Пекина – это более трети всех состояний воздушного бассейна города, они мелкодисперсны, основной размер частиц находится в пределах 0,2-0,4 мкм. Они хорошо аппроксимируются одномодальным логнормальным распределением.

Нами исследованы основные закономерности трансформации оптических характеристик и параметров микроструктуры в процессе формирования смога. Показано, что рост замутненности атмосферы вызывается в первую очередь увеличением размеров частиц, а не увеличением концентрации частиц. Анализ временной изменчивости эффективного размера частиц (отношения третьего момента распределения частиц по размерам ко второму) показывает, что в общих чертах она соответствует временной изменчивости объемной концентрации. Увеличение объемной концентрации аэрозоля сопровождается увеличением размера частиц. Этот процесс прерывается сменой воздушной массы и начинается снова. Показатель преломления частиц аэрозоля и относительное содержание сажи уменьшаются в процессе возрастания смога.

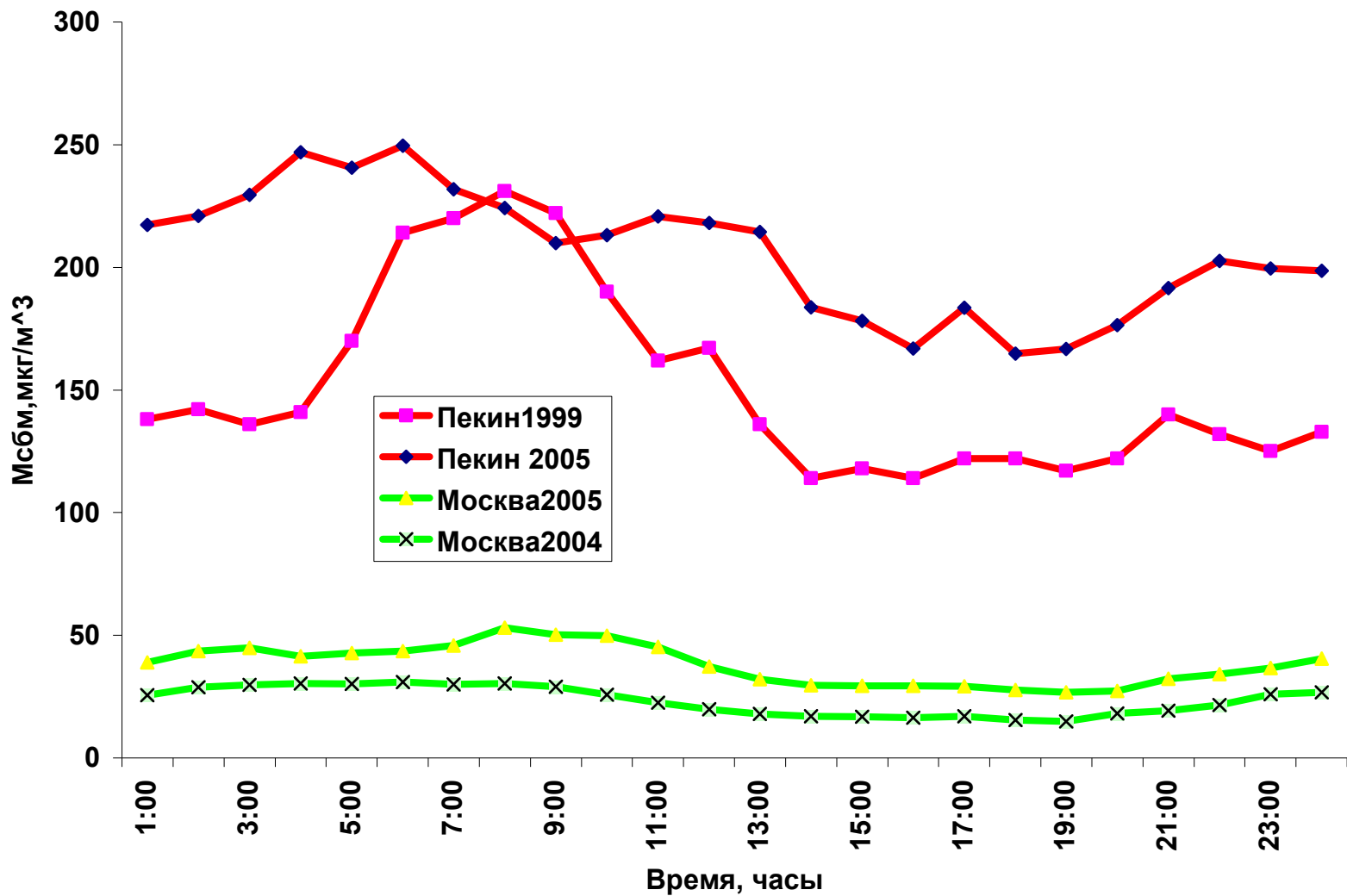
При этом эффективный размер частиц хорошо коррелирует с показателем преломления. При этом показатель преломления уменьшается с ростом эффективного размера частиц. Была исследована зависимость между концентрацией сажи и концентрацией частиц различных размеров, полученных обращением. Коэффициент корреляции максимален для размеров частиц от 0,1 до 0,2 микрометра и превышает 0,9. Для Пекина оказалось характерным наличие тесных корреляционных связей с другими локально измеряемыми малыми газовыми и аэрозольными примесями, чем в других, исследованных нами регионах: Москве, Алма-Ате, Кавминводах.

Как видно из табл. 1, для осенних данных Пекина характерна высокая корреляция концентраций субмикронного аэрозоля и сажи.

Сопоставление средних суточных ходов массовой концентрации субмикронного аэрозоля в Пекине и Москве для осеннего периода наблюдений



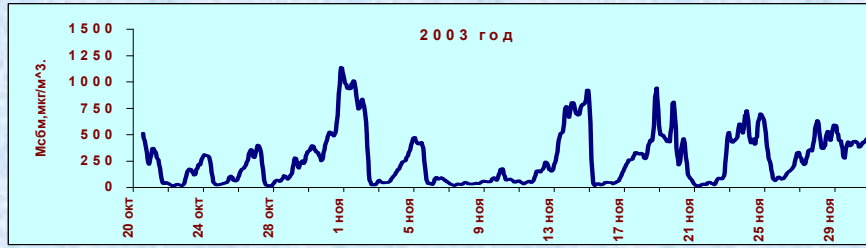
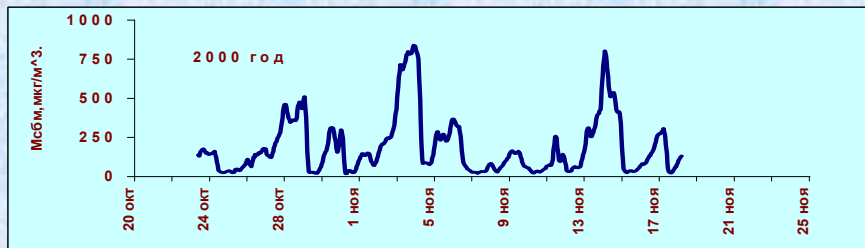
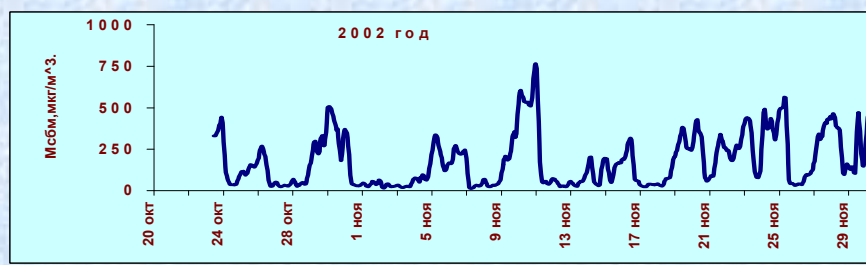
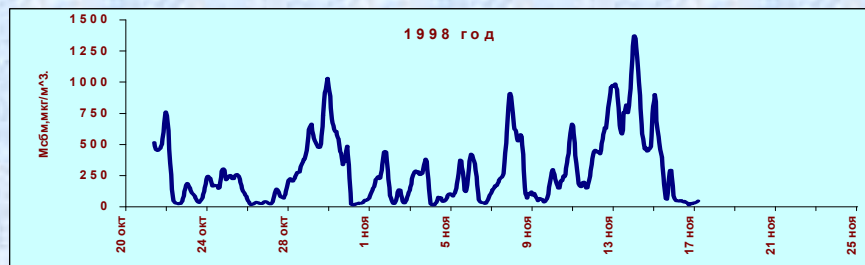
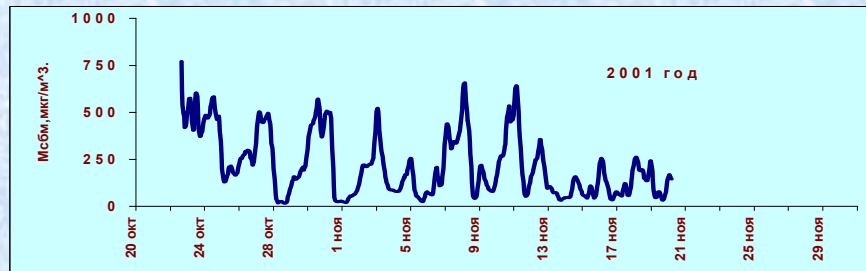
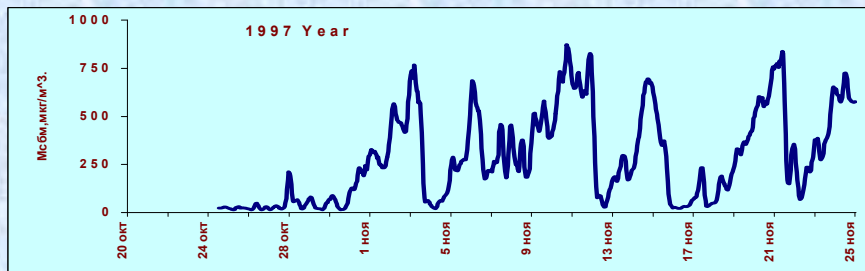
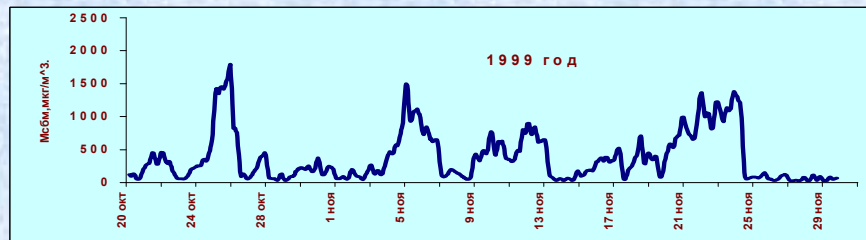
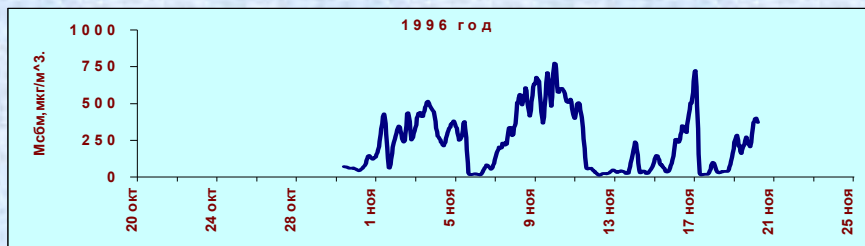
Сопоставление средних суточных ходов массовой концентрации субмикронного аэрозоля в Пекине и Москве для летнего периода измерений



Важно было выявить вклад городских, региональных и природных источников в загрязнение атмосферы. Поэтому особое внимание было уделено исследованию влияния региональных факторов на состояние качества воздуха. Анализ обратных траекторий показывает, что минимальные концентрации аэрозоля соответствуют приходу воздушных масс из Сибири или Монголии, а максимум, когда воздушные массы проходят через южные или юго-восточные регионы Китая.

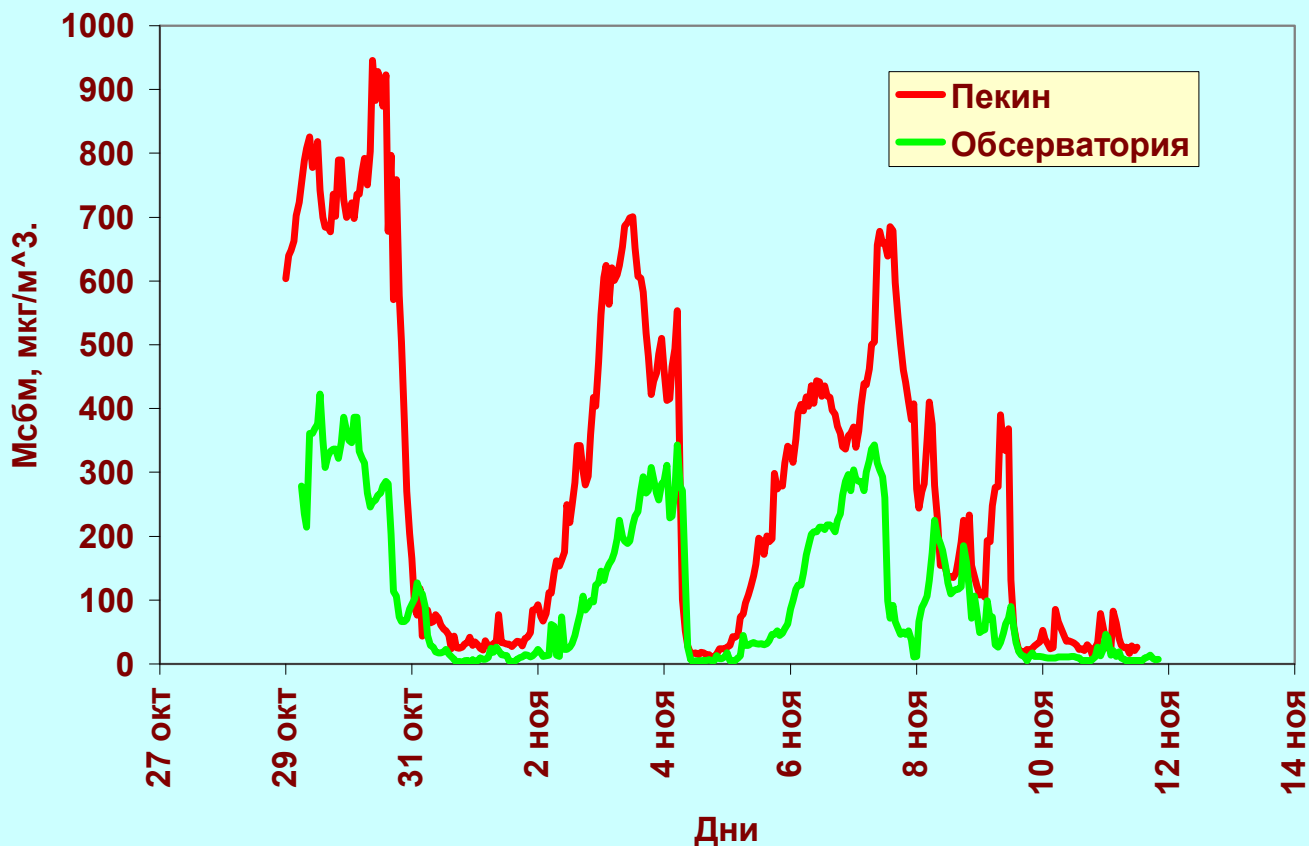
**Таблица 1. Концентрация субмикронного и сажевого аэрозоля
в г. Москве и г. Пекине (мкг/м³)**

Место и время измерений	Средние		Максимальные	
	М	Ms	М	Ms
Москва, лето 1990 г.	32	4,0	95	17
Москва, октябрь 1993 г.	37	3,5	160	23
Москва, июнь- август 2002 г.	90	8	1200	12
Москва, сентябрь 2002 г.	250	12	2200	18
Пекин, ноябрь 1998 г.	290	30	1500	135



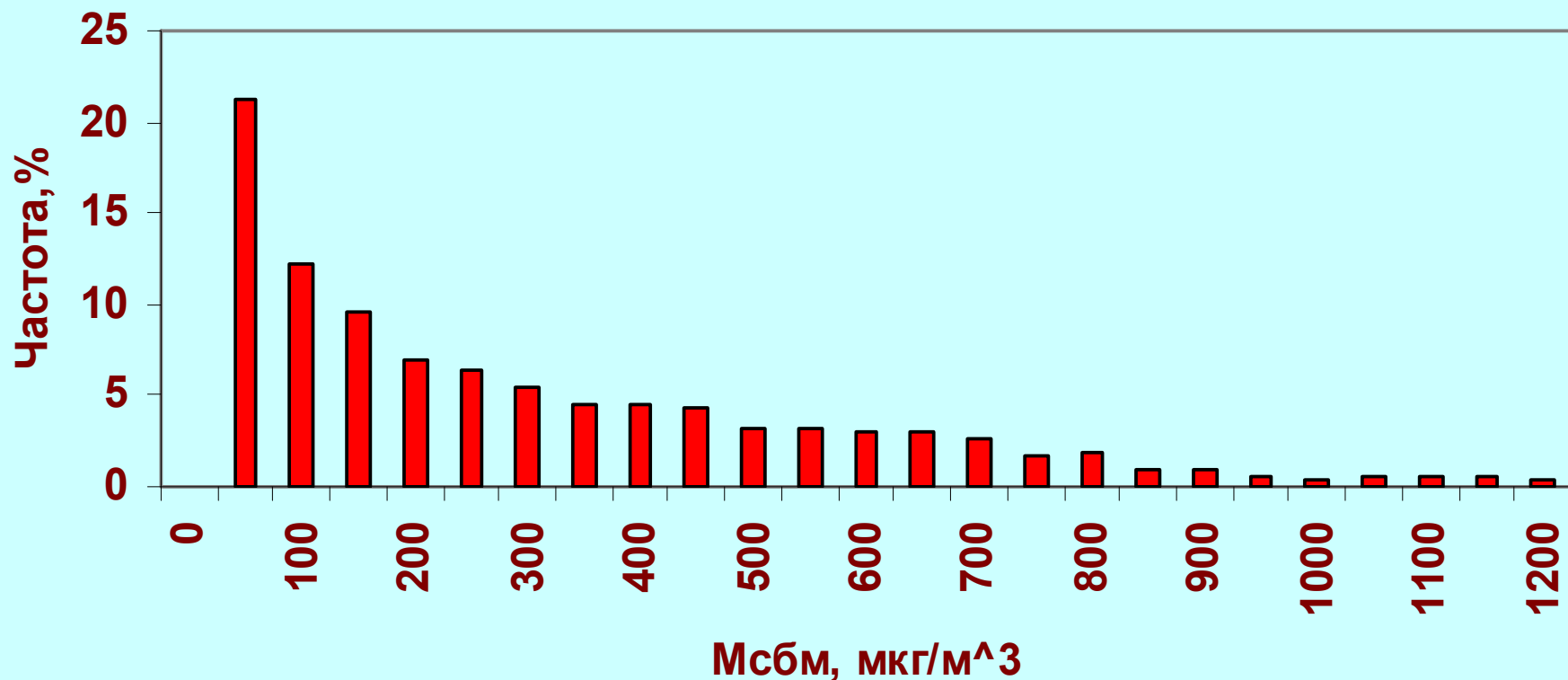
Вариации массовой концентрации субмикронного аэрозоля по данным осенних измерений 1996 -2003 годов. Особенности Пекина – наличие высоких уровней загрязнения в виде смога. Продолжительность от 2 до 6 суток. В течение одного месячного периода измерений наблюдалось 4-6 смоговых ситуаций. Всего рассмотрено 60 случаев смоговых ситуаций.

Сравнение временных зависимостей концентрации субмикронного аэрозоля в Пекине и горной обсерватории, расположенной в 150 км от Пекина на высоте 1 км над уровнем моря по данным измерений осенью 2004 года.



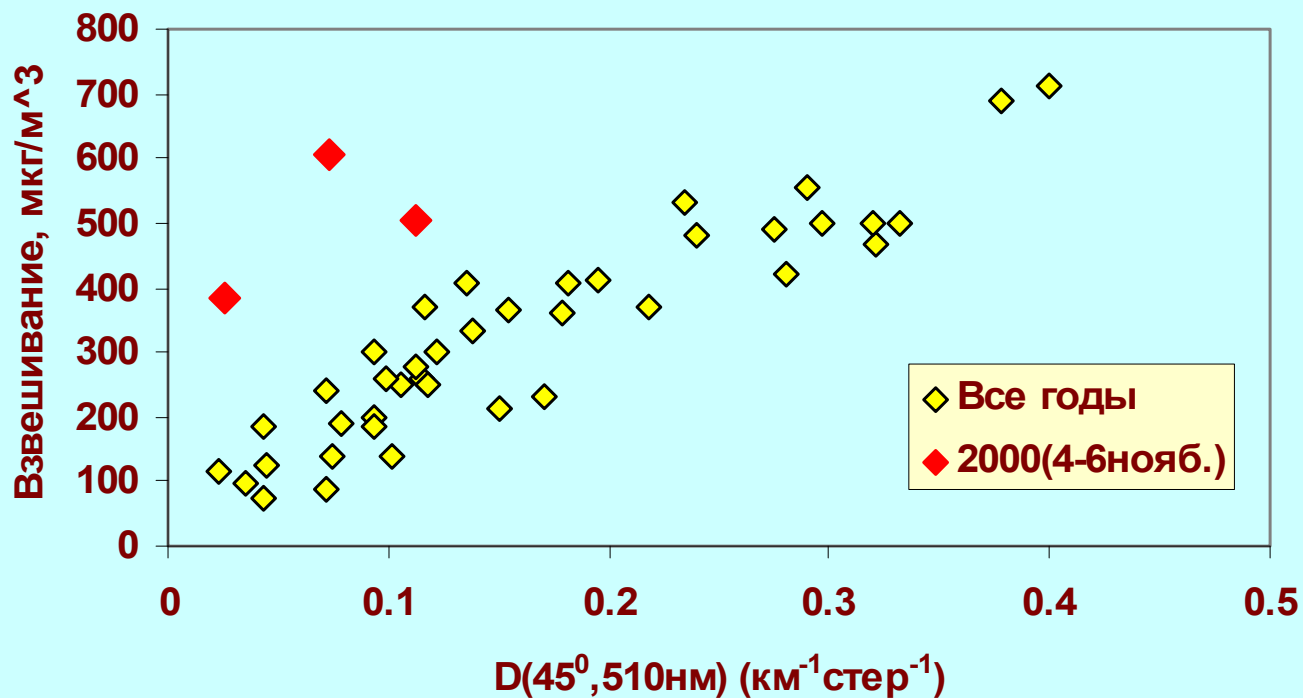
В период наблюдений с 29 октября по 12 ноября наблюдались три смога как в Пекине, так и в 150 км от него с высокой концентрацией не только тонкодисперсного аэрозоля, но и сажи и бенз(а)пирена

Гистограмма распределения по концентрациям субмикронного аэрозоля за 1996-2006 годы осенних измерений в Пекине



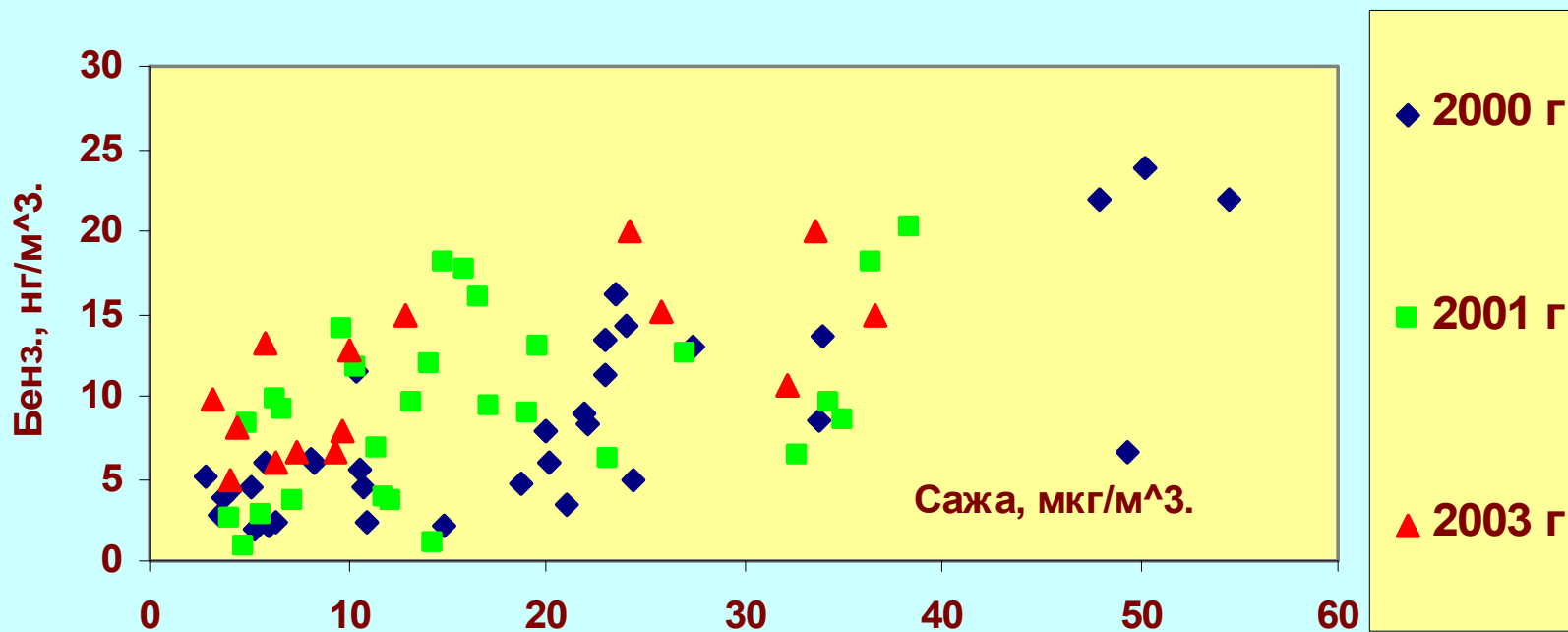
Для Пекина почти в 40 процентах случаев уровень загрязнения превышает 300 мкг/м³

Сопоставление результатов взвешивания проб и нефелометрических измерений



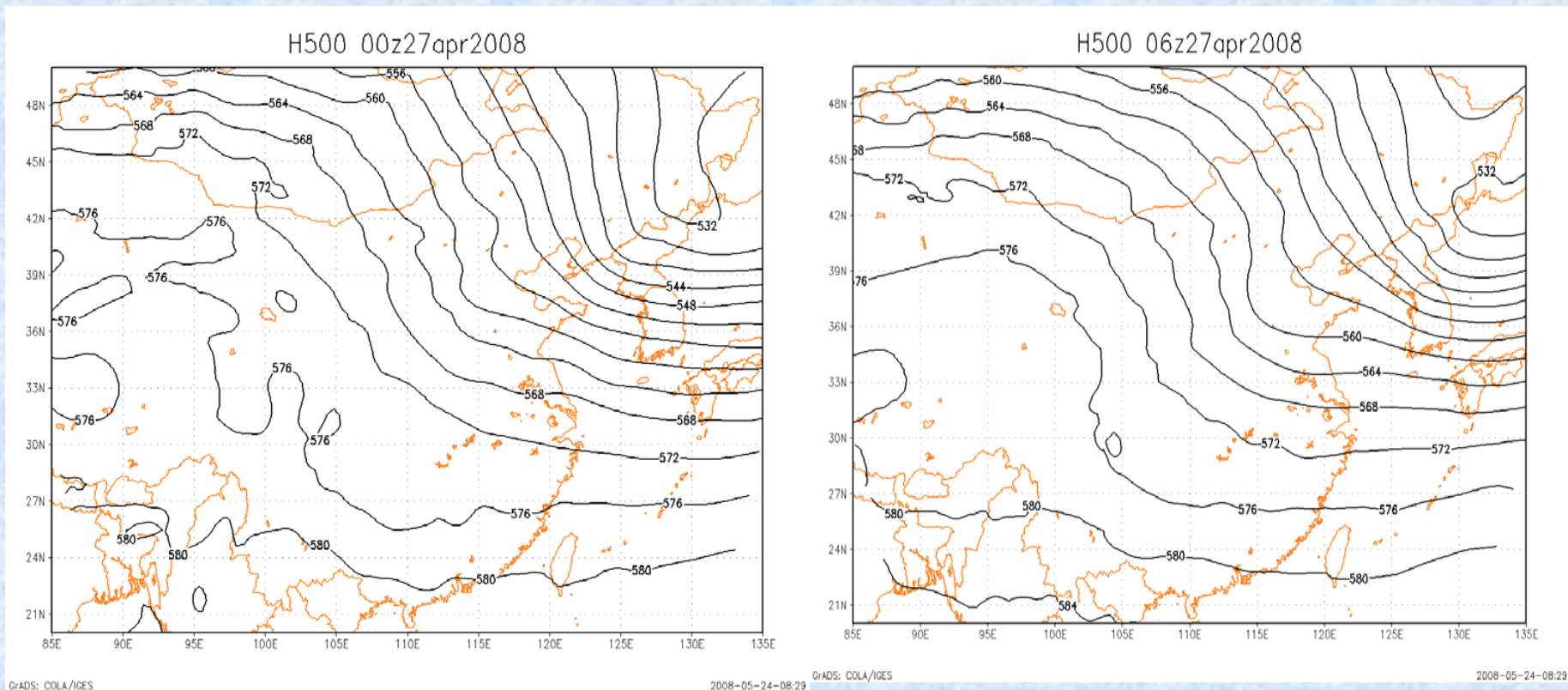
В 1997 – 2003 годах в Пекине были проведены измерения концентрации аэрозоля гравиметрическим методом в достаточном для сравнения с нефелометрическими измерениями объеме. Наблюдается тесная корреляционная связь, за исключением случая пыльной мглы 4-6 ноября 2000 года.

Корреляционная зависимость концентрации бенз(а)пирена и сажи по данным измерений в регионе Пекина

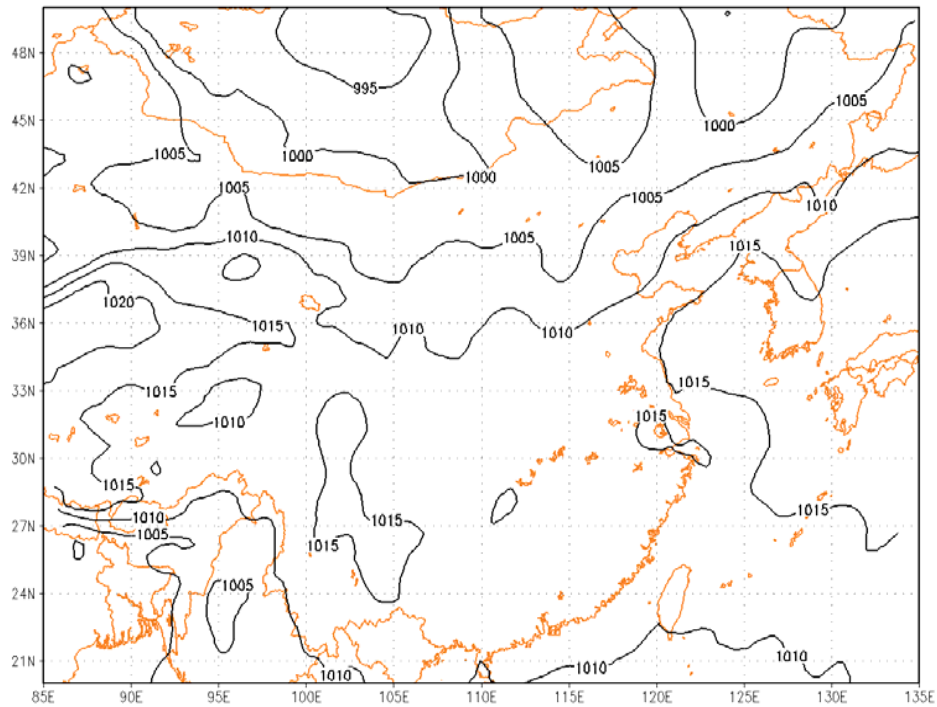


В 2000 -2003 годах были проведены измерения концентрации бенз(а)пирена в объеме, необходимом для сравнения с концентрацией сажи. Как видно из рисунка, концентрации бенз(а)пирена существенно превышают ПДК и довольно тесно коррелируют с концентрацией сажи.

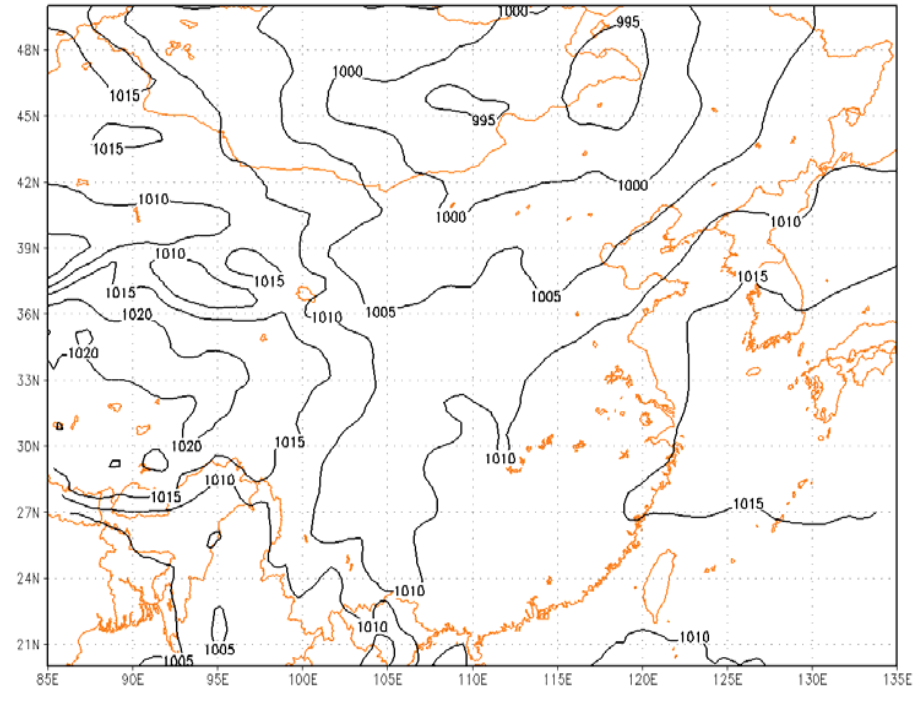
Проведены расчёты метеопараметров: скорости ветра, давления и температуры, с горизонтальным шагом расчётной сетки 54 км по созданной в рамках проекта Роснауки специальной версии мезомасштабной метеорологической модели MM5, адаптированной на территорию Китая. Пример карт прогнозов метеопараметров 27.04 - 29.04.2008 представлен на рисунках.



p0 06z28apr2008

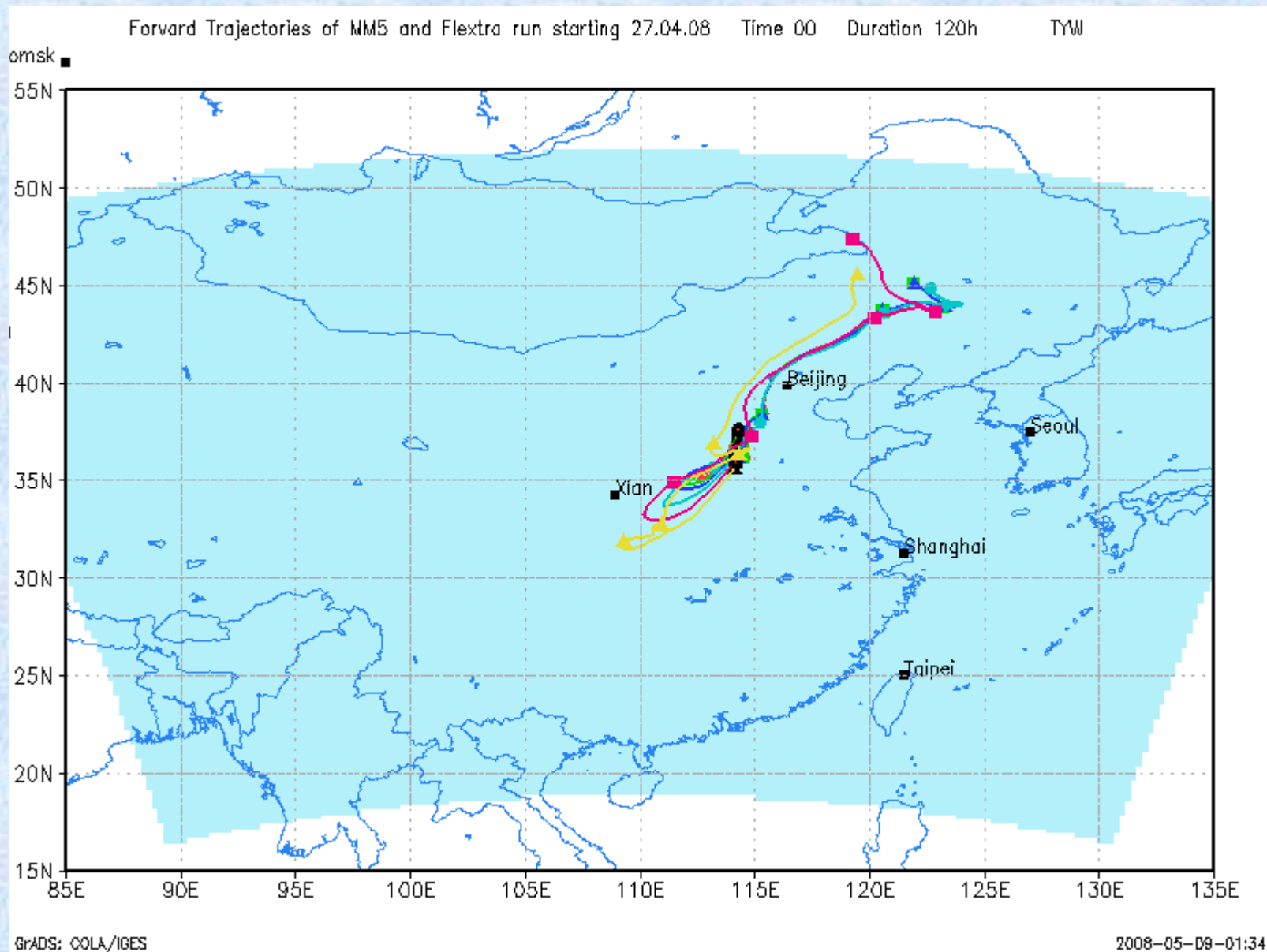


p0 06z29apr2008



Численное моделирование влияния внешних источников (пыльных бурь) на атмосферу Пекина позволило установить большую зависимость атмосферы региона Пекина от пыльных бурь из пустынных регионов Китая. Это может оказать серьёзное негативное влияние на атмосферу Пекина во время Олимпийских игр 2008 года. Например, в конце апреля этого года шлейф пыли от пыльной бури, имевшей место к юго-западу от Пекина, дважды (27 и 29 апреля) проходил через китайскую столицу, что приводило к резкому повышению концентрации аэрозоля в приземном воздухе.

Примеры траекторного анализа переноса пустынного аэрозоля во время пыльной бури 25-30 апреля 2008 года представлены на рис. 45 – 49.



Моделирование эпизода пыльной бури 25-30 апреля 2008 года

Таким образом, анализируя результаты совместных круглосуточных измерений концентрации сажи и субмикронного аэрозоля в осенний и летний периоды в Пекине и сопоставляя полученные результаты с другими регионами, можно сделать следующие выводы. В осенний сезон наблюдается очень тесная корреляция между концентрацией сажи и аэрозоля, в летний сезон корреляция существенно меньше. В Пекине средние значения существенно превышают уровни загрязнения, наблюдавшиеся нами для Москвы. В отличие от г. Москвы на качество воздуха в г. Пекине существенное влияние оказывают крупные промышленные объекты, находящиеся от г. Пекина в радиусе порядка 1000 км. Смоги Пекина – это более трети всех состояний воздушного бассейна города, они мелкодисперсны, основной размер частиц находится в пределах 0,1-0,3 мкм. Они хорошо аппроксимируются одномодальным логнормальным распределением. В смоговых ситуациях высокие концентрации примесей распространяется на обширную территорию, охватывая регион размером 300-500 км. С одной стороны, такое скопление аэрозоля и парниковых газов оказывает существенное влияние на климат, а с другой стороны, на здоровье населения.

Методика исследования воздействия загрязнения в городах Москва и Пекин на здоровье людей

В методику оценки влияния климатических и метеорологических факторов входит комплексное изучение состояния атмосферы (особенно в случае возникновения инверсий, ведущих к резкому нарастанию загрязнения воздуха) с одновременным контролем степени биотропности погоды у метеочувствительных людей при различных типах погоды: антициклоническом, циклоническом и фронтальном, вызывающих изменения артериального давления и другие отрицательные реакции организма. Исследования опираются на разработанные сотрудниками Института физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН (ИФА) и ФГУ «Пятигорского ГНИИ курортологии Росздрава» (ПГНИИК) систему медицинского прогноза погоды и критерии оценки биоклиматического потенциала исследуемых территорий, к числу которых отнесены: термический режим (оценка степени комфортности и суровости погоды), радиационный режим (интегральное и УФ излучение Солнца, облачность), циркуляционный режим (характер циклонической, антициклонической и фронтальной деятельности в приземной атмосфере, смены погоды, ветровой режим), режим влажности, биотропные атмосферные явления, барический режим, ионизация воздуха и другие показатели.

Система медицинского прогноза погоды

Для создания системы медицинского прогноза погоды используется разработанная совместными усилиями типизация биотропных погодных условий, в основу которой были положены рекомендации И.И.Григорьева, модифицированные по результатам анализа биоклиматограмм (синоптико-метеорологических условий, гелиогеомагнитной активности) и мониторинга состояния здоровья людей.

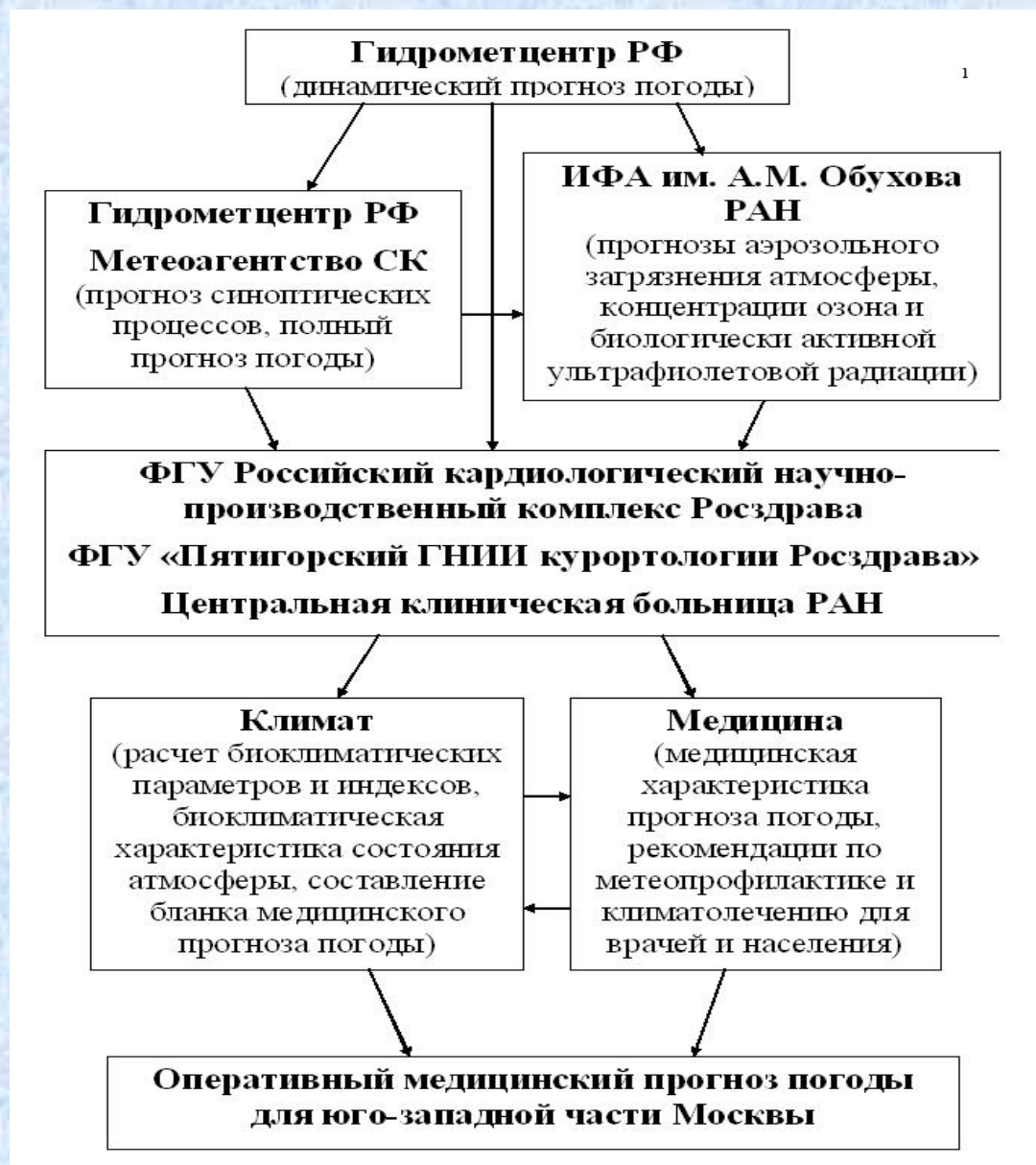


Схема взаимодействия участников составления медицинского прогноза погоды

ИПП для медицинского прогноза погоды

(Н.П.Поволоцкая, И.Г.Гранберг, Н.В.Ефименко, А.П.Скляр):

$$\text{ИПП} = \text{СТП} * [k_1 \text{ЭЭТ} + k_2 \Delta T_{\text{мс}} + k_3 \Delta T_{\text{кн}} + k_4 \Delta T_{\text{вс}} + k_5 \Delta P_{\text{мс}} + k_6 \Delta P_{\text{кн}} + k_7 V + k_8 N + k_9 \text{UF-B} + k_{10} f + k_{11} O_2 + k_{12} \text{KUI} + k_{13} O_3 + k_{14} \text{CA} + k_{15} \text{ИЗА} + k_{16} \text{ПЗА} + k_{17} S] / n,$$

где: **ИПП**—индекс патогенности погоды; **СТП** – синоптический тип погоды; **ЭЭТ** – эквивалентно-эффективная температура для нормально одетого человека, условная температура; $\Delta T_{\text{мс}}$ – межсуточная изменчивость температуры воздуха в град. С; $\Delta T_{\text{кн}}$ – отклонения температуры воздуха от средней климатической нормы для данного дня или промежутка времени в град. С; $\Delta T_{\text{вс}}$ – внутрисуточная амплитуда температуры воздуха, град. С; $\Delta P_{\text{мс}}$ – межсуточная изменчивость давления воздуха в гПа; $\Delta P_{\text{кн}}$ - отклонения давления воздуха от средней климатической нормы в гПа; **V** – скорость ветра в м/с; **N** – площадь покрытия небосвода нижней облачностью в %; **UF-B** – интенсивность суммарной эритемогенной ультрафиолетовой солнечной радиации, мэр/м²; **f** – относительная влажность воздуха, %; **O₂** – весовое содержание кислорода в приземной атмосфере в г/м³; **KUI** – коэффициент униполярности ионов в приземной атмосфере в э.з./см³; **O₃** – уровень концентрации приземного озона (среднечасовые в ppb); **CA** - уровень массовой концентрации субмикронного аэрозоля, мкг/м³; **ИЗА** - индекс загрязнения атмосферы, **ПЗА** - потенциал загрязнения атмосферы, **S** – опасные атмосферные явления; **n** – число рассматриваемых параметров.

ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ
по городу Москве с 21-00 09.09 до 21-00 10.09.2008

Метеорологические элементы	Прогноз погоды на 10.09 2008 (время местное) -					
	21:00-09:00		09:00-21:00		ср. климатич.	
	Мин	Макс	Мин	Макс	ночь	день
Температура воздуха, °С	10	12	8	10	10.1	14.4
Скорость ветра, м/с	4	5	545	6	1.2	2.0
Направление ветра, румбы	В	В	В	В		
Общая облачность баллы	10	10	10	10	6.2	7.4
Нижняя облачность, баллы	10	10	10	10	4.2	5.3
Относительная влажность воздуха, %	86	93	84	91	89	69
Атмосферное давление, мм рт. ст.	743	744	743	744	743.6	743.7
Весовое содержание кислорода, г/м ³	278	280	280	282	287.3	282.9
Эффективная температура, усл.	8	10	6	8		
Сумма осадков, мм за 12 часов	10,3		12,4			
Уровень биологически активного излучения Солнца	Слабая биологическая активность УФВ солнечной радиации					
Влияние суммарного излучения Солнца на теплоощущение людей			Слабо ощутимо			

ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ
по городу Москве с 21-00 09.09 до 21-00 10.09.2008
(продолжение)

Геомагнитная активность	Геомагнитное поле спокойное (Ap=4)
Неблагоприятные атмосферные явления	Интенсивные осадки. В первой половине суток содержание кислорода в приземной атмосфере на 5-10 г/м ³ ниже климатической нормы. Температура воздуха ниже климатической нормы на 4-6 ⁰ С, высокая влажность воздуха
Варианты дискомфорта по уровню загрязнения приземной атмосферы	
Возможные варианты дискомфорта	Крайне изменчивая погода с осадками. Явления умеренно выраженной погодной гипотермии. Прохладно-холодные и влажные условия.
Стратификация атмосферы	Неустойчивый тип стратификации атмосферы. Ложбина. Серия фронтов
Вероятный клинический синдром метеопатической реакции	Высокий риск появления метеопатических реакций спастического и гипоксического типов у больных М2, М3 (ГБ, ВСД, ИБС, сосудистыми расстройствами и др.)
Медицинский тип погоды	3В – неблагоприятный, периодами 4В- особо неблагоприятный
Потребность в медицинском контроле	Возможно больным М2, М3, а возможно и М1
Плановая метеопрофилактика	Всем больным в качестве плановой профилактики метеопатических реакций показаны аэроionoфитотерапия, климатолечение, лечебная физкультура, прогулки на свежем воздухе, витаминные отвары и другие оздоравливающие процедуры
Рекомендации по проведению дополнительного обследования	Плановое обследование больных. Рекомендуется дополнительное обследование в связи с влиянием циклона и прохождением серии холодных фронтов, сопровождающихся интенсивными осадками

Пациент В., 80 лет, Кардиоцентр (РКНПК)

Данные холтеровского мониторинга ЭКГ

Диагноз: ИБС. Артериальная гипертензия. Сердечная недостаточность.

14 ноября 2007 г. ИПП = 7,96
Медицинский тип погоды - 3б
Жалобы: одышка, головная боль
ВРС: L/H = 2,82

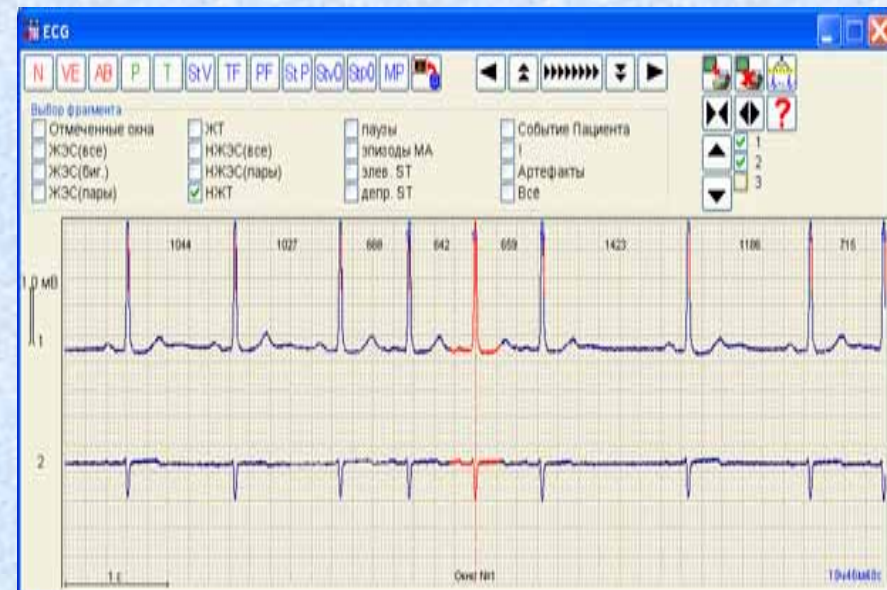
Наджелудочковая
тахикардия N=7

Общее
число 3

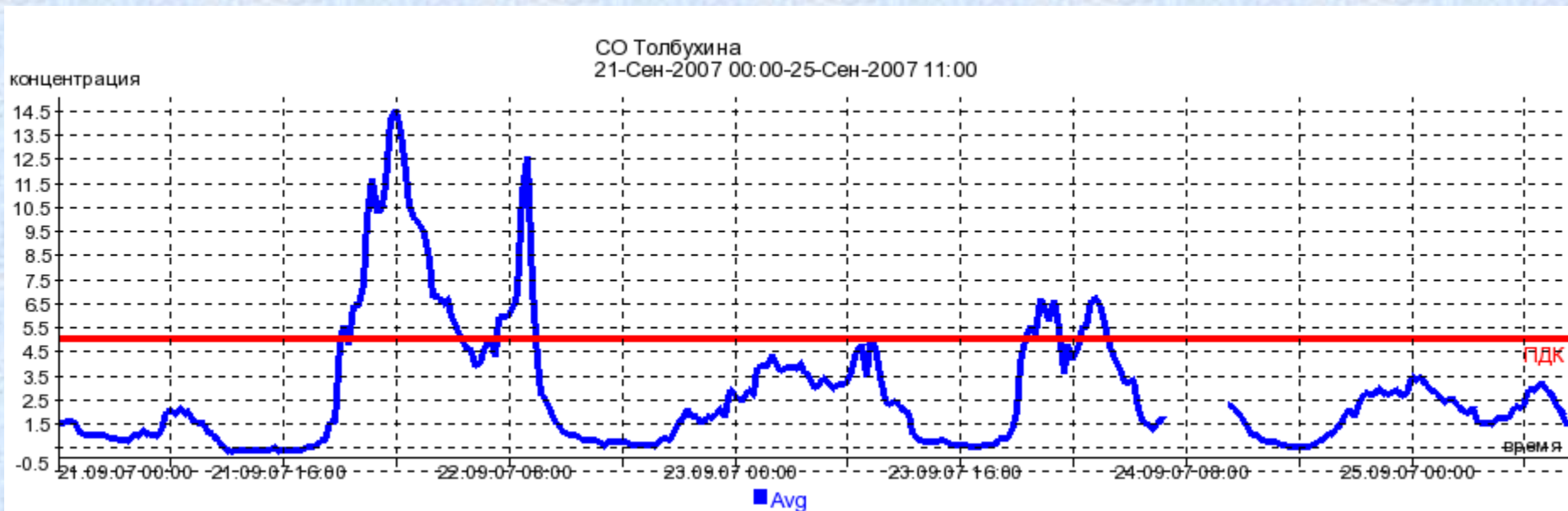
22 ноября 2007 г. ИПП = 2,08
Медицинский тип погоды - 2а
Жалобы: нет
ВРС: L/H = 1,95

Наджелудочковая
тахикардия N=3

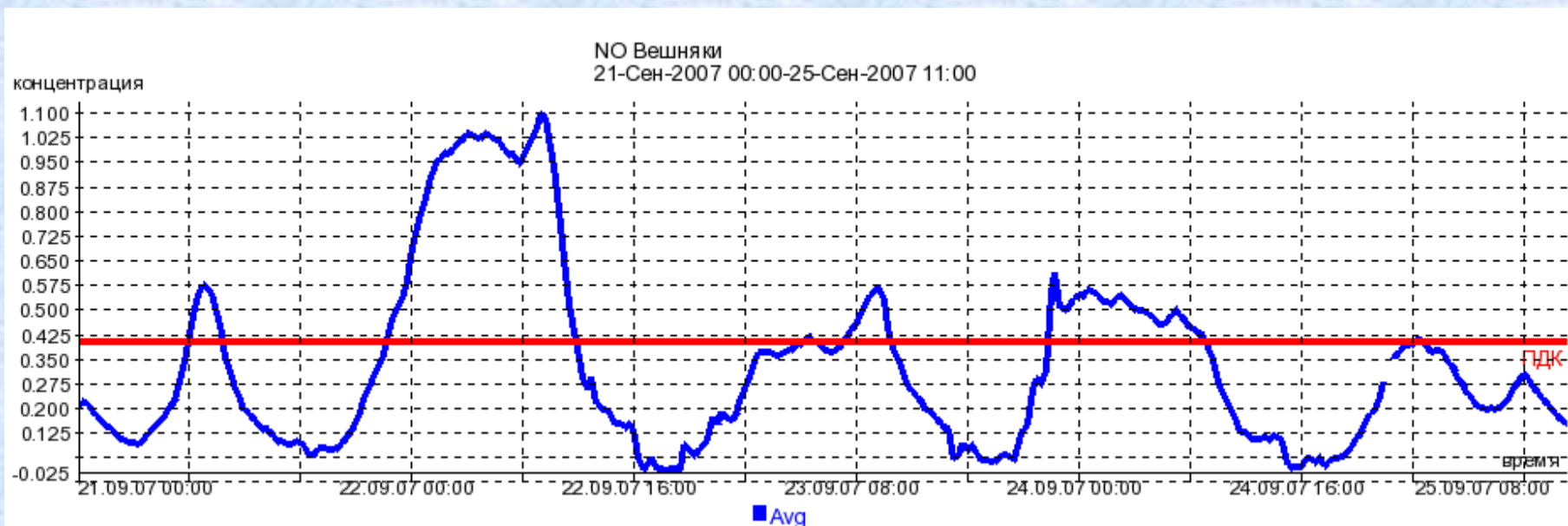
Общее
число 1



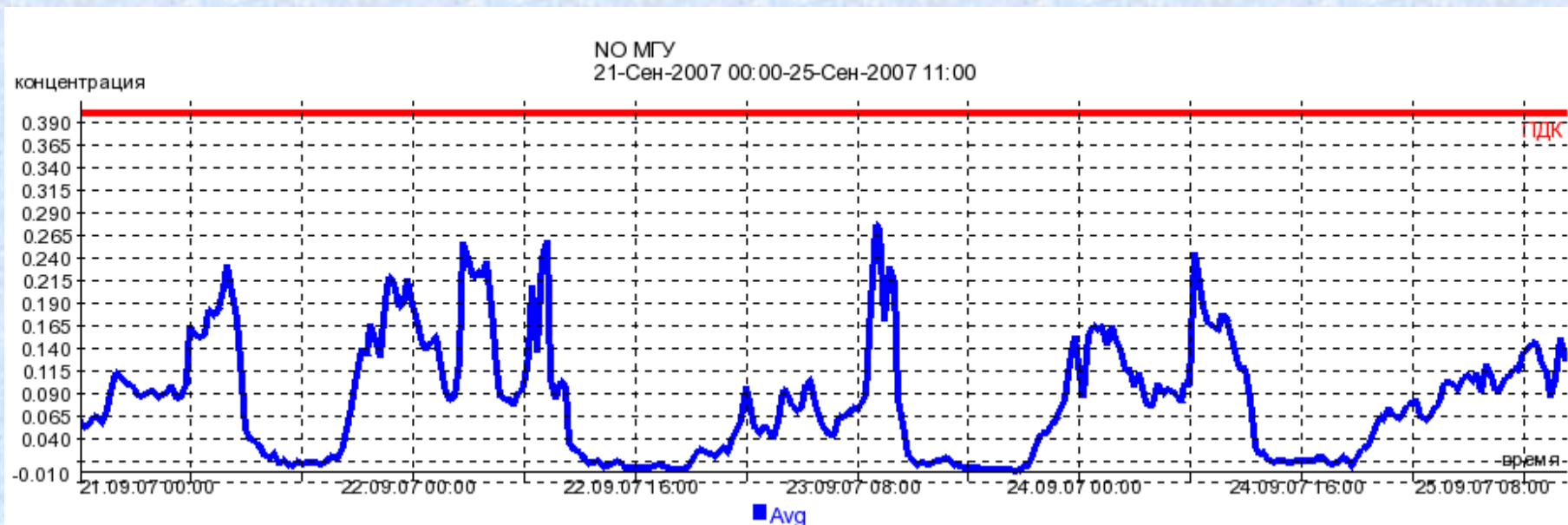
Загрязнение атмосферы и тепловые волны

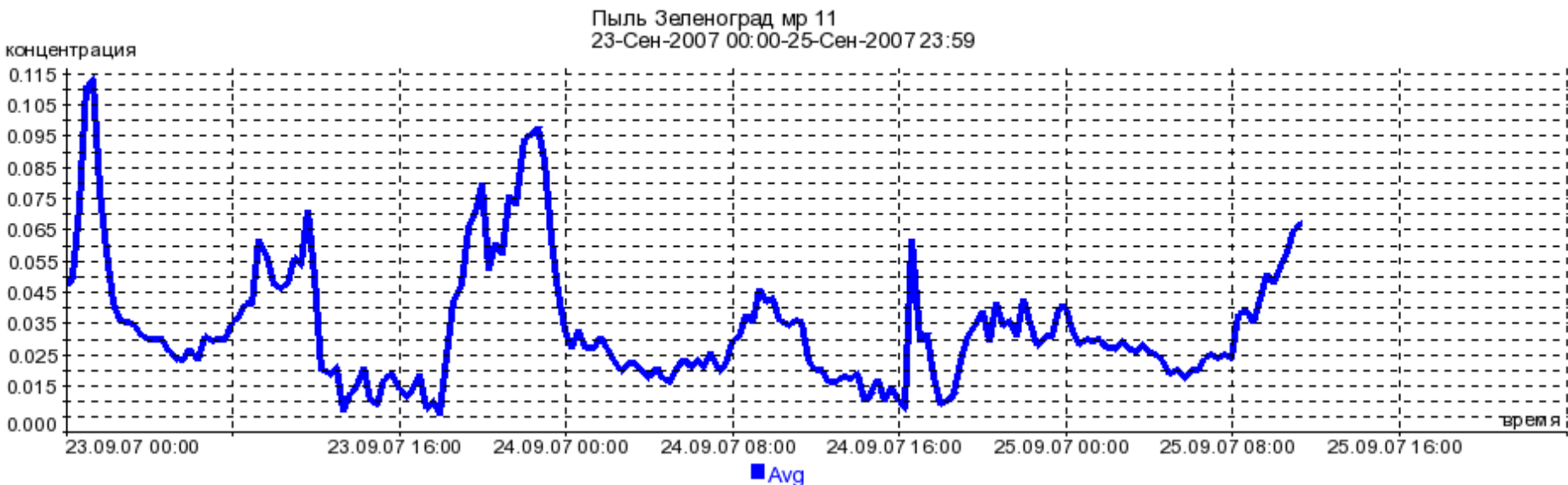


Источник: Мосэкомониторинг

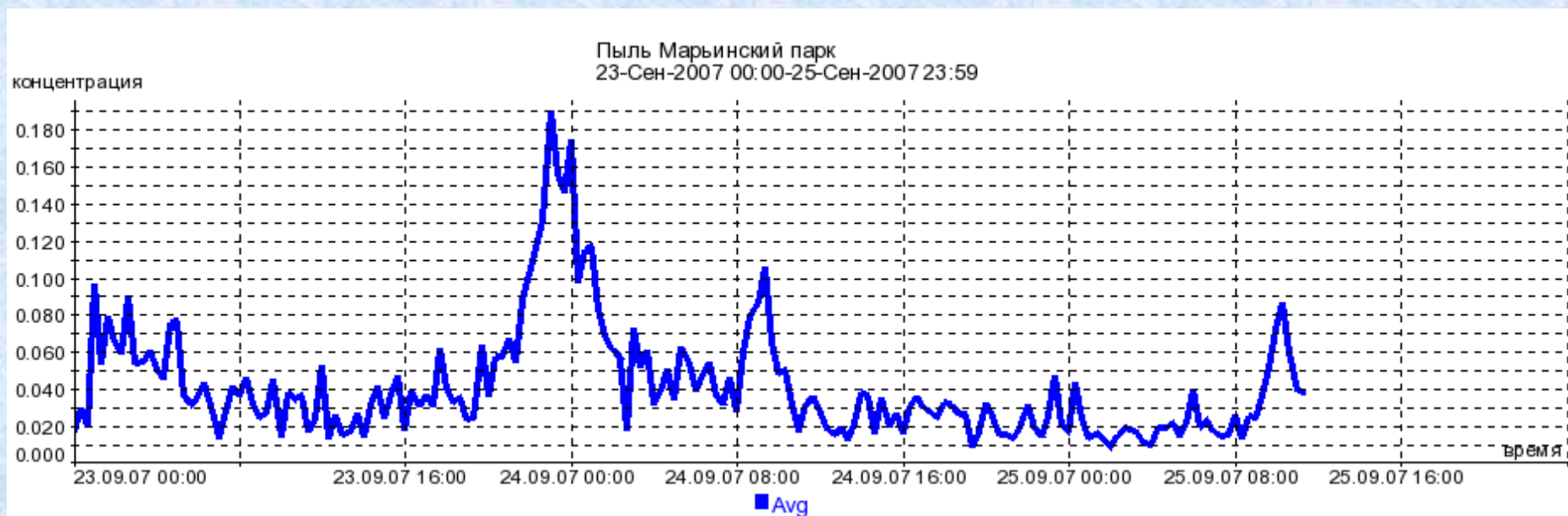


Источник: Мосэкомониторинг





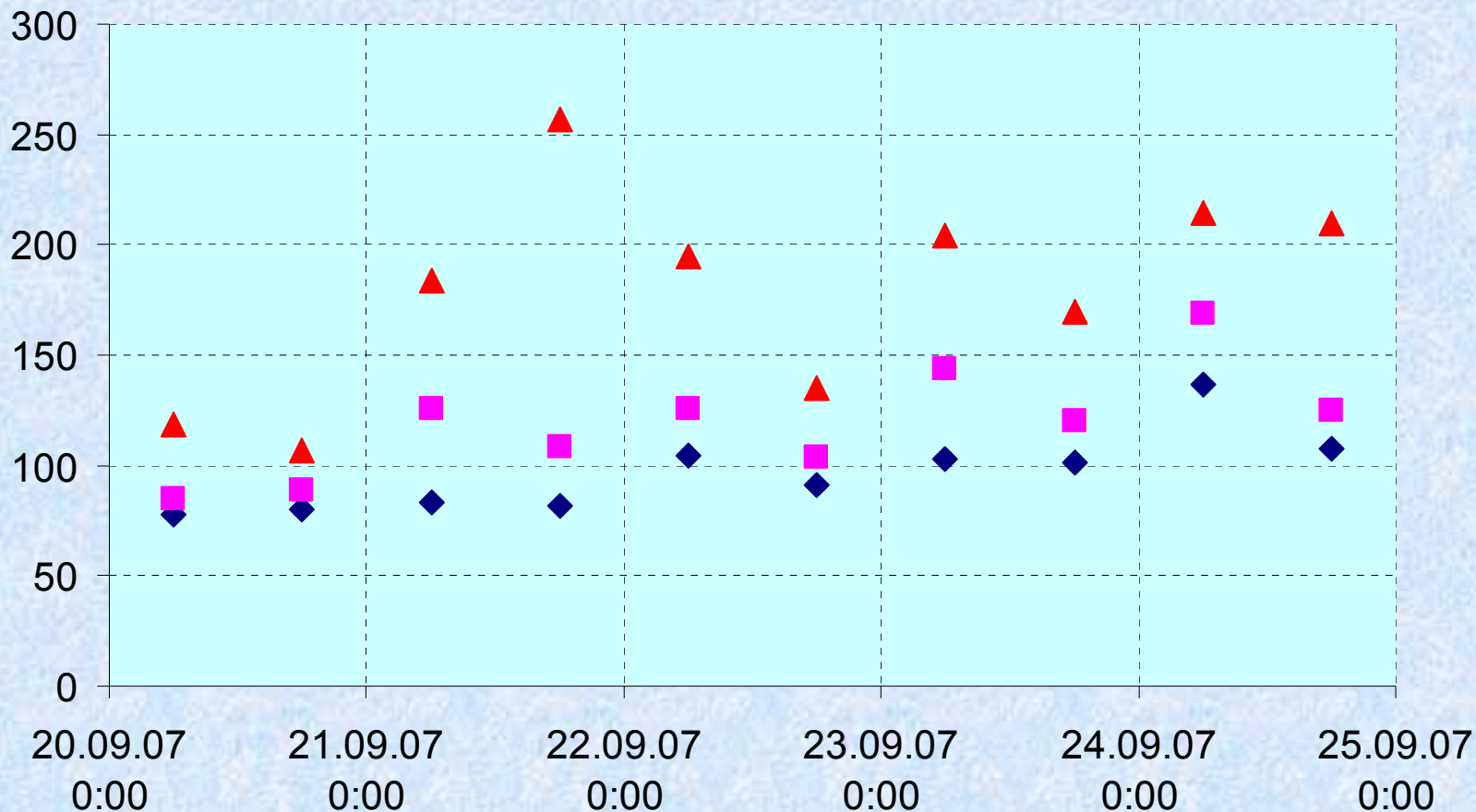
Источник: Мосэкомониторинг



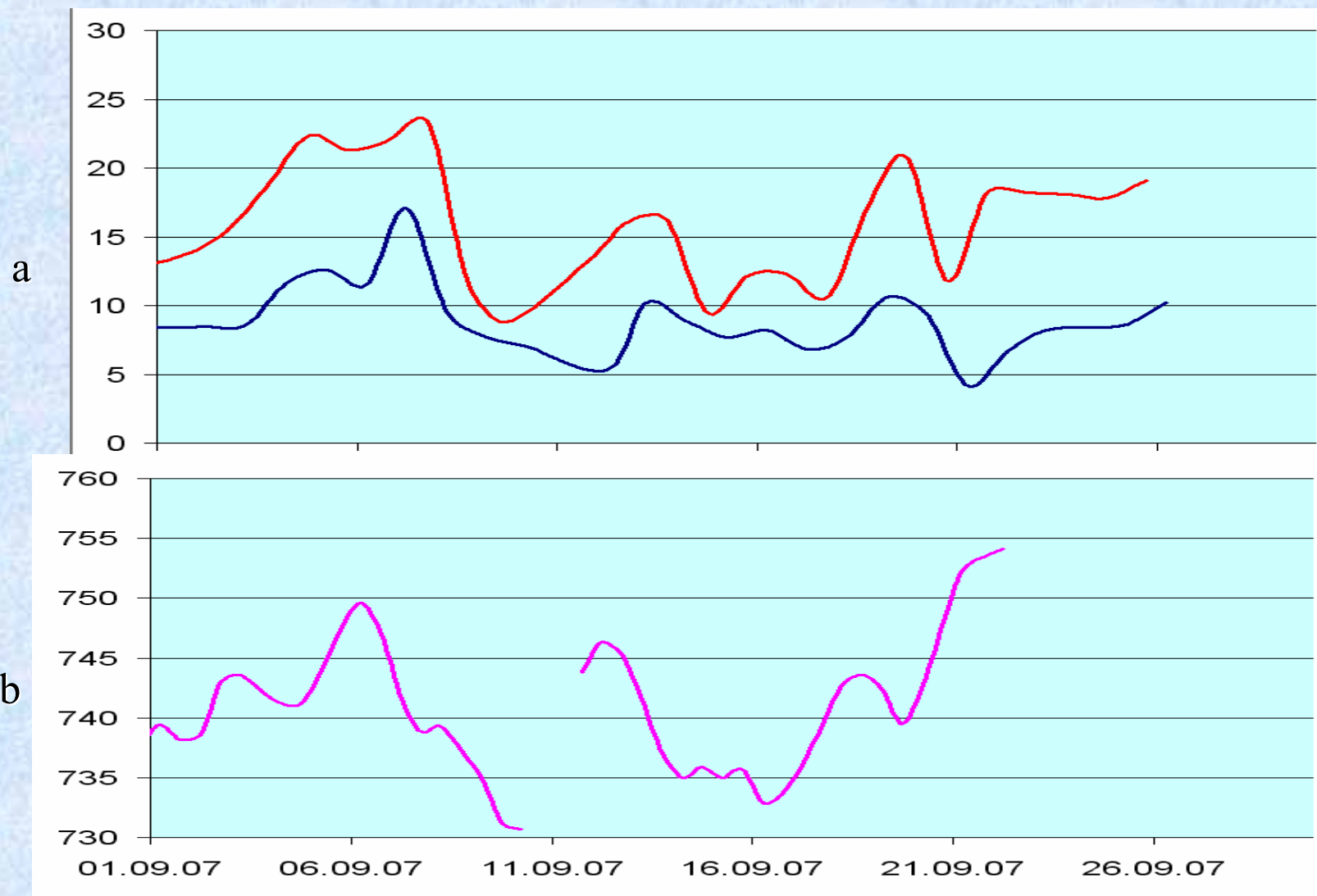
Отмечено, что в дни с повышенной температурой воздуха, наблюдается более высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Москвы, что может быть связано с температурными инверсиями в приземном слое, отсутствием движения воздушных масс (штиль), которые препятствуют рассеиванию химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

Многочисленные эпидемиологические исследования подтверждают, что даже от непродолжительного повышения среднесуточной температуры в сочетании с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха такими химическими веществами как азот и сера диоксиды, взвешенные вещества мелкодисперсной фракции (PM10), озон возможен значительный ущерб здоровью населения в виде увеличения смертности, госпитализации по причине обострения заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания (хронический бронхит, обострения бронхиальной астмы) и др.

Наиболее подвержены влиянию таких воздействий чувствительные группы населения: пожилые люди, дети, а также лица, страдающие хроническими заболеваниями.



Двенадцатичасовые значения минимальной, средней и максимальной концентрации субмикронного аэрозоля в воздухе, мкг/м³ (И.Беликов, Москва, МГУ)



**Ход минимальной и максимальной суточной температуры воздуха, °С (а),
и атмосферного давления, мм.рт.ст. (b) в сентябре 2007 г
(И. Беликов, Москва, МГУ)**

ВЫВОДЫ

В рамках проекта Роснауки 2 сотрудника ИФА РАН, 2 сотрудника НИФХИ и 2 сотрудника ИОА выезжали в Китай для проведения совместных измерений аэрозольного загрязнения Пекина, измерений на горной станции в 100 км от Пекина и подготовки плана работ на 2008 год. Работы на территории Китая полностью была обеспечена и оплачена Институтом физики атмосферы Китайской академии наук. Такие параллельные измерения дают возможность установить региональность характера загрязнения Пекина.

Проведены одновременные измерения параметров аэрозолей в городах Москва и Пекин. Анализ полученных данных показал, что массовая концентрация аэрозольных частиц в измеряемый период в некоторые дни существенно превышает допустимые концентрации и достигает 1000 мкг/м³ в Пекине и 800 мкг/м³ в Москве, что связано, по-видимому, с наличием большого количества транспорта. В отдельные дни концентрация аэрозолей падает ниже предельно допустимой и составляет порядка 30 мкг/м³, что, видимо, связано со сменой воздушных масс.

В Институте физики атмосферы КНР (Пекин) проведено согласование планов совместных работ на 2008-2009 годы, в том числе, проведение совместных измерений.

Разработана методика прогнозирования загрязнений Пекина с учетом влияния аэрозоля и фотохимических процессов на образование смога. Эта методика используется при разработке модели статистического прогноза загрязнения воздушного бассейна г. Москвы. При этом использованы результаты мониторинга загрязнения приземного воздуха на сети автоматических постов контроля качества атмосферного воздуха ГПУ «Мосэкомониторинг». В настоящее время методика внедряется в ГПУ «Мосэкомониторинг».

Установлено, что в дни с повышенной температурой воздуха, наблюдается более высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Москвы, что может быть связано с температурными инверсиями в приземном слое, отсутствием движения воздушных масс (штиль), которые препятствуют рассеиванию химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Негативные последствия жары испытали на себе жители Москвы летом 2002 г. По данным НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН, Центра Госсанэпиднадзора Москвы и ГПУ "Мосэкомониторинг" повышение температуры и содержания взвешенных веществ в атмосфере города в период с 01.06.02 по 09.09.02 г. привело к сотням дополнительных смертельных случаев. В целях предупреждения негативного воздействия на здоровье людей факторов загрязнения атмосферы разработана и в настоящее время внедряется в Москве методика исследования воздействия загрязнения в городах Москва и Пекин на здоровье людей.

Оценка влияния различных факторов окружающей среды и метеорологических условий ранее проводилась различными организациями, различными методами и в разные годы, что не позволяло разработать единую методику влияния различного типа загрязнений атмосферы на здоровье населения и определения коэффициента патогенности (биотропности) погоды для Москвы и Пекина. Для этого необходимо создать многопрофильный коллектив специалистов в области мониторинга атмосферного воздуха, климатологии, геофизики, физики атмосферы, экологической эпидемиологии и других дисциплин и на основе единого методического подхода оценить воздействие загрязнений на качество атмосферы в городах-мегаполисах Москва и Пекин. Это позволит более точно ориентировать руководство городов, Департаменты экологии и здравоохранения на профилактическую работу по своевременному оповещению руководителей предприятий, основных источников загрязнения атмосферного воздуха, о необходимости принятия мер по снижению выбросов, разработать План мероприятий по снижению негативных последствий экстремальных метеорологических явлений, создать систему раннего оповещения населения, т.к. в настоящее время в СМИ приводятся, в основном, рекомендации, не учитывающие весь сложный комплекс негативных природных и антропогенных погодных факторов.

- **Список литературы**

- 1. Emilenko A.S., Granberg I.G., Gengchen Wang, Kopeykin V.M., Obvintsev Yu.I., Sologub R.V. Optical Demonstration of Dust Darcness According to Observations in BEIJING/ PROCEEDINGS OF SPIE. Volume 5832, Part One. , pp 198-202. 2004
- 2. Wang Gengchen, Bai Jianhui, Kong Qinxin, and Alexander Emilenko. Black Carbon Particles in Urban Atmosphere in Beijing. Advances in atmospheric sciences, vol.22, No. 5, September 2005, Science Press Beijing China pp 640 -646.
- 3. Горчаков Г.И., Семутникова Е.Г., Зоткин Е.В., Карпов А.В., Лезина Е.А., Ульяновко А.В. Вариации газовых компонент загрязнения в воздушном бассейне г. Москвы // Изв. АН Физика атмосферы и океана. 2006. Т.42, №2. С. 176-190.
- 4. Свириденков М.А., Емиленко А.С., Копейкин В.М., Ван Генчен. Трансформация оптических свойств и микроструктуры аэрозоля во время смогового эпизода в Пекине. Оптика атмосферы и океана. 2006. Т. 19. № 6. С. 522–525.
- 5. Гранберг И.Г., Поволоцкая Н.П., Голицын Г.С., Васин В.А., Гинзбург А.С., Ефименко Н.В., Мкртчян Р.И., Жерлицына Л.И., Картунова З.В., Максименков Л.О., Погарский Ф.А., Савиных В.В., Сенник И.А., Скляр А.П., Рубинштейн К.Г. Некоторые особенности этиологии и патогенеза ишемической болезни сердца на основе изучения их связи с экологическими и синоптико-метеорологическими факторами на горных курортах России // Патогенез, 2007, №3, с. 27-38.
- 6. Е.И.Гречко, А.В.Джола. Измерения содержания климатически активных газов (СО, СН4) в толще атмосферы над Центральной Россией. Всероссийская конференция «Развитие системы мониторинга состава атмосферы (РСМСА)». Сборник тезисов докладов, с. 151. Москва, 16-18 октября 2007.

- 7. Г. С. Голицын, И. Г. Гранберг. Влияние региональной урбанизации на качество воздуха и экологию окружающей среды // International Conference «Atmospheric Physics, Climate and Health», Kislovodsk, October 6-10, 2008, pp. 18-19.
- 8. И. Г. Гранберг, Г. С. Голицын, Н. Г. Истошин, А. С. Гинзбург, Н. В. Ефименко, А. И. Алёхин, Н. П. Поволоцкая, А. Н. Рогоза, И. Б. Беликов, Л. О. Максименков, К. Г. Рубинштейн. Исследование влияния резких изменений погодных условий (в том числе загрязнения атмосферы) на здоровье населения в мегаполисе (на примере юго-западной части Москвы) // International Conference «Atmospheric Physics, Climate and Health», Kislovodsk, October 6-10, 2008, pp. 18-19.
- 9. А. В. АНДРОНОВА, М. А. ИОРДАНСКИЙ, В. М. МИНАШКИН, И. А. НЕВСКИЙ, Ю. И. ОБВИНЦЕВ, А. В. ТРЕФИЛОВА. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ КРУПНЫХ МЕГАПОЛИСОВ НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ И ПЕКИНА // International Conference «Atmospheric Physics, Climate and Health», Kislovodsk, October 6-10, 2008, pp. 18-19.
- 10. А. С. Емиленко, Ван Генчень, В. Н. Копейкин. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И РЕЖИМОВ ФОРМИРОВАНИЯ СУБМИКРОННОЙ И САЖЕВОЙ КОМПОНЕНТ АЭРОЗОЛЯ В РЕГИОНАХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ // International Conference «Atmospheric Physics, Climate and Health», Kislovodsk, October 6-10, 2008, pp. 18-19.
- 11. Е. В. Никитич, Е. А. Лезина. СОСТАВ МУНИЦИПАЛЬНОЙ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. МОСКВЕ // International Conference «Atmospheric Physics, Climate and Health», Kislovodsk, October 6-10, 2008, pp. 18-19.
- 12. Г.И.Горчаков, И.Н.Кузнецова, Е.Г.Семутникова, А.В.Карпов, А.Б.Колесникова. Статистический прогноз загрязнения городской атмосферы // Известия РАН: ФАО (сдано в печать).

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ !

В ходе проведения исследований в рамках работы Совместной Российско-Китайской Лаборатории проведен анализ полей концентраций загрязнения по Москве и Пекину на основании результатов совместных круглосуточных измерений концентрации сажи и субмикронного аэрозоля и сопоставление полученных результатов с другими регионами, позволило сделать следующие выводы. В осенний сезон наблюдается очень тесная корреляция между концентрацией сажи и аэрозоля, в летний сезон корреляция существенно меньше. В суточном ходе как для сажи, так и для субмикронного аэрозоля для осенних измерений отчетливо прослеживаются два максимума, утренний и вечерний. В Пекине средние значения существенно превышают уровни загрязнения, наблюдавшиеся нами для Москвы. При этом в отдельные дни уровни загрязнения сажей и субмикронным аэрозолем существенно превышают предельно допустимые концентрации. Наибольшие уровни загрязнения наблюдаются в вечерние и ночные часы в период времени с 18 часов вечера до 2 часов ночи.

Численное моделирование влияния внешних источников (пыльных бурь) на атмосферу Пекина, например, в апреле-мае этого года позволило установить большую зависимость атмосферы региона Пекина от пыльных бурь из пустынных регионов Китая и, как мы и предполагали, оказывало серьёзное влияние на атмосферу Пекина во время Олимпийских игр 2008 года.

Установлено, что для России и Евразии, в целом, важны как экологические, так и климатические свойства аэрозолей. В частности необходимо знать:

- как меняются источники аэрозольных примесей и свойства аэрозолей при процессах глобального изменения климата;
- какие причины природные или антропогенные вызывают эти изменения;
- до какой степени атмосферные аэрозоли изменяют радиационный баланс в Евразии;
- какие эффекты влияют на формирование облачности вымывание и полный гидрологический цикл;
- какова роль гетерогенных процессов;
- как атмосферные аэрозоли затрагивают земные и водные экосистемы;
- как изменение состава аэрозолей влияет на качество воздуха и здоровье человека;
- каковы главные механизмы обратной связи между изменением климата и изменениями в экосистемах.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант 05-05-39012-ГФЕН_a) и проекта Роснауки «Влияние региональной урбанизации на качество воздуха и экологию окружающей среды» (госконтракт № 02.515.11.5081).