

Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды



**ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ  
им. А. И. ВОЕЙКОВА**

*Год основания 1849*



**С.С.Чичерин**

# **РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ В РФ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ**

*Научно-практическая конференция  
«Загрязнение атмосферы городов»  
Санкт-Петербург, 1-3 октября 2013 года*



# 1. Введение



## Запад – Восток:

- разные системы администрирования / политика (в широком смысле слова) –
- роль науки
- роль общества

Сходство проявляется там, где основу решений составляют научные выводы

Различия – там, где проявляются особенности системы хозяйствования и принципы управления



**Точка отсчета:**

**Великий смог в Лондоне 5 – 9 декабря 1952 года**

*(к слову: замена трамваев на автобусы с дизелями)*





## 2. Построение системы мониторинга состава атмосферы



## Междисциплинарная задача

химия

физика

метеорология

климатология

приборостроение

метрология

стандартизация

математика

информатика

эпидемиология

токсикология

социология

право

управление



## Особенности загрязнения воздуха в ЕС и РФ

### ЕС :

- преобладание **регионального** характера ЗА (ЕМЕП)
- высокая средняя **плотность населения**
- преобладание **услуг в ВВП**
- **«экспорт» загрязнения**: перемещение производств
- жесткие требования к выбросам
- **«расползание»** городов (агломерации)
- **рассредоточенная** промышленность
- **региональный** автотранспорт
- директивы ЕС (атмосф. воздух)



## Некоторые следствия:

- большой вклад трансграничного загрязнения (CLRTAP)
- высокие региональные уровни озона
- большая доля вторичных PM 10/2.5
- высокая динамика эффективных мер
- пересмотр директив (FWD, DDs)



- Последствия индустриализации при централизованном управлении экономикой (**конфликт интересов государства**)
- Преобладание **локального** характера загрязнения (города)
- Крупные / градообразующие предприятия в городах
- **Автобум**, низкое качество топлива
- Низкая средняя плотность населения / **ресурс территории**
- Низкий уровень жизни (**экология – не приоритет**)
- Инвестиции в **«грязные» производства (экспорт)**



## Некоторые следствия:

- Другой набор приоритетных вредных веществ (средние конц.):

**NO<sub>2</sub>, BaP, TSP, формальдегид, фенол**

- Высокие пиковые уровни (10 ПДК<sub>мр</sub> и более):

**NO<sub>2</sub>, формальдегид, этилбензол, HCl, метилмеркаптан, CO,**

**H<sub>2</sub>S, сажа, анилин, метанол**

- Проблемы законодательства и его соблюдения
- Слабость экономических рычагов

## Ключевые вопросы:



**Что?** - Выбор примесей: Сколько? – Какие? – Почему?

**Где?** – Построение сети: Сколько? – Где? – Почему?

**Когда?** – Режим наблюдений: Дискретно? – Непрерывно?

**Как?** – Методы определения примесей  
Диапазоны  
Точности  
Контроль качества

**Кто?** – Подтверждение квалификации: Аккредитация

**Что такое хорошо?** – Критерии и индикаторы оценки качества воздуха

**Куда?** – Направление информационных потоков

**Кому?** – Получатели информации

**Зачем?** – Использование информации: Кто виноват? + Что делать?

## 60-е – 70-е годы:



Интенсивные теоретических, экспериментальных и натуральных исследований в области физики пограничного слоя атмосферы, атмосферной диффузии, химии атмосферы

Интенсивные гигиенические, токсикологические и эпидемиологические исследования

Ведущие научные коллективы:

ГГО им. А.И. Воейкова, ИФА, ИЭМ (НПО «Тайфун»), ИПГ, ЛАМ (ИГКЭ),

ИОКГ им. А.И. Сысина, ЦОЛИУВ, ОЦ АМН, НИИ ОКГ, МГУ, ЛенНИИ ГТП



## ЧТО?

стартовый набор – продукты сжигания топлива:

**взвешенные вещества**

**диоксид серы**

**оксид углерода**

**диоксид азота**

**свинец**

**ОЗОН**



## Различия в подходах

### США (Clean Air Act & Amendments, EPA Regulations):

- 1) Шесть наиболее распространенных примесей (**criteria pollutants**), для которых установлены критерии качества воздуха – первичные нормативы (**primary standards**); сети **SLAMS, NAMS**
- 2) 189 токсикантов (канцерогены, мутагены, токсиканты репродуктивности) – регламенты для **технологий**
- 3) ок. 60 предшественников озона – ЛОС, карбонилы (альдегиды, кетоны, ...)
- 4) US EPA имеет право ...



## Различия в подходах - 2

Европейский Союз (Directives 2008/50/EC, 2004/107/EC):

обязательно (со ссылкой на ВОЗ):

диоксид серы

бензол

диоксид азота

мышьяк

оксид углерода

кадмий

твердые частицы (PM10, PM2.5)

ртуть

озон

никель

свинец

ПАУ (бенз(а)пирен)

рекомендуется: предшественники озона – ПАУ, сумма CxHy (без CH4)



## Различия в подходах - 3

### Россия (ранее СССР):

**Нормативы ПДК (более 600) и ОБУВ (ок. 1500)**

с указанием класса опасности,

но без выделения приоритетности для целей охраны здоровья

населения

### Локальная приоритетность:

**[ М/ ПДК ] = объем / время = требуемое потребление воздуха**

(для разбавления выброса до уровня ПДК)

**Индивидуальные программы наблюдений для каждого города**



## Где?

Начало: общий подход – «горячие точки» (hot spots)

## США:

Каждое муниципальное образование должно быть классифицировано по признаку «соблюдение» – «несоблюдение» для каждого вещества

Для каждого МО с «несоблюдением» должен быть разработан и выполнен план достижения установленного норматива качества воздуха



Из доклада US EPA Конгрессу (Report to Congress on Black Carbon, март 2012)

«...на многих территориях страны превышаются нормативы для PM<sub>2.5</sub>, и в 2005 г. (повышенные) концентрации PM<sub>2.5</sub> в атмосферном воздухе привели к преждевременной смерти 130 000 чел. за год, что соответствует потере 1.1 млн. лет жизни»

Согласно оценкам ВОЗ, загрязнение воздуха в городах входит в число **10** высших факторов риска для стран со средними и высокими доходами. Оно не входит в топ-10 для бедных стран, т.к. там приоритетны другие факторы риска (например, малый вес детей, безопасная питьевая вода, канализация и гигиена).



## Европейский союз (та же Директива, ссылка на ВОЗ)

- «Выполнение стационарных измерений обязательно в зонах и агломерациях, где превышены долгосрочные целевые значения по озону или пороги оценки по другим загрязняющим веществам»
- «Верхний порог оценивания» — уровень, ниже которого для оценивания качества атмосферного воздуха может использоваться сочетание стационарных измерений и методов моделирования и/или индикативных измерений;
- «Страны-члены ЕС должны применять эталонные методы измерений».
- Допускается применение эквивалентных методов
- «Для зон и агломераций ... [с превышением]...должны быть разработаны планы по качеству воздуха»



## ЕС (продолжение)

«Страны-члены ЕС должны обеспечить, что в находящихся на их территориях зонах или агломерациях уровни диоксида серы, РМ10, свинца и монооксида углерода в атмосферном воздухе не превышают предельных значений»

**Озон:** «Страны-члены ЕС должны принять все необходимые меры, не влекущие за собой непропорциональных расходов...»



Из-за загрязнения воздуха мелкими частицами (PM) ожидаемая продолжительность жизни сокращается в среднем в Европе на 10.5 месяца (на 9.9 мес. в странах ЕС и на 11.9 мес. в остальных странах Европы)

При этом оцениваемое сокращение жизни – в основном (87%) из-за смертности от сердечно-сосудистых заболеваний



## Россия

### **Планирование сети:**

**Количество пунктов наблюдений определяется в соответствии с  
численностью населения**

**Требования РФ к плотности сети незначительно отличаются от  
требований ЕС**

### **Размещение пунктов наблюдений – категории:**

«промышленный»

«автотранспортный»

«городской фоновый»



### 3. Критерии и оценка качества воздуха



## США:

- ❑ **Небольшое количество контролируемых веществ**
- ❑ **Жесткие нормативы качества воздуха со ссылкой на ВОЗ**
- ❑ **Законодательное требование классификации территорий МО**
- ❑ **Ограничения на пространственное осреднение данных**
- ❑ **Жесткие требования к властям штатов по разработке и выполнению планов достижения нормативов**
- ❑ **Жесткие ограничения по продлению сроков выполнения планов**



## США / 2

### Интересный пример:

Решение Федерального Апелляционного суда по округу Колумбия по обращению нескольких групп о несогласии с решением US EPA о сохранении неизменным годового норматива PM2.5 на уровне **0.15 мг/м3**. (Справка: в РФ ПДКс.г. = 0.35 мг/м3 для PM2.5)

National Ambient Air Quality. Standards for Particulate Matter. In: Federal Register/ Vol. 78, No. 10 / Tuesday, January 15, 2013 / Rules and Regulations, p.3225: **годовой норматив = 0.12 мг/м3 с 18.03.2013**



## **Европейский союз:**

**Небольшое количество контролируемых веществ**

**Предельные значения и целевые показатели качества воздуха со ссылкой на ВОЗ**

**Требование классификации территорий зон и агломераций**

**Учет трансграничного загрязнения – квоты на выбросы**

**Ответственность государств за достижение предельных показателей**

**Менее жесткие требования к государствам по разработке и выполнению планов достижения нормативов**



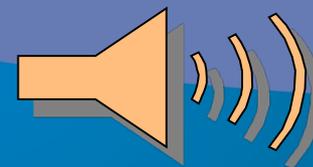
## Интересный пример из практики ЕС:

Важная правовая заметка

52005ХС0318(02)

Нарушение 2003/4497 “множественные жалобы” (Текст, существенный для ЕАОС)

*Официальный журнал С066, 18/03/2005, ст р. 0003-0003*



«Следуя решению о нарушениях №2003/4497 (множественные жалобы), принятому на совещании А1/2004 по нарушениям, Комиссия направила Италии обоснованное мнение относительно неправильного применения ею Директив 96/62/ЕС об оценке и управлении качеством воздуха и 99/30/ЕС, относящейся к предельным значениям для диоксида серы, диоксида азота и оксидов азота, взвешенных веществ и свинца в окружающем воздухе. В частности, Комиссия считает, что, неправильно измеряя концентрации частиц РМ-10 в окружающем воздухе в Чивитавеккия, Рим, и, следовательно, нарушая обязанность регулярно информировать население об этих концентрациях, Италия нарушила выполнение своих обязательств по Директивам 96/62/ЕС и 99/30/ЕС.»

"Official Journal" С 066 , 18/03/2005 Р. 0003 – 0003



**Огромное количество веществ с установленными нормативами ПДК и**

**ОБУВ (без ссылки на ВОЗ)**

**Практическая недостижимость по многим веществам**

**Отсутствие целевых (промежуточных) показателей качества воздуха и**

**сроков их достижения**

**Практическое отсутствие ответственности органов власти за**

**несоблюдение нормативов**

**Практическое отсутствие планов улучшения качества воздуха с**

**ориентацией на целевые уровни концентраций**



«... 4. Конституция Российской Федерации, гарантируя каждому право на благоприятную окружающую среду, на доступ к культурным ценностям (статьи 42 и 44), обязывает заботиться о сохранении исторического и культурного наследия, беречь памятники истории и культуры, сохранять окружающую среду (статьи 44 и 58). Как указал Конституционный Суд Российской Федерации в Постановлении от 14 мая 2009 года № 8-П, конституционная обязанность сохранять окружающую среду, распространяющаяся и на государственные органы, является частью обеспечительного механизма реализации конституционного права каждого на благоприятную окружающую среду».

*(Из Определения Конституционного суда РФ от 15 июля 2010 года)*



## ВОЗ – принципиальные установки

Принципы **равенства** и справедливости

(NB: не равенство прав, а фактическое равенство)

Рекомендации по качеству воздуха (**уровень и время осреднения**)

**Уязвимые** группы населения

От рекомендаций **к государственному нормативу**

Целевые показатели как **инструмент поэтапного улучшения качества воздуха** и достижения рекомендованных ВОЗ критериев



## ВОЗ – целевые показатели

Table 6. Air quality guideline and interim targets for PM: annual mean

Annual mean level	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Basis for the selected level
WHO interim target 1 (IT-1)	70	35	These levels are estimated to be associated with about 15% higher long-term mortality than at AQG levels.
WHO interim target 2 (IT-2)	50	25	In addition to other health benefits, these levels lower risk of premature mortality by approximately 6% (2–11%) compared to IT-1.
WHO interim target 3 (IT-3)	30	15	In addition to other health benefits, these levels reduce mortality risk by approximately another 6% (2–11%) compared to IT-2 levels.
WHO air quality guidelines (AQG)	20	10	These are the lowest levels at which total, cardiopulmonary and lung cancer mortality have been shown to increase with more than 95% confidence in response to PM <sub>2.5</sub> in the ACS study (323). The use of the PM <sub>2.5</sub> guideline is preferred.



## ВОЗ – целевые показатели

**Table 7. Air quality guideline and interim targets for PM: 24-hour mean**

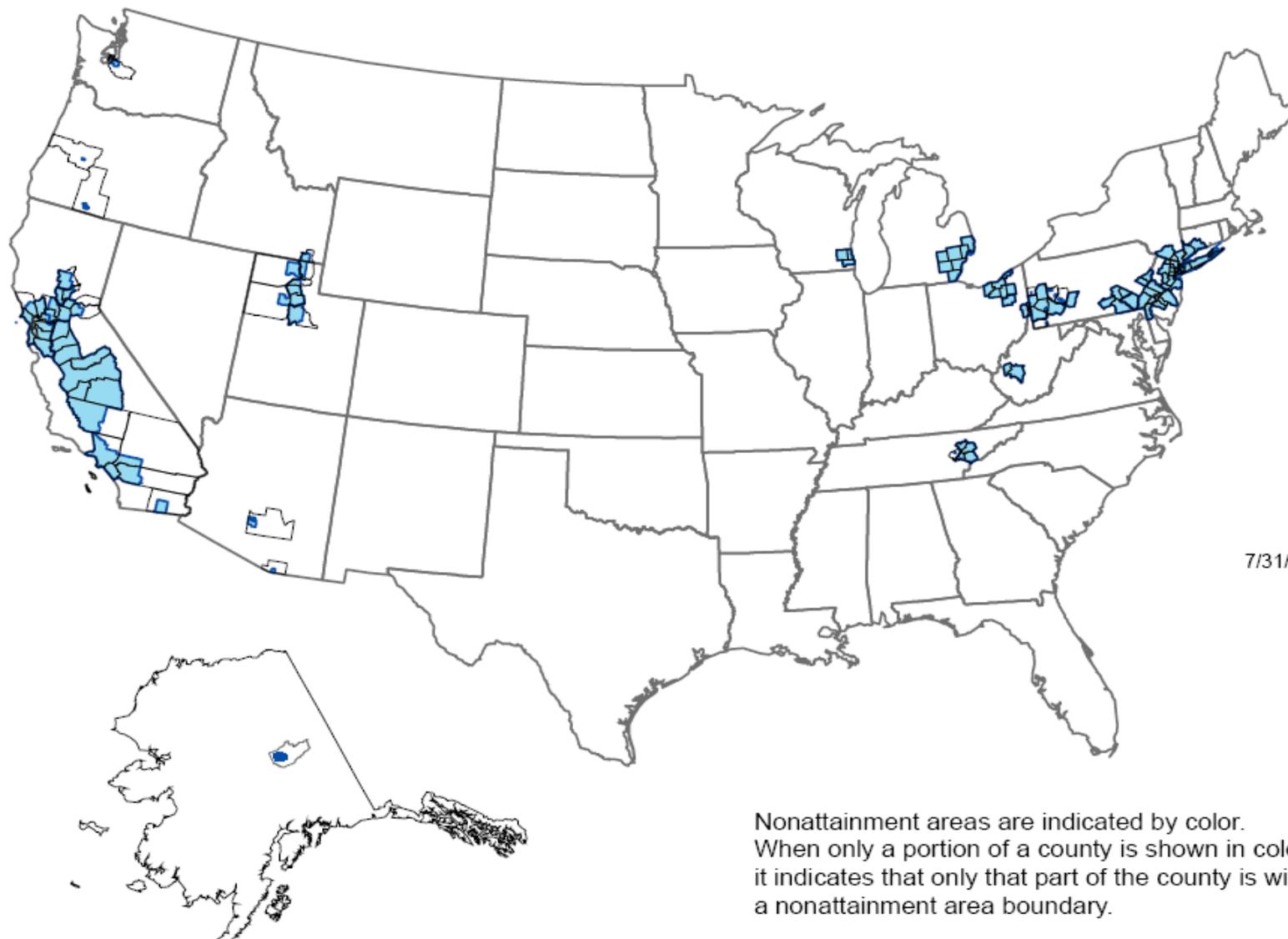
24-hour mean level <sup>a</sup>	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Basis for the selected level
WHO interim target 1 (IT-1)	150	75	Based on published risk coefficients from multicentre studies and meta-analyses (about 5% increase in short-term mortality over AQG)
WHO interim target 2 (IT-2)	100	50	Based on published risk coefficients from multicentre studies and meta-analyses (about 2.5% increase in short-term mortality over AQG)
WHO interim target 3 (IT-3) <sup>b</sup>	75	37.5	About 1.2% increase in short-term mortality over AQG
WHO air quality guidelines (AQG)	50	25	Based on relation between 24-hour and annual PM levels

<sup>a</sup> 99th percentile (3 days/year).

<sup>b</sup> For management purposes, based on annual average guideline values, the precise number to be determined on the basis of local frequency distribution of daily means.

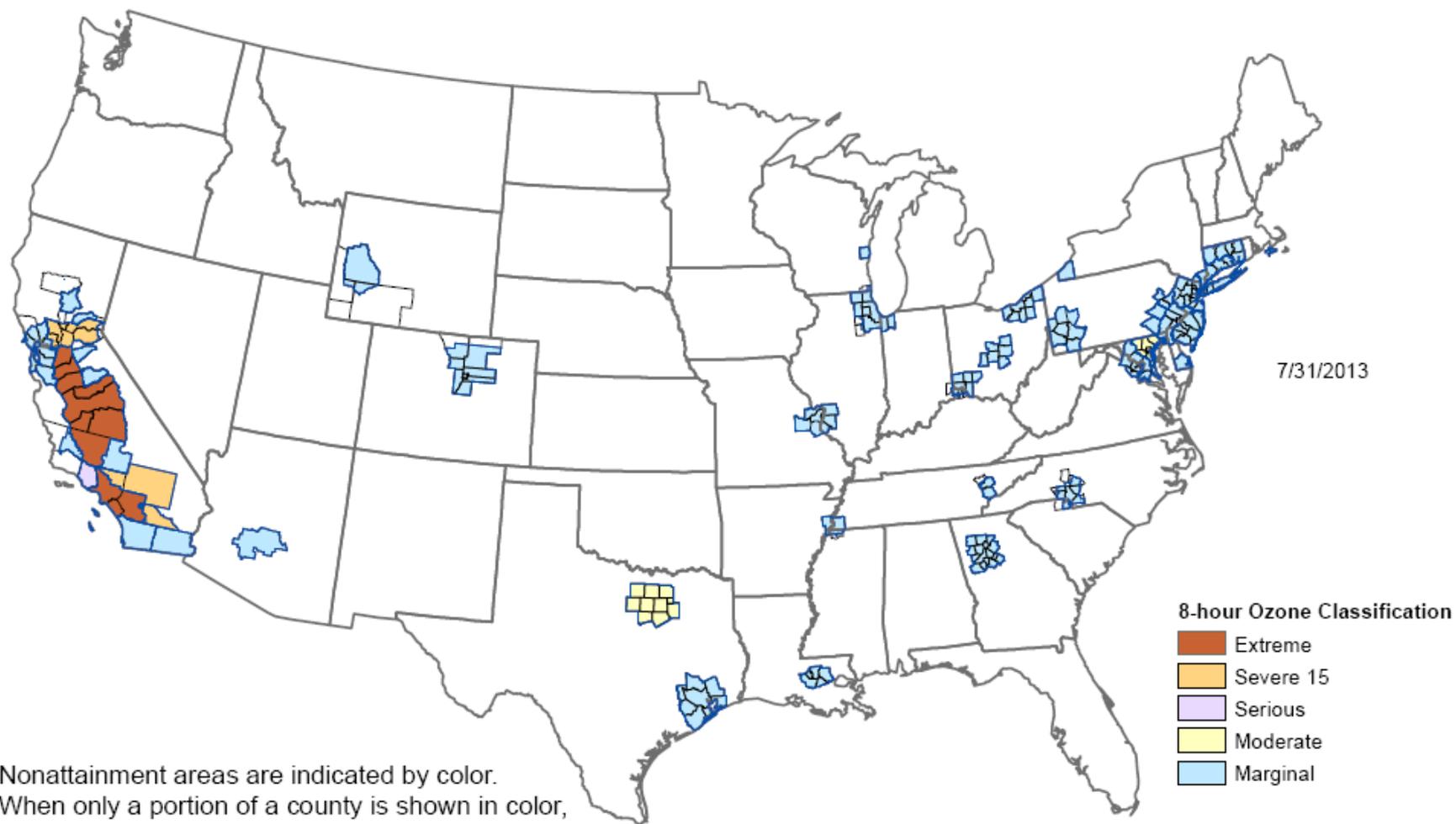


## PM-2.5 Nonattainment Areas (2006 Standard)





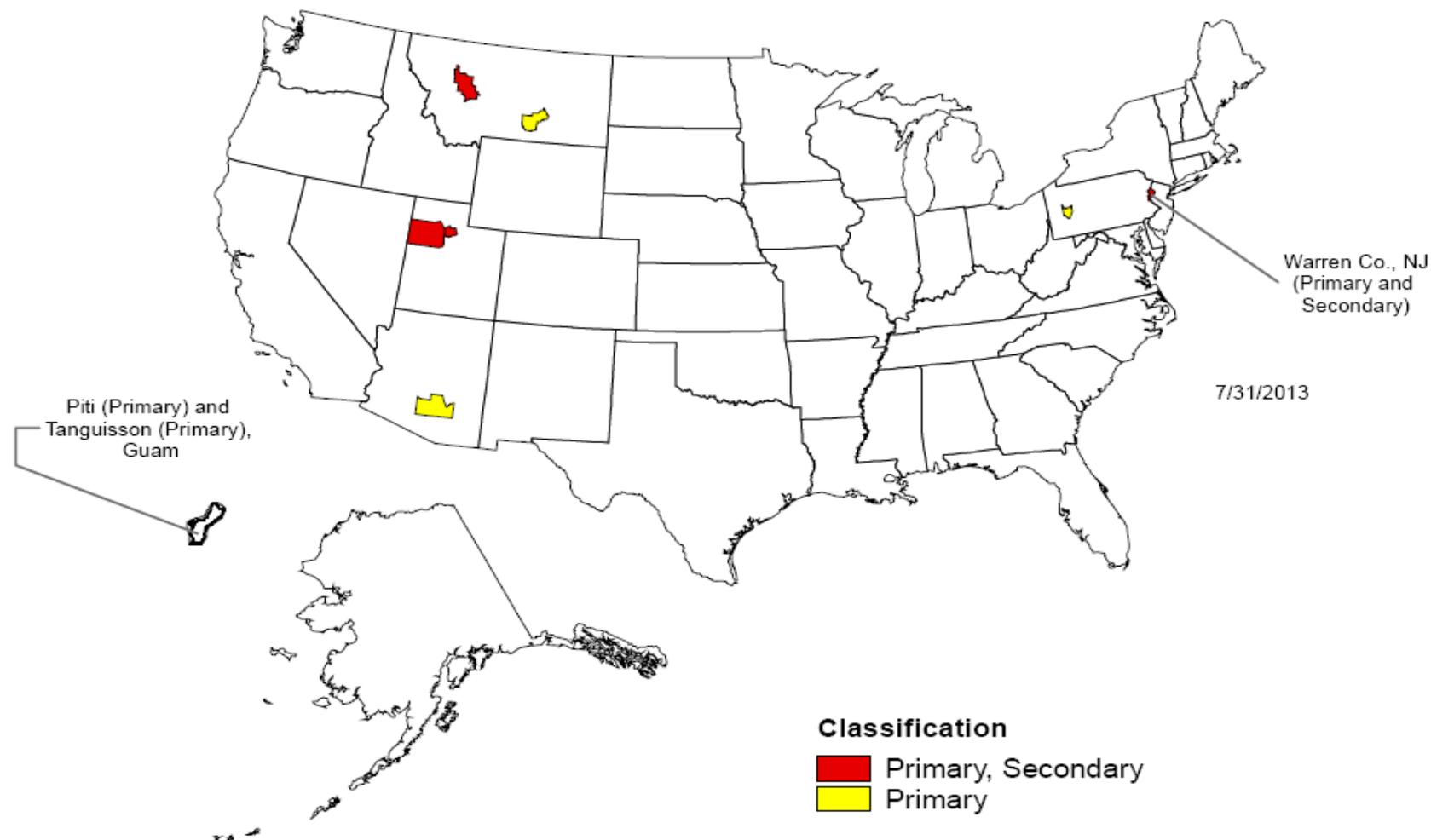
## 8-Hour Ozone Nonattainment Areas (2008 Standard)



Nonattainment areas are indicated by color. When only a portion of a county is shown in color, it indicates that only that part of the county is within a nonattainment area boundary.



## Counties Designated Nonattainment for SO<sub>2</sub>

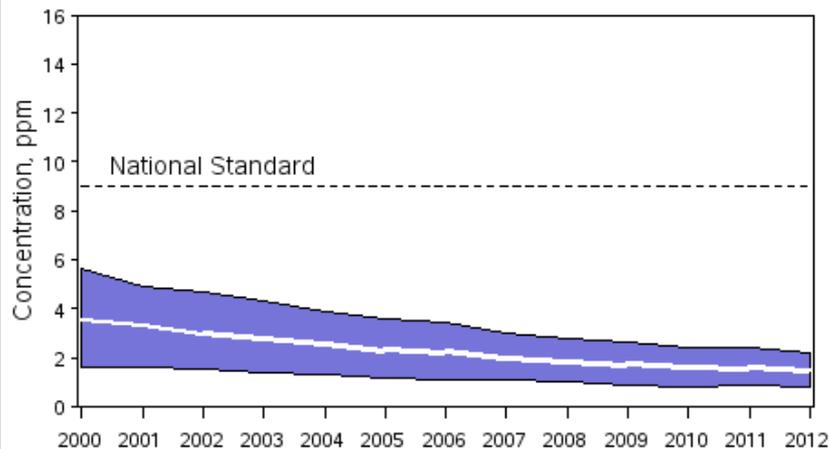


Classification colors are shown for whole counties and denote the highest area classification that the county is in.

# США: тренды для CO, NO2, PM10, O3

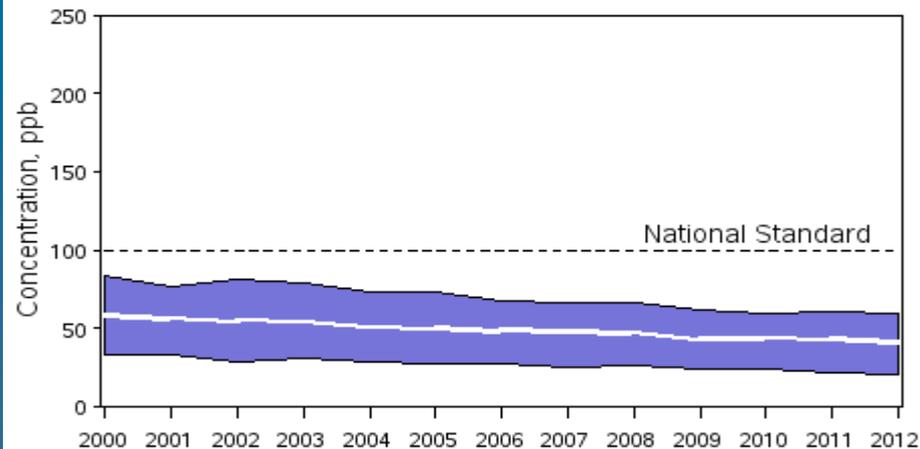


**CO Air Quality, 2000 - 2012**  
(Annual 2nd Maximum 8-hour Average)  
National Trend based on 225 Sites



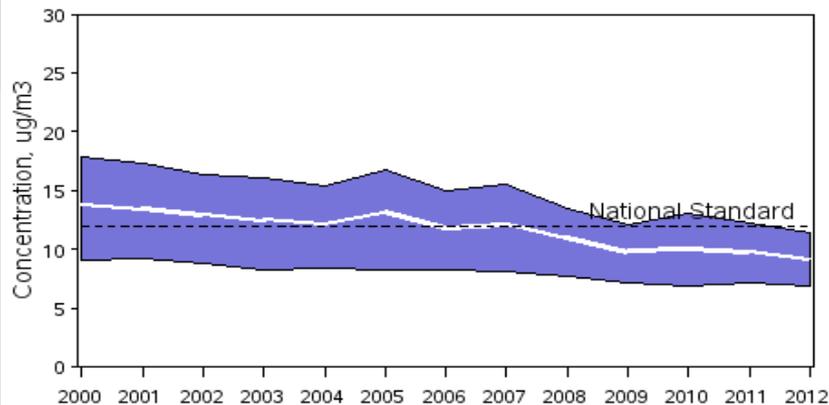
2000 to 2012 : 57% decrease in National Average

**NO2 Air Quality, 2000 - 2012**  
(Annual 98th Percentile of Daily Max 1-Hour Average)  
National Trend based on 191 Sites



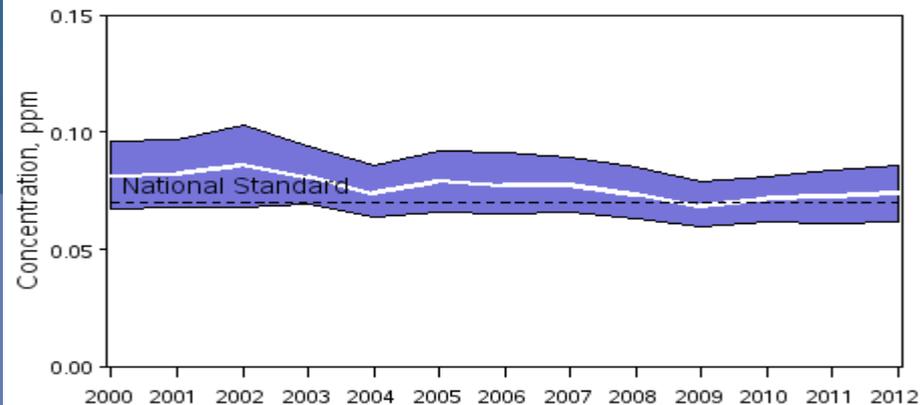
2000 to 2012 : 29% decrease in National Average

**PM2.5 Air Quality, 2000 - 2012**  
(Seasonally-Weighted Annual Average)  
National Trend based on 570 Sites



2000 to 2012 : 33% decrease in National Average

**Ozone Air Quality, 2000 - 2012**  
(Annual 4th Maximum of Daily Max 8-Hour Average)  
National Trend based on 897 Sites



2000 to 2012 : 9% decrease in National Average

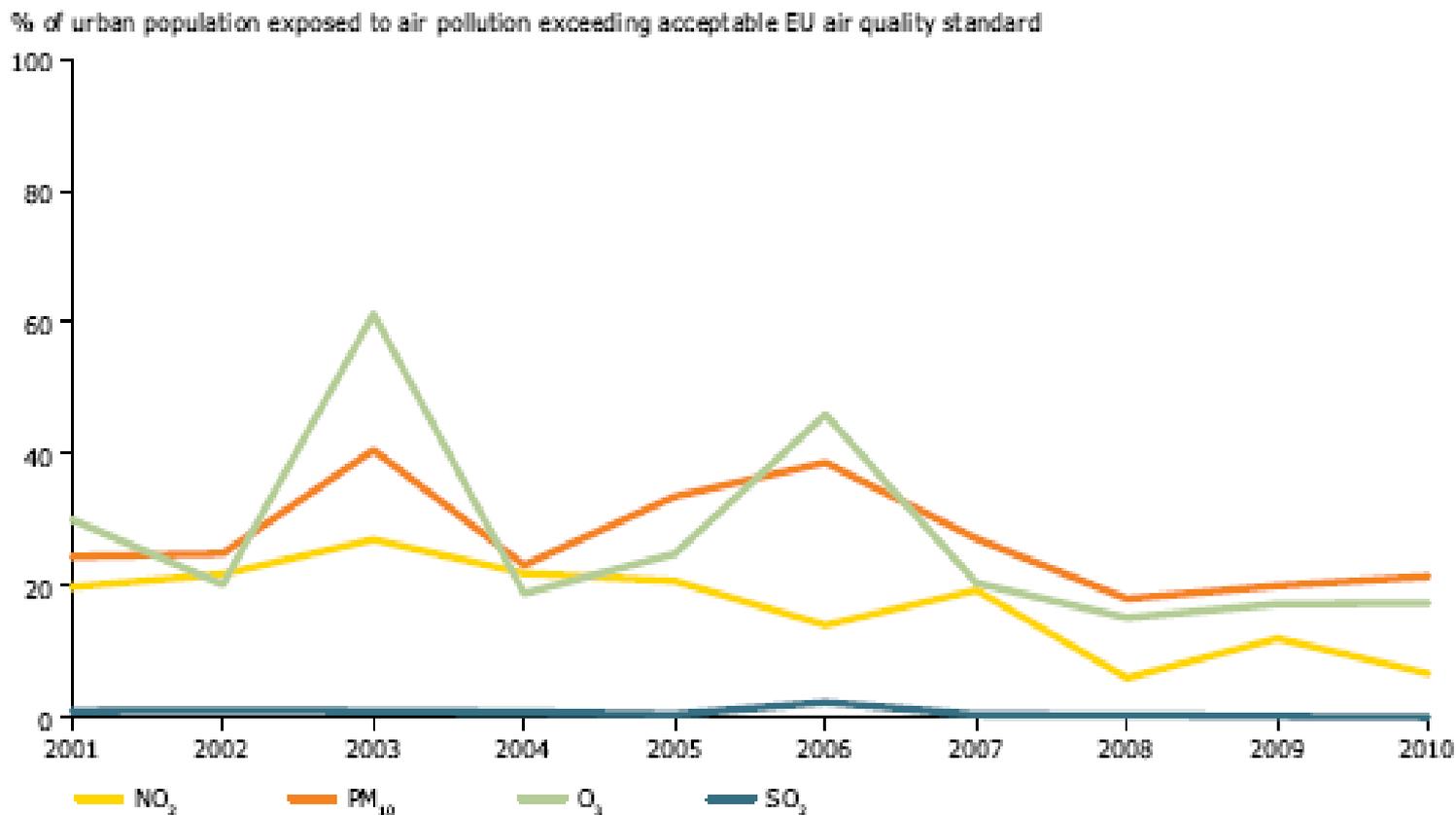


**Table ES.1 Percentage of the urban population in the EU exposed to air pollutant concentrations above the EU and WHO reference levels (2008–2010)**

Pollutant	EU reference value	Exposure estimate (%)	WHO reference level	Exposure estimate (%)
PM <sub>2.5</sub>	Year (20)	16–30	Year (10)	90–95
PM <sub>10</sub>	Day (50)	18–21	Year (20)	80–81
O <sub>3</sub>	8-hour (120)	15–17	8-hour (100)	> 97
NO <sub>2</sub>	Year (40)	6–12	Year (40)	6–12
BaP	Year (1 ng/m <sup>3</sup> )	20–29	Year (0.12 ng/m <sup>3</sup> )	93–94
SO <sub>2</sub>	Day (125)	< 1	Day (20)	58–61
CO	8-hour (10 mg/m <sup>3</sup> )	0–2	8-hour (10 mg/m <sup>3</sup> )	0–2
Pb	Year (0.5)	< 1	Year (0.5)	< 1
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Year (5)	< 1	Year (1.7)	7–8



**Figure ES.2 Percentage of the EU urban population exposed to air pollution exceeding acceptable EU air quality standards (top) and WHO air quality guidelines (bottom)**



Источник: ЕЕА Report No 4/2012



% of urban population exposed to air pollution exceeding WHO air quality guidelines



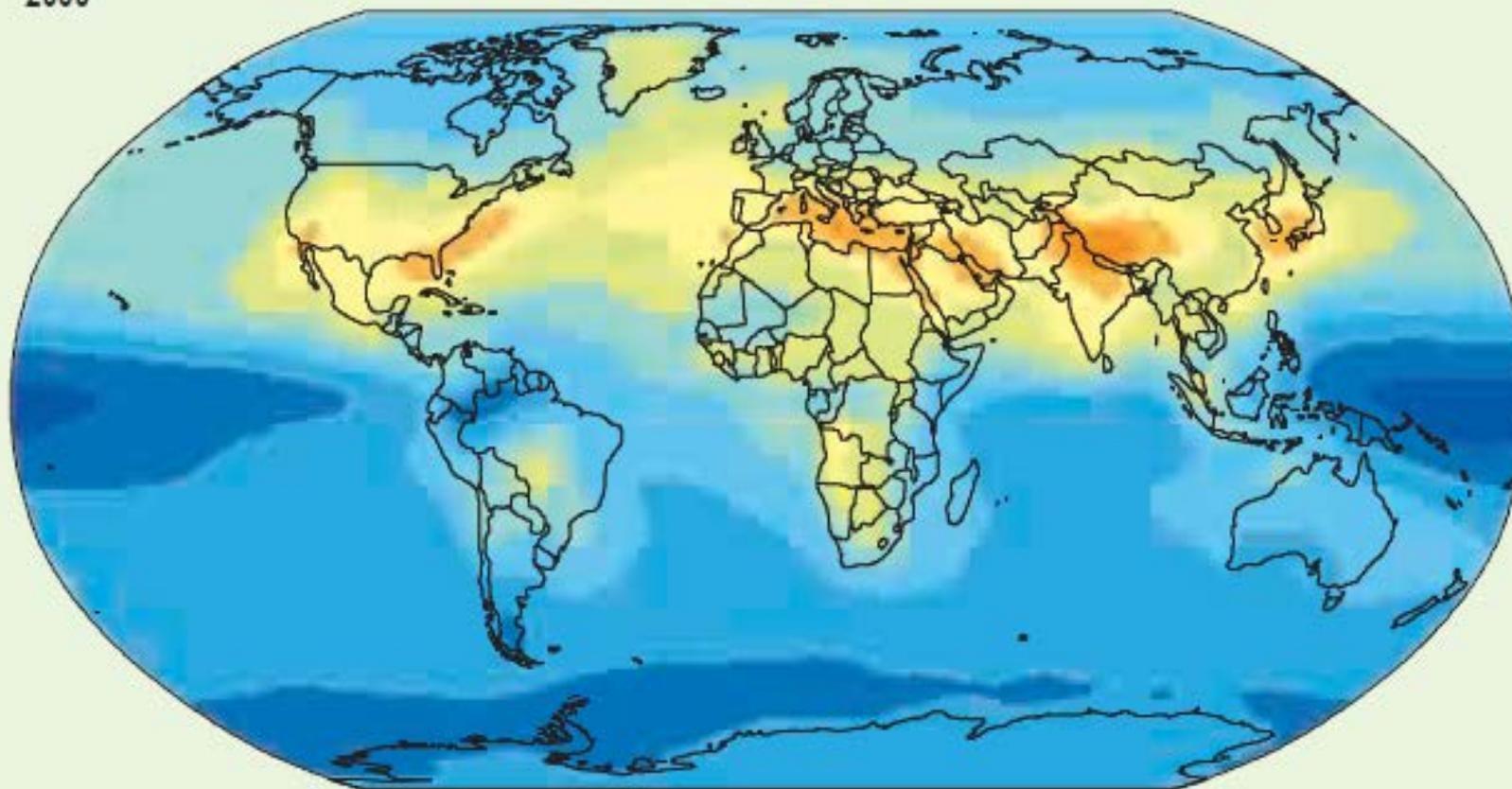
Source: EEA, 2012d (CSI 004).

Источник: EEA Report No 4/2012



## Ozone concentration at groundlevel

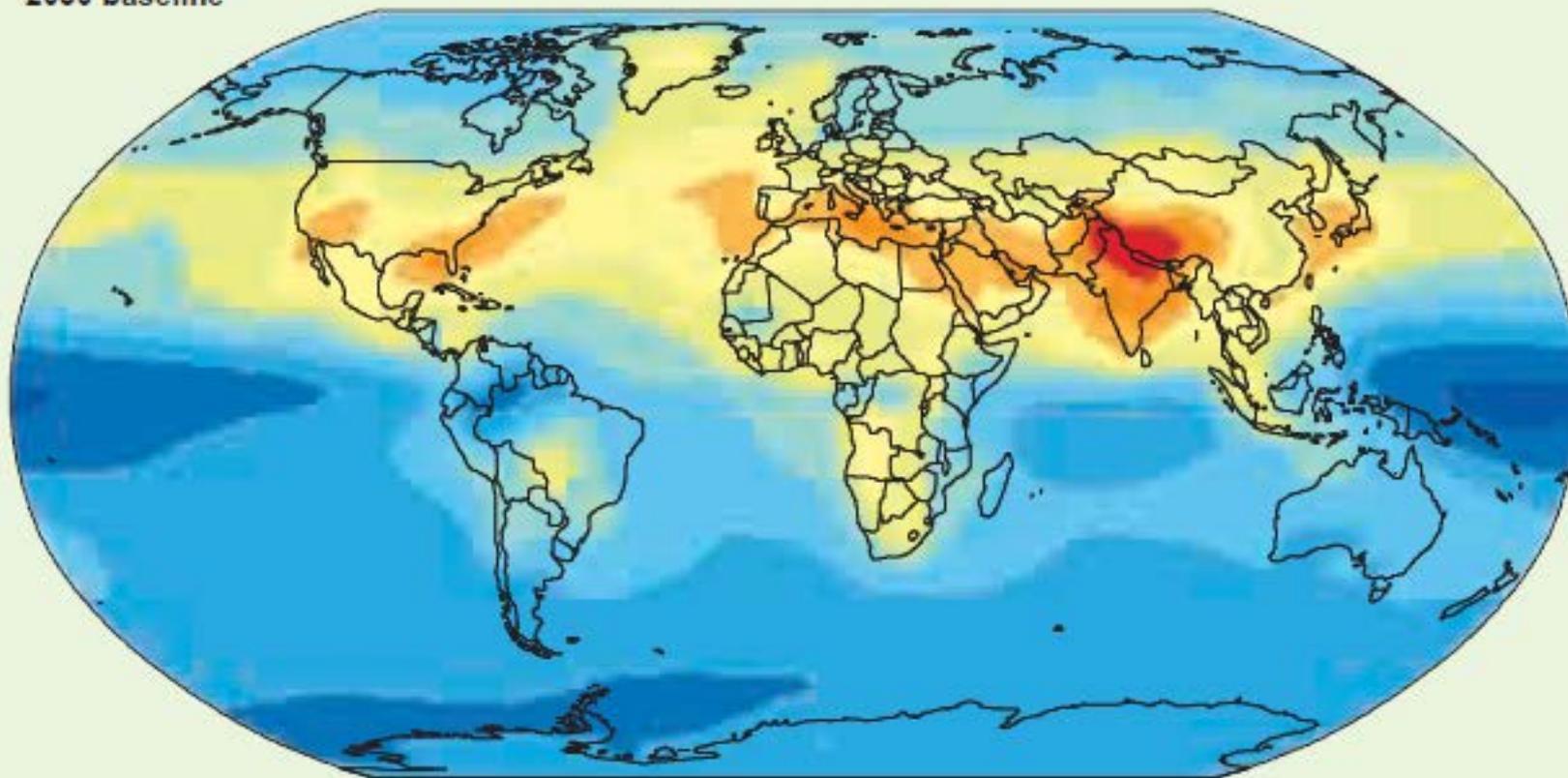
2000



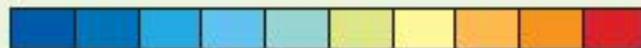
Источник: ОЭСР, 2008



2030 baseline



Annual mean surface ozone (ppb)



15 20 25 30 35 40 45 50 55



ЕВРОПА

ГЛАВНАЯ  
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ  
им. А.И.ВОЕЙКОВА



**Рамочный план  
организации мониторинга  
взвешенных веществ в атмосфере  
в странах Восточной Европы,  
Кавказа  
и Центральной Азии**

Ruth Baumann  
Michał Krzyżanowski  
Сергей Чичерин



## Организация наблюдений за РМ

- подготовительная работа (освоение методов)
- выбор городов (ресурсы)
- выбор метода наблюдений и оборудования (цель мониторинга)
- выбор мест размещения станций наблюдения (задача мониторинга)
- закупки оборудования и оснащение лабораторий
- разработка методических документов
- обучение персонала
- пилотные наблюдения
- корректировка конфигурации сети
- формирование системы обеспечения / контроля качества
- создание системы регламентных работ
- принятие схемы представления и распространения информации
- формирование информационных ресурсов

Оптимистичная оценка: 15 мес. от принятия решения до начала работы 1-ой станции



Таблица 7. Стоимость оборудования для мониторинга РМ

Оборудование	Соображения по поводу качества данных	Приблизительная стоимость в евро
Контейнер (включая регулирование влажности и температуры, стойки, ветровую мачту)		22 000 – 30 000
KleinfILTERgerat	Эталонный метод РМ10	10 000
Digitel	Эквивалентный метод РМ10	20 000
Partisol	Эквивалентный метод РМ10	15 000
$\beta$ -затухание	Требуется локальный поправочный коэффициент	16 000-30 000
Вибрационные микровесы с коническим элементом (TEOM)	Требуется локальный поправочный коэффициент	12 000-30 000
TEOM FDMS <sup>*</sup>	Требуется локальный поправочный коэффициент	21 000-39 000
Дихотомическая конфигурация Partisol Plus	Гравиметрия	23 500



Регламентные работы	Вид работы	Объем работы
Подготовка к гравиметрическим измерениям	Подготовка и кондиционирование фильтров	10 часов в месяц для одной точки
Регламентные проверки	Проверка автоматического заменителя фильтров или прибора для непрерывного мониторинга	1,5 часа раз в 2 недели (не считая времени в пути до контейнеров и обратно)
Техобслуживание		15 часов раз в год
Калибровка		5 часов два раза в год
Документация		60 часов в год
Отчетность/информация	Первичный контроль/исправление данных	Несколько часов в неделю
Анализ и представление данных	Подготовка информационных справок и сводных отчетов	Один день в месяц для ежемесячного отчета, несколько недель для ежегодного отчета
Обучение	Регулярно, со снижением интенсивности по мере роста опыта	2 дня в год на каждый вид оборудования
Пересмотр сети (размещение, структура, состав, типы оборудования, регламенты и т.д.)	В начале по мере необходимости, затем – каждый пятый год либо в соответствии с изменениями в правилах и требованиях	



## 4. Сопоставимость и качество данных



**ЕС:**

**референтные и эквивалентные методы**

**требования Директивы по качеству данных**

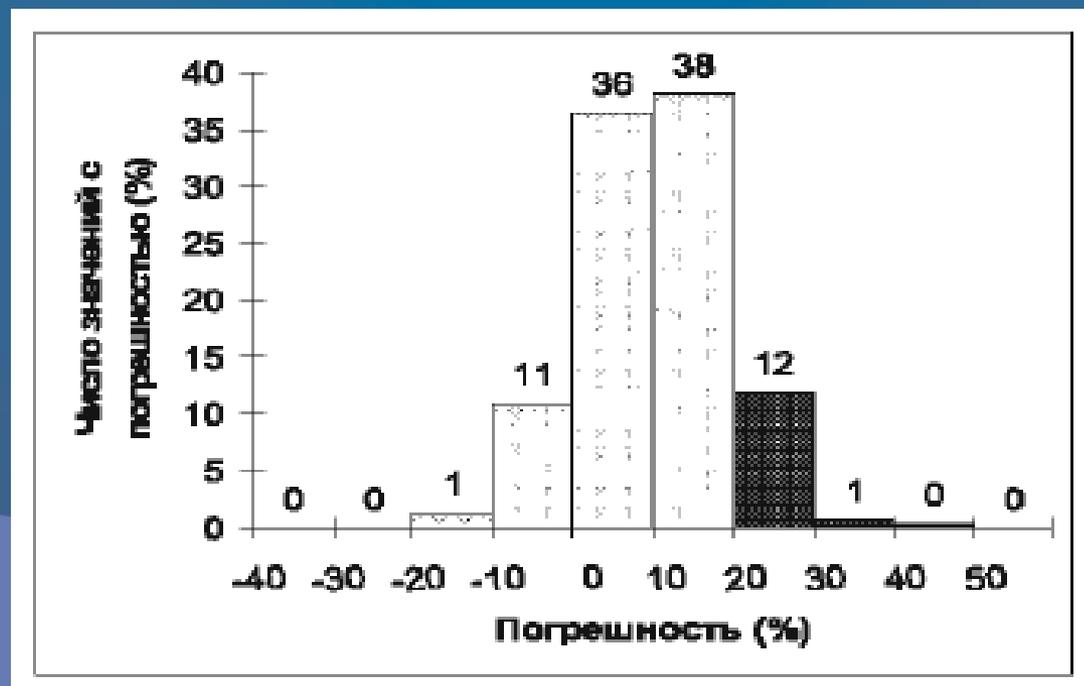
**межлабораторные сравнения**

**Россия:**

**аттестованные методы**

**внешний контроль**

**точности измерений**





## 5. Санитарно-защитные зоны



**СЗЗ** – это официальное разрешение собственнику предприятия распоряжаться участком земли, который ему не принадлежит

**Фактически СЗЗ – законодательно закрепленный источник своеобразной экологической ренты за счет эксплуатации чужой собственности**

Это соображение докладывалось на слушаниях в Госдуме, на Невском экологическом конгрессе



## 6. Резюме



Улучшение качества атмосферного воздуха в городах РФ станет

реальным тогда, когда результаты атмосферного мониторинга  
станут обязательными для учета при составлении  
территориальных планов и программ по социально -  
экономическому развитию.

Основным индикатором при этом должен быть уровень фактических  
концентраций для конкретных веществ в сравнении с  
установленным целевым значением и сроком его достижения

Именно такой подход стал основой успеха в улучшении качества  
воздуха в развитых странах.

Именно такой подход рекомендует ВОЗ



## 7. Цитата дня



«...один из важнейших принципов современного стратегического управления — умение устанавливать границы, то есть отделять реально достижимые цели от гипотетических. При этом главный тренд — вовлечение в управление самих граждан...»

*(Из лекции одного из высокопоставленных должностных лиц Администрации Президента РФ на семинаре для губернаторов «Основы эффективного менеджмента в XXI веке», июнь 2013:*

[http://top.rbc.ru/spb\\_sz/14/06/2013/861832.shtml](http://top.rbc.ru/spb_sz/14/06/2013/861832.shtml) )



**СПАСИБО**  
**за**  
**ВНИМАНИЕ**