

**Federal Service for Hydrometeorology
and Environmental Monitoring**



**VOEIKOV
MAIN GEOPHYSICAL
OBSERVATORY**

Since 1849



Sergey CHICHERIN
(MGO, St. Petersburg, Russia)

**Assessment of Air Quality
in Cities of Russian Federation:
Monitoring, Modeling, Health Aspects**

*COST Action TD1105 EuNetAir Session
"Environmental Case Studies from Mediterranean, Central and Eastern Europe"
Duisburg, Germany, 5 March 2013*



1. Introduction



50-year anniversary:

Government Decree on 09.09.1963 No. 944 “On Measures on Enhancement of Hydrometeorological Service of the USSR”

“...To organize systematic observations of chemical composition of ambient air, precipitation...”

Prof. M.E. Berlyand

(1919 - 2006)



Dissemination of any information on air pollution was strictly restricted to up to 1992



Federal Network of Urban Air Pollution Monitoring



01.12.2012: 683 stations in 252 cities and towns

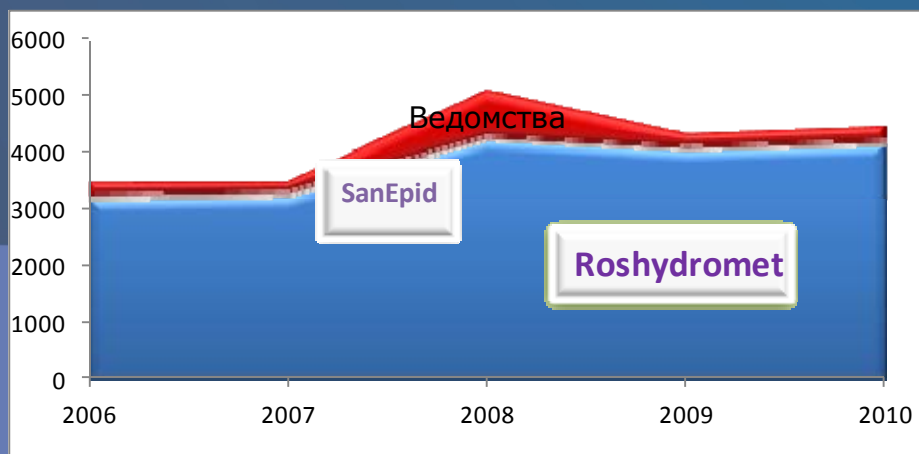


2. Observations



Pollutants, data, station categories

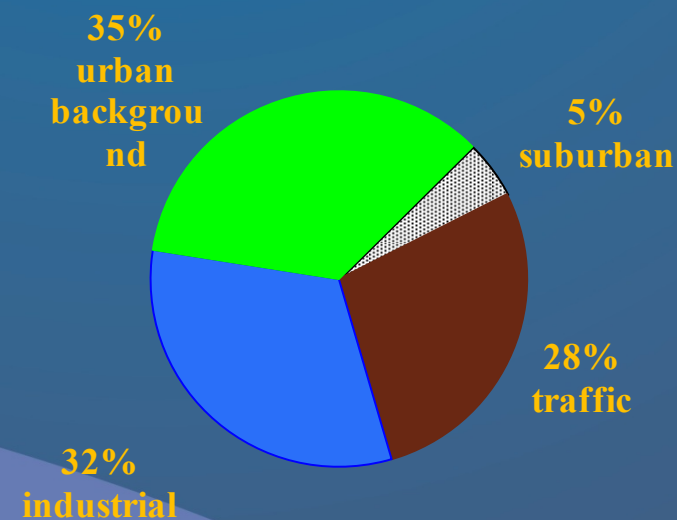
- About **40 pollutants** are systematically observed
- **From 1–5 to 10–16 stations** in a city depending on population
- **Total samples amount: 4.4 M in 2011,** incl. Roshydromet - **4.1 M samples**



Station category:

- *Urban background (housing),*
- *Industrial ,*
- *Traffic*
- *Suburban*

Distribution of station category





Air Quality Criteria

Two-function by **Ministry of Health** established air quality criteria which are both:

- hygienic criteria and
- regulatory ones, i.e. these criteria carry two different functions

No target values are used

Short-term criteria (20-30 min.) - ПДК_{мр}

Long-term criteria (1 year) – ПДК_{сс}

Criteria are established for more than 600 pollutants, no priority

For systematic observations, target pollutants should be selected

Network Planning



Step 1a - basic pollutants: SO₂ (235 cities),
NO (140),
NO₂ (237),
CO (210),
TSP (225)

Step 1b - major pollutants: benz(a)pirene (171)
formaldehyde (151)

Step 2 - pollutants selecting by ranking values of an index:

$$\underline{CAC_i = M_i / ПДК_i}$$

CAC_i - CLEAN AIR CONSUMPTION (air volume required to dilute
emission of i-th pollutant to i-th limit value concentration)

M - city total emission for i-th pollutant

ПДК - hygienic limit value for i-th pollutant



Monitoring Programmes (scope of data)

Pollutant	Number of cities	Number of stations	Pollutant	Number of cities	Number of stations
-----------	------------------	--------------------	-----------	------------------	--------------------

TSP	225	601	B(a)P	171	305
NO ₂	237	670	BTX	40	89
NO	140	211	Soot	37	93
SO ₂	235	540	Formaldehyde	151	394
CO	210	618	Phenol	99	258



Monitoring Programmes (scope of data)

(heavy metals)

Fe	121 cities
Cd	70
Mn	125
Cu	125
Ni	121
Pb	125
Cr	114
Zn	114



Monitoring methodology

Manual / automated **short-term samples 4 times / day**

on 01, 07 a.m., 01, 07 p.m.

Laboratory analysis (150 accredited laboratories with QA/QC system)

Sampling 3 times / day is permitted (no night samples)

Sampling 2 times / day (07a.m. and 07 p.m.) as an exception

4 samples / day – 135 stations (21%)

3 samples / day – 449 stations (71%)

2 samples / day – 39 stations (6%)

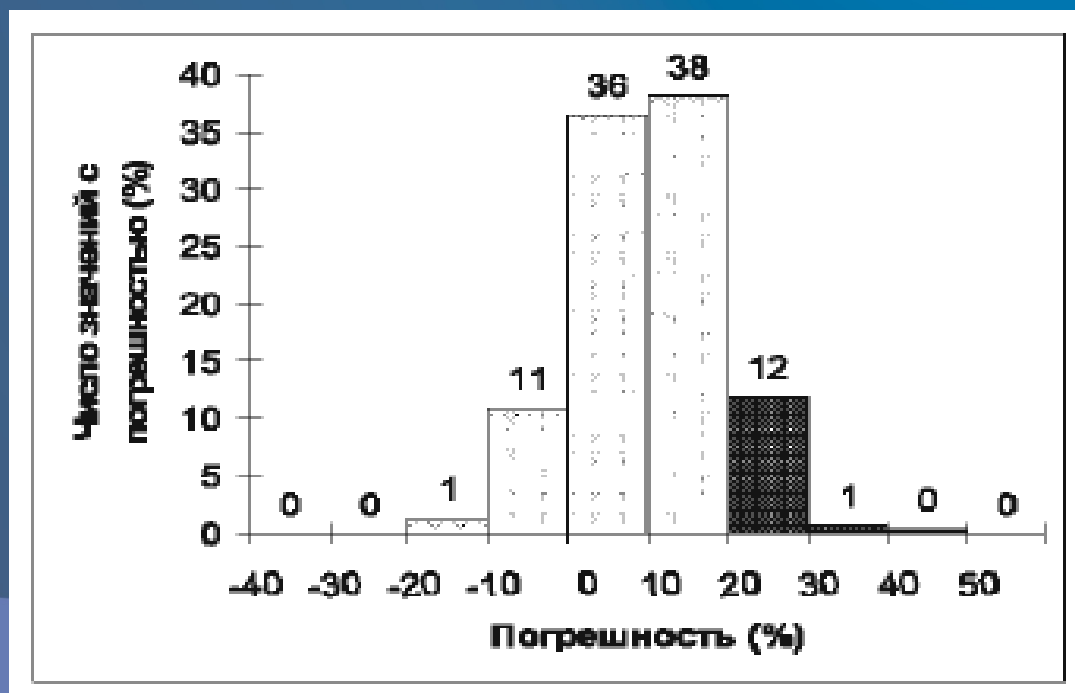
1 sample / day (moving time sampling) – 11 stations (2%)



Monitoring methodology

One of QA/QC procedures –

remote checking laboratories: test samples



Distribution (%) of lab analysis errors



3. Air Quality Assessment



Main air quality indices:

(1) Short-term - Standard index SI (СИ):

$$\text{MAX of STConc. (i, j) / STLimit Value (i, j)}$$

STConc – Short-term concentration of i-th pollutant at j-th station

(2) Long-term - Air pollution index API (ИЗА):

$$API(n) = \sum API_i = \sum AMAConc. (i) / (\text{ПДКсс}_i)^a, \quad \underline{i=1 \text{ to } n}, \quad \underline{n=5}$$

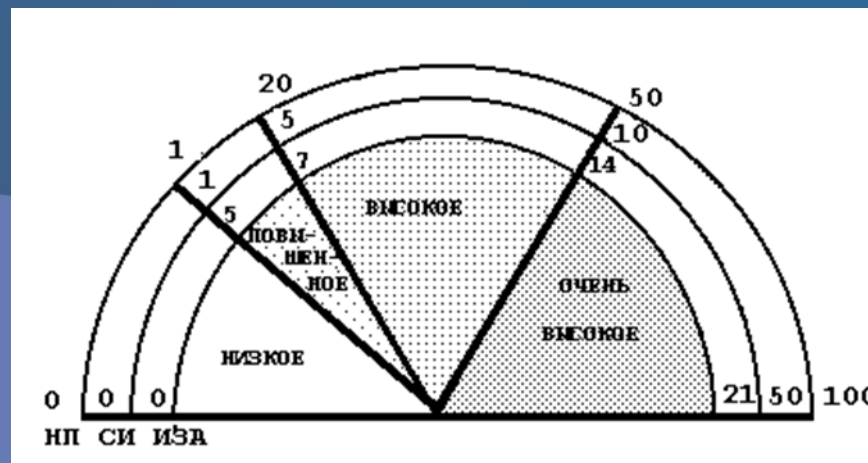
a = 0.85; 1; 1.3; 1.5 for different pollutant toxicity (a=1 for SO₂)

AMAConc. (i) – annual mean concentration of i-th major pollutant
averaged over all city's stations

Air pollution grades



Grade	API	SI	HF (highest frequency above limit value)
Low	$5 <$	$1 \leq$	$1 \leq$
Higher	5 to 6	$5 <$	$20\% <$
High	7 to 13	5 to 10	20 to 50%
Very high	≥ 14	> 10	$> 50\%$





4. Urban Air Pollution in 2011

(see: www.voeikovmgo.ru)



Ratio of **short-term max concentrations** averaged over cities to short-term limit value:

1 – TSP

2 – Sulphur dioxide

3 – Carbon monoxide

4 – Nitrogen dioxide

5 – Nitrogen oxide

6 – Hydrogen sulphide

7 – Carbon sulphide

8 – Phenol

9 – Hydrogen fluoride

10 – Hydrogen chloride

11 – Ammonia

12 – Formaldehyde

13 – BaP

14 – Ethilbenzine



Ratio of long-term concentrations averaged over cities to long-term limit value:

1 – TSP (225 cites)

5 – Nitrogen oxide (140)

9 – Hydrogen chloride (35)

2 – Sulphur dioxide (235)

6 – Carbon sulphide (7)

10 – Ammonia (69)

3 – Carbon monoxide (210)

7 – Phenol (99)

11 – Formaldehyde (151)

4 – Nitrogen dioxide (237)

8 – Hydrogen fluoride (32)

12 – BaP (171)



119 cities (58%) in 42 Regions are in grades “High” or “Very High”.

More than 53% of urban population (55 million) live in these cities.

In 9 Regions more than 75% of urban population live
under “High” or “Very High” pollution:

- **Astrakhanskaya** oblast
- **Chuvashskaya** respublika
- **Khabarovsky** kray
- **Orenburgskaya** oblast
- **Moscow**
- Respublika **Khakassia**
- **Samarskaya** oblast
- **St. Petersburg**
- Taimyrsky AO (**Norilsk**)



Top List - 2011 (cities in the grade “Very High”): 27 cities, 16.3 million citizens

Т а б л и ц а 2.6 — Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы и вещества, его определяющие, в 2011 г.

Город	Вещества, определяющие очень высокий уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие очень высокий уровень ЗА
Ачинск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф	Нерюнгри	ВВ, БП, Ф
Белоярский	Ф, фенол	Нижний Тагил	БП, Ф
Братск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф, CS ₂	Новокузнецк	ВВ, NO ₂ , БП, Ф
Волжский	NO ₂ , NH ₃ , БП, Ф	Новочебоксарск	БП, Ф
Дзержинск	ВВ, NH ₃ , БП, фенол, Ф	Новочеркасск	ВВ, фенол, Ф, СО, NO ₂
Заринск	NO ₂ , фенол, Ф	Норильск	Выбросы SO ₂ и NO ₂
Зима	NO ₂ , БП, Ф	Радужный	Ф, фенол
Иваново	БП, Ф, фенол	Селенгинск	ВВ, NO ₂ , БП, фенол, Ф
Иркутск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф	Соликамск	NH ₃ , БП, Ф
Красноярск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф, NH ₃	Черногорск	ВВ, БП, Ф
Лесосибирск	ВВ, БП, фенол, Ф	Чита	ВВ, NO ₂ , БП, Ф
Магнитогорск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф	Южно-Сахалинск	ВВ, NO ₂ , БП, сажа, Ф
Минусинск	ВВ, БП, Ф	Ясная Поляна	Ф
Москва	NO ₂ , БП, Ф		

Ф — формальдегид, ВВ — взвешенные вещества, БП — бенз(а)пирен, ЭБ — этилбензол.

Города Приоритетного списка **не ранжируются** по степени загрязнения воздуха.

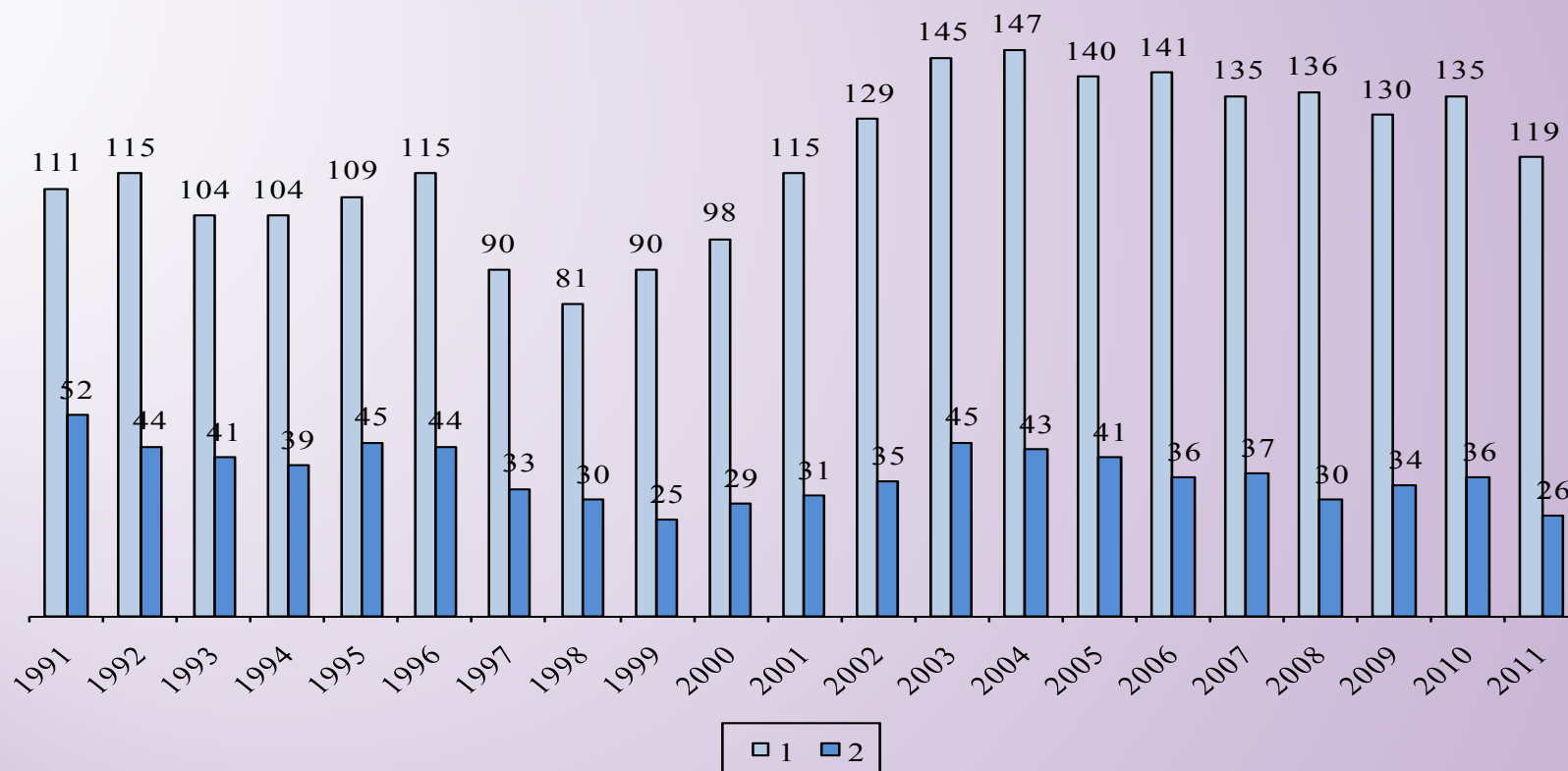


Major pollutants in Top List cities (as contribute to API index):

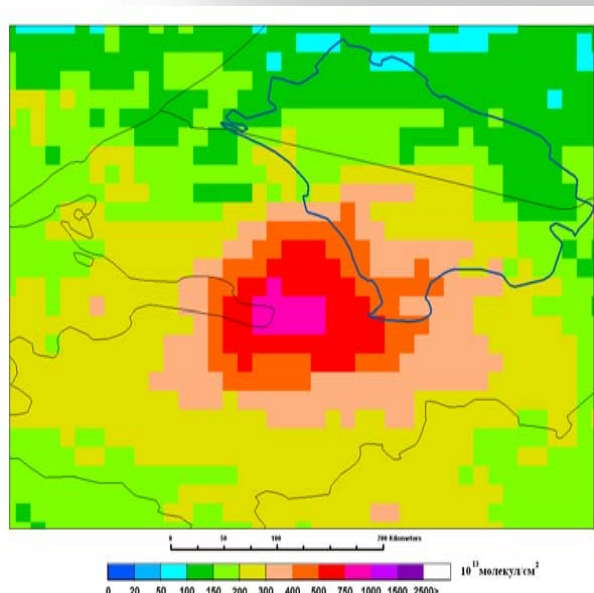
- formaldehyde (26 cities of 27)
- benz(a)pirene (21)
- particulate matter (15)
- nitrogen dioxide (15)
- phenol (8)
- ammonia (4)
- carbon monoxide (1)
- sulphur dioxide (1)
- soot (1)
- carbon bisulphide (1)



Number of cities in grades “High” (1) and “Very High” (2) in 1991 - 2011

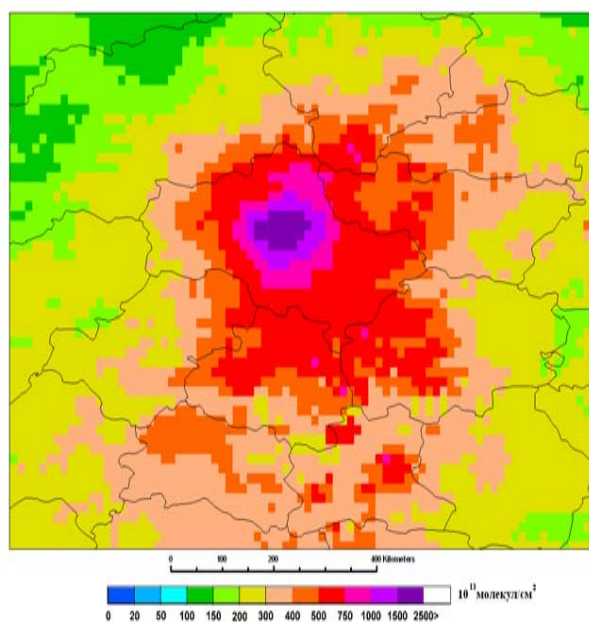
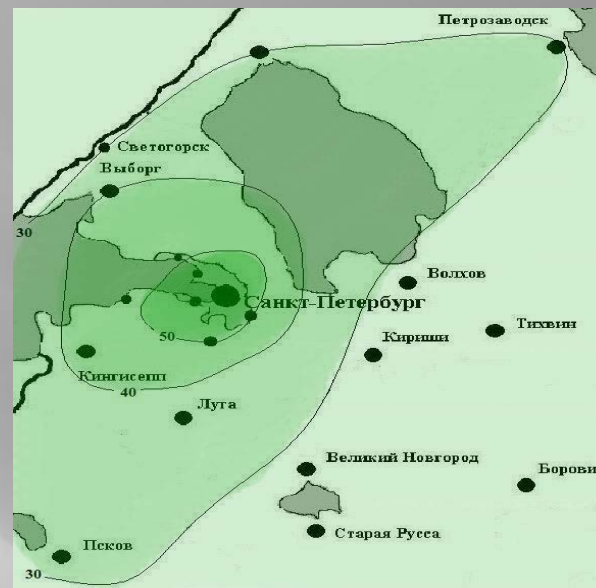


Satellite data on NO2

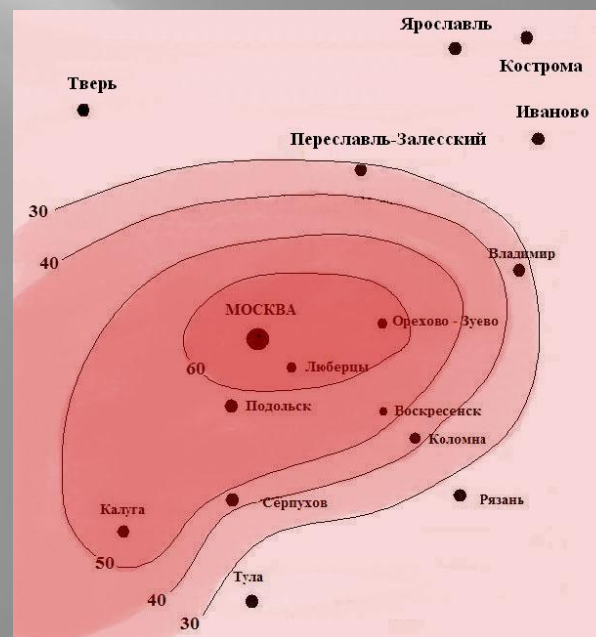


St. Petersburg

5-year-average NO2 concentration, AQ monitoring network data



Moscow



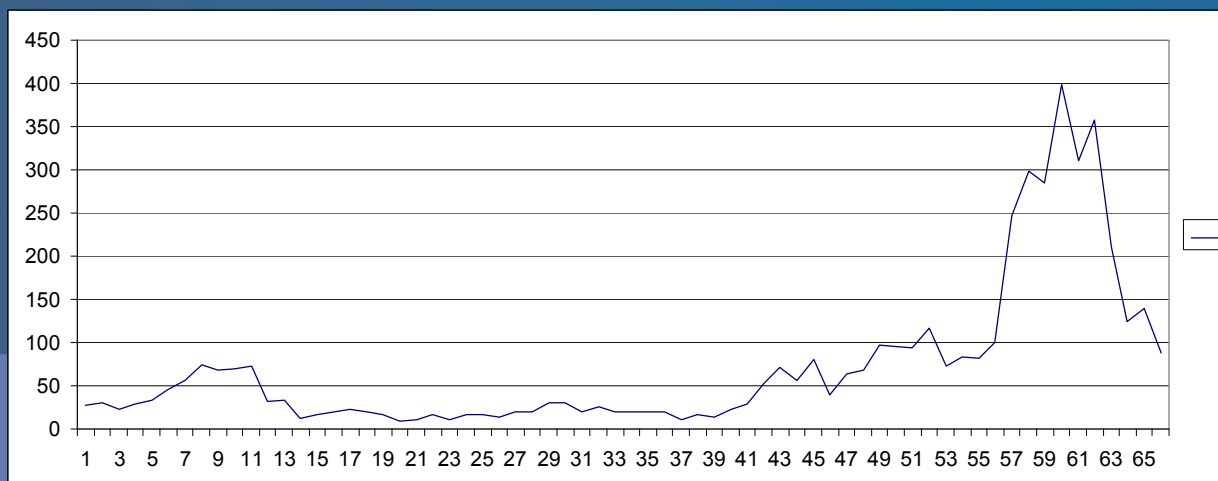


Contribution of different pollutants to population risk in Moscow during forest fires in summer 2010 (Е.Л. Генихович и др. К анализу последствий высокого загрязнения воздушного бассейна Москвы летом 2010 г. Труды ГГО, вып. 565, Спб, 2012, с. 79-88)

Pollutant	Contribution to short-term risk	Pollutant	Contribution to long-term risk
PM10	58.7	Formaldehyde	38.2
NO2	9.4	B(a)P	11.8
CO	8.5	PM2.5	10.7
O3	7.7	O3	8.2
NH3	6.6	NO2	7.4
Formaldehyde	6.6	PM10	6.7



Continuous PM-10 measurement in St. Petersburg, Summer 2010 (forest fires in Russia)



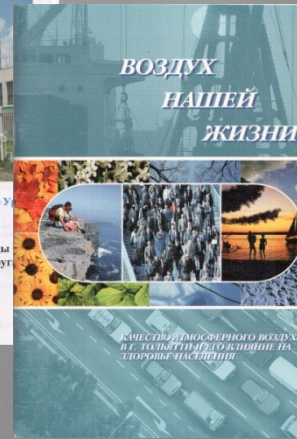


4. Dissemination of Information on Air Quality


• Publishing MGO reports, scientific and popular books on air pollution:



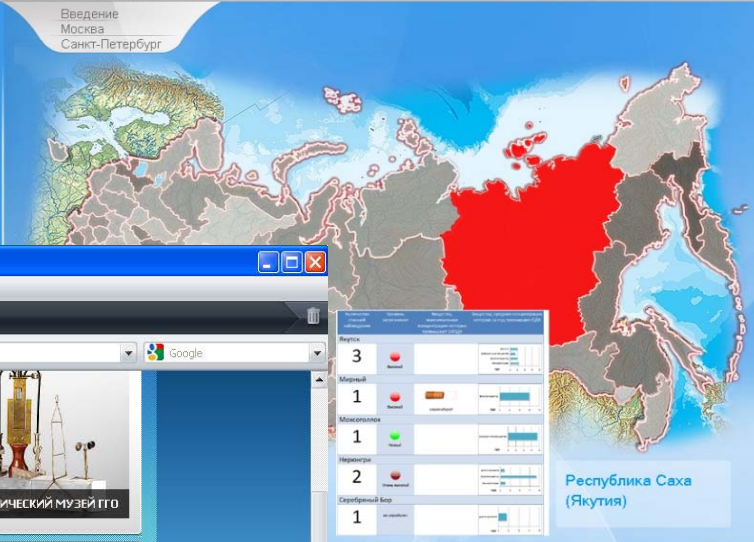
• Publishing information on air pollution in Russian regions:



Annual MGO Report on
air pollution in
Internet:
<http://voeikovmgo.ru>


Загрязнение атмосферного воздуха
 в городах Российской Федерации

ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ИМ. А.И. ВОЕЙКОВА
 Введение
 Москва
 Санкт-Петербург




Республика Саха (Якутия)

Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова | Карта Диоксид азота - Орега


Файл Правка Вид Закладки Виджеты Инструменты Справка

Главная геофизическая... Загрузки

<http://voeikovmgo.ru/rj/resursy/karta-dioksid-azota-3.html>




ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ИМ. А.И. ВОЕЙКОВА



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ


Коллекция приборов Метеорологического музея ГГО позволяет проследить этапы развития и совершенствования инструментальной базы для проведения метеорологических и геофизических наблюдений.

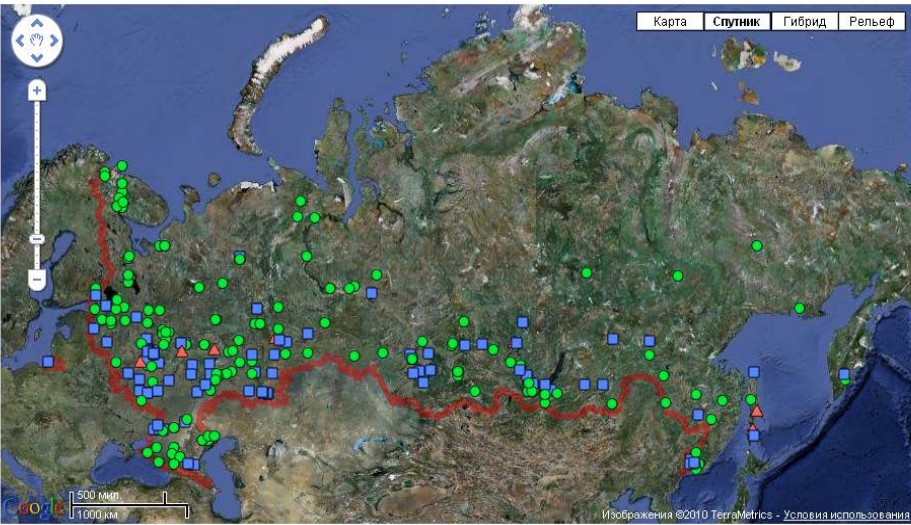


МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ ГГО

[Главная](#)
[Структура](#)
[События](#)
[История](#)
[Деятельность](#)
[Контакты](#)
[Ссылки](#)
[Награды сотрудников ГГО](#)

Карта Диоксид азота





[Карта](#)
[Спутник](#)
[Гибрид](#)
[Рельеф](#)

500 км

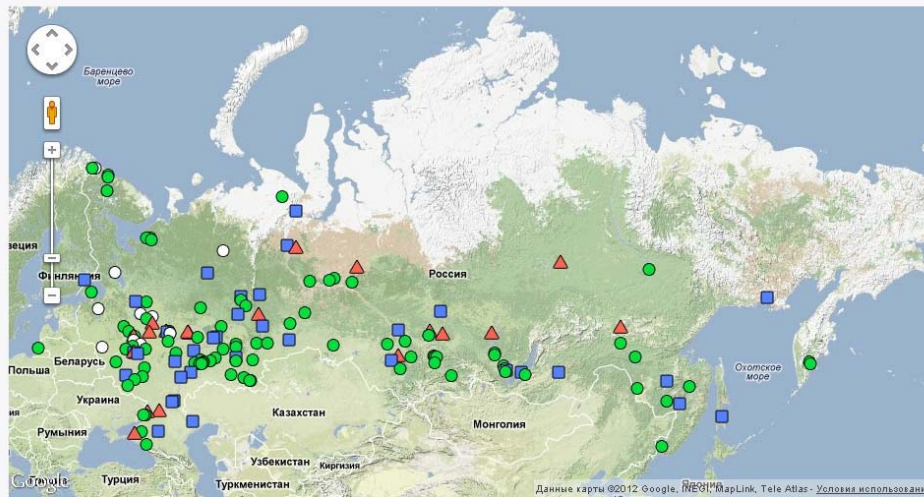
1000 км

Изображения ©2010 TerraMetrics - Условия использования

Среднегодовые концентрации диоксида азота в городах на территории России

● 0-1,0 ПДК

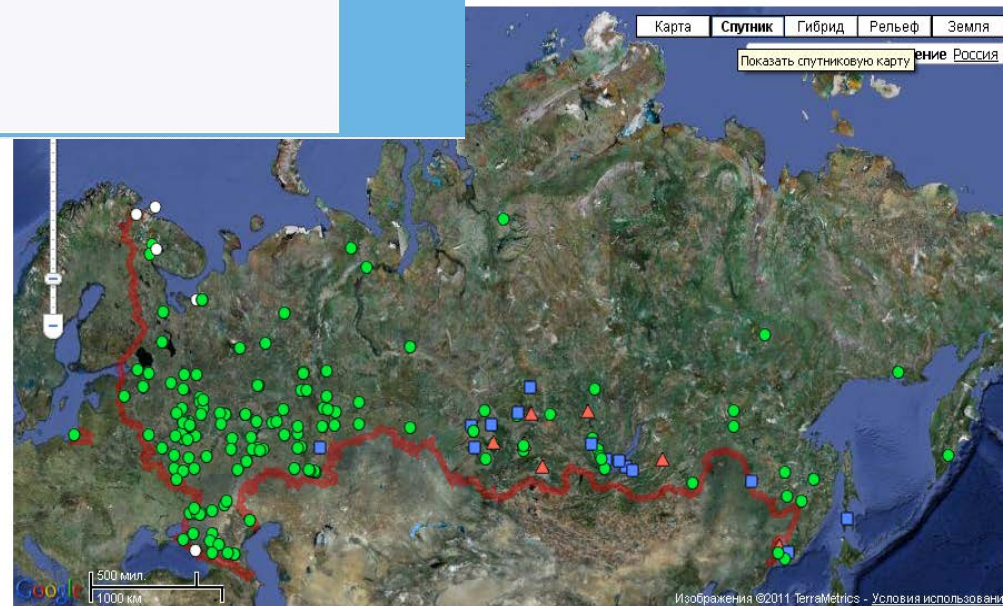
СРЕДНЕГОДОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ГОРОДАХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПО СОСТОЯНИЮ НА 01.01.2012



- 0-1 ПДК
- 1,1-3,0 ПДК
- 3,1-5,0 ПДК
- ▲ 5,1-15 ПДК

Представление информации в интернете <http://voeikovmgo.ru>

СРЕДНЕГОДОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ГОРОДАХ РФ



- 0-1 ПДК
- 1,1-3,0 ПДК
- 3,1-5,0 ПДК
- ▲ 5,1-6,8 ПДК



5. Air Pollution Modeling

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
(ГОСКОМГИДРОМЕТ)

Общесоюзный нормативный документ

МЕТОДИКА
РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ
В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ
ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ,
СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВЫБРОСАХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

ОНД-86
ГОСКОМГИДРОМЕТ

Утверждена
Председателем
Государственного комитета СССР
по гидрометеорологии
и контролю природной среды
4 августа 1986 г. № 192

Согласована
Госстроем СССР
7 января 1986 г. № ДП-76-1

Согласована
Министерством СССР
7 февраля 1986 г. № 01-4/259-4

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1987

ШТАБ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ СССР

КОМИТЕТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ПРИ КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МАСШТАБОВ
ЗАРАЖЕНИЯ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИМИ
ЯДОВИТЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРИ АВАРИЯХ
(РАЗРУШЕНИЯХ) НА ХИМИЧЕСКИ
ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ И ТРАНСПОРТЕ

РД 52.04.253—90

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1991

Basic ОНД-86 formulas for a single source of heated emission

$$C_M = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}},$$

$$x_M = d \cdot H; \quad d = \Phi_1(v_M, f);$$

$$u_M = \Phi_2(v_M, f)$$

C_M (мг/м³) - максимальная разовая концентрация, достигающаяся при ННМУ (в том числе при опасной скорости ветра u_M) на расстоянии

x_M (м) от источника;

A - коэффициент, учитывающий неблагоприятность региональных условий рассеивания атмосферных примесей;

H (м), M (г/с) - высота и мощность источника;

V_1 (м³/с), ΔT (°C) - объем и перегрев газовой смеси (ГВС);

$F \geq 1$; $\eta \geq 1$ - безразмерные коэффициенты, учитывающие оседание пылевых частиц и рельеф местности;

m , η - безразмерные поправочные коэффициенты: $m = \Phi_3(f)$,

$\eta = \Phi_4(v_M)$;

D (м), w_0 (м/с) - диаметр

$$f = 1000 \frac{w_0^2 D}{H^2 \Delta T}$$

$$v_M = 0.65 \sqrt[3]{\frac{V \Delta T}{H}}$$

устья источника и

скорость


выхода ГВС.

Calculated max. short-term NO₂ concentrations in St. Petersburg (ОНД-86)



http://www.infoeco.ru/index.php?id=33

Тематические карты по эколог... Экологический портал Са...



Главная
 Экологическая политика до 2030 года
 Экологический совет
 Состояние окружающей среды
 Атмосферный воздух
 Вода
 Почвы
 Недра
 ООПТ
 Экологическая безопасность
 Нормативные правовые акты
 Экологическая культура
 Фестиваль "Зелёный взгляд"
 Региональное и международное сотрудничество
 Экомобиль
 Международный форум «ЭКОЛОГИЯ БОЛЬШОГО ГОРОДА»
 Объекты использования отходов на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области
 Экологическая экспертиза

Комитет Новости Контакты

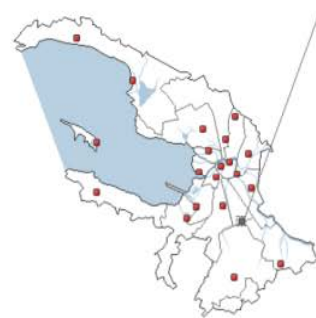
Качество атмосферного воздуха по данным Автоматической системы мониторинга атмосферного воздуха

№ п/п 9
Наименование, N станции
 АСИЗВ № 9 (MILIS)
 (Автоматическая станция измерения уровня загрязнения воздуха № 9)

Адрес расположения
 ул. Малая Балканская (Фрунзенский р-н)

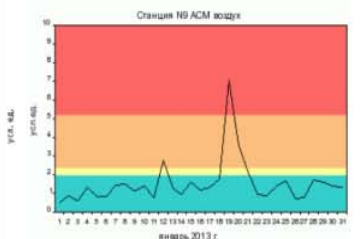
Измеряемые параметры
 температура воздуха, скорость ветра, направление ветра, влажность воздуха, CO, NO, NO2, O3, SO2, PM-10, бенз[а]пирен, ароматические углеводороды, фенол, формальдегид

Посмотреть отчет станции за
 январь 2013



■ - Станции АСМ воздуха

Обозначения измеряемых параметров:
 концентрации загрязняющих веществ: CO - оксида углерода, NO - оксида азота, NO₂ - диоксида азота, SO₂ - диоксида серы, O₃ - озона, NH₃ - аммиака.



УСЛ. ЕД. от 0 до 10

январь 2013 г.

■ -низкий
 ■ -повышенный

Автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга... чения потребностей органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций

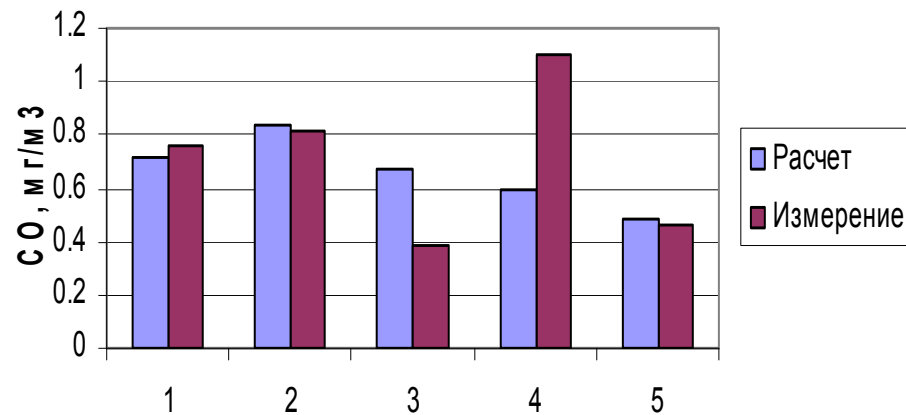
Outlook 2010 МенюФайл Элементы: 1 953 Непрочитанные: 433 Напоминание: 1

Экологический п... ВлейкиПрезент Биодизель - Личн... Напоминаний: 1 W цветная вставка...

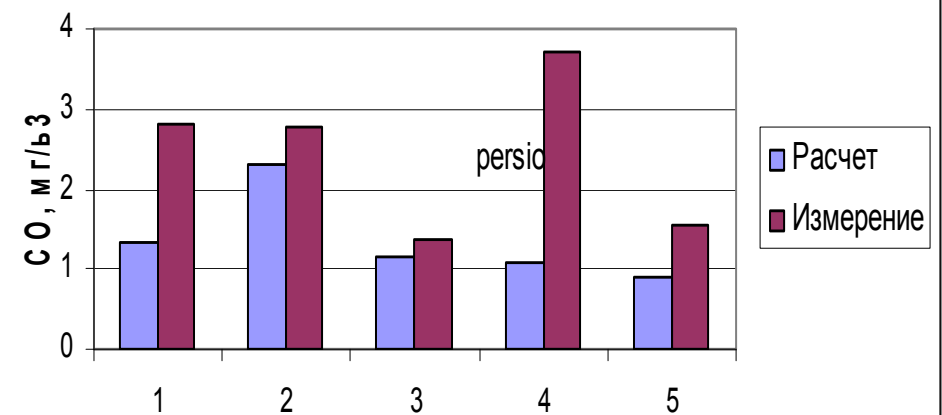
RU 17:42 01.03.2013

Calculated vs measured long-term (left) and max. short-term (right) CO concentration in St. Petersburg

Сравнение расчетных и измеренных среднегодовых концентраций

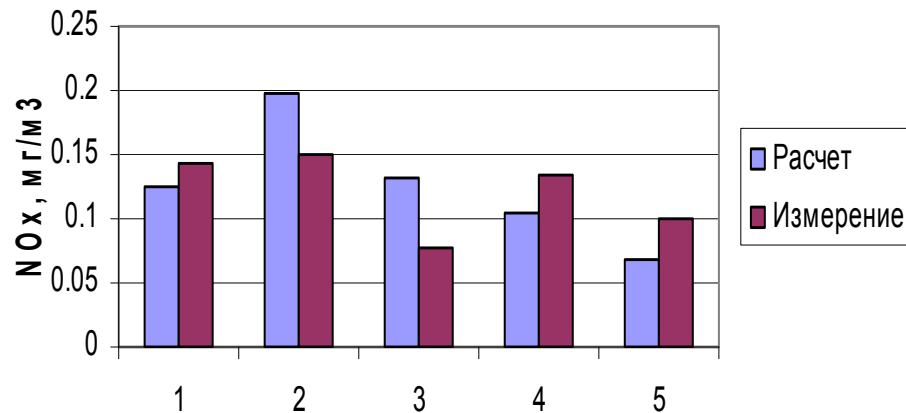


Сравнение расчетных и измеренных максимальных концентраций

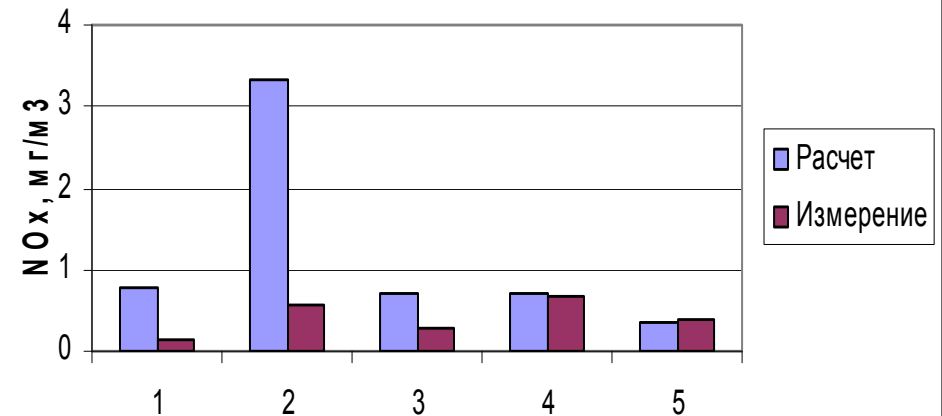


Calculated vs measured long-term (left) and max. short-term (right) NO_x concentrations in St. Petersburg

Сравнение расчетных и измеренных среднегодовых концентраций



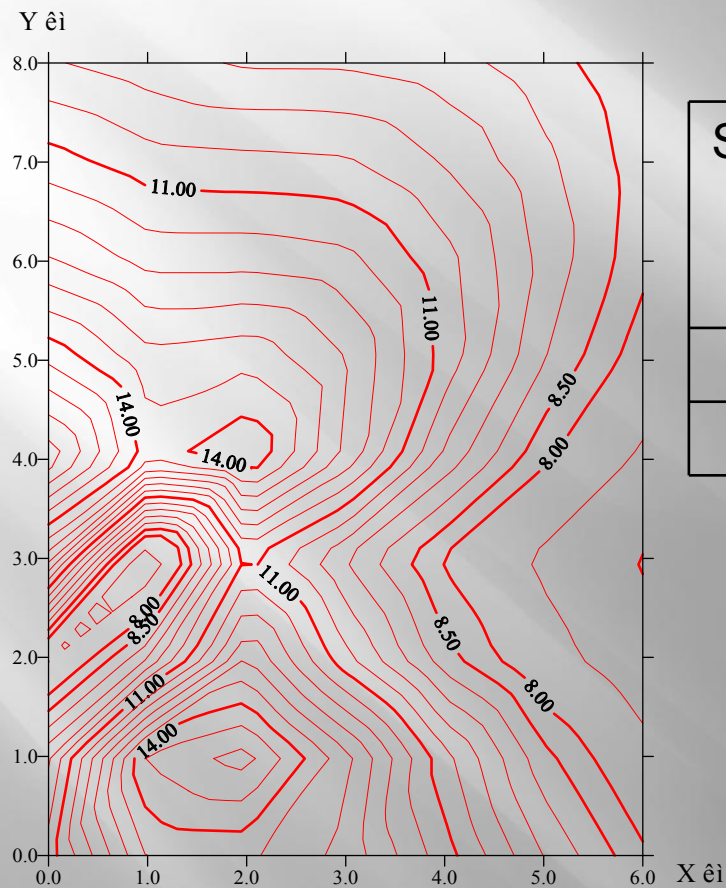
Сравнение расчетных и измеренных максимальных концентраций



$$\text{NO}_x = \text{NO}_2 + 1.53\text{NO}$$

Max emission rates are likely overestimated NO_x, annual emissions are acceptable

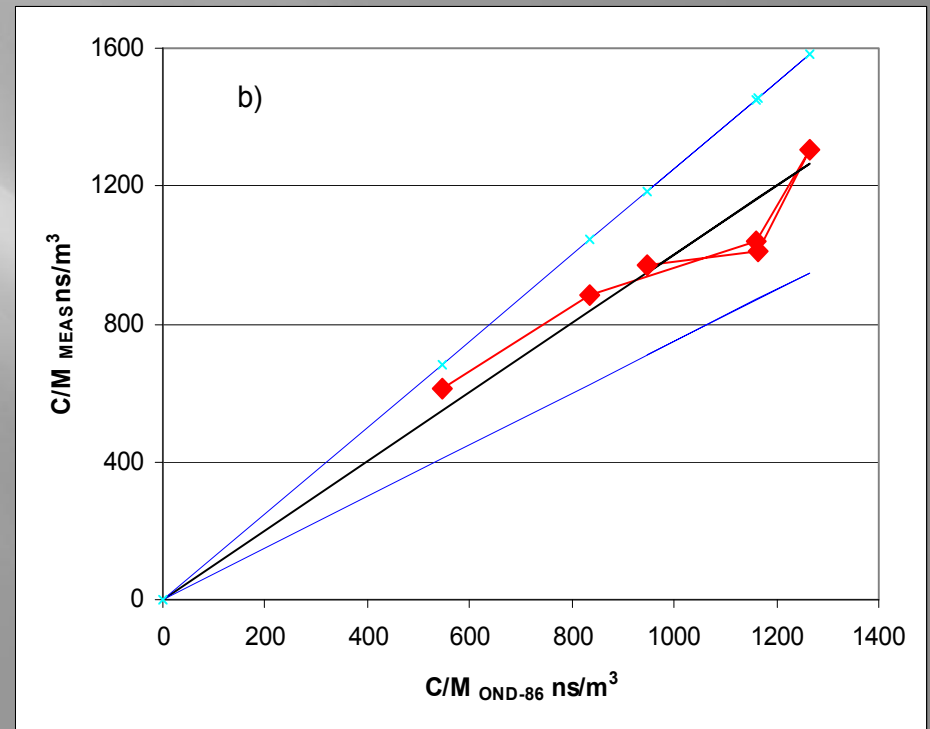
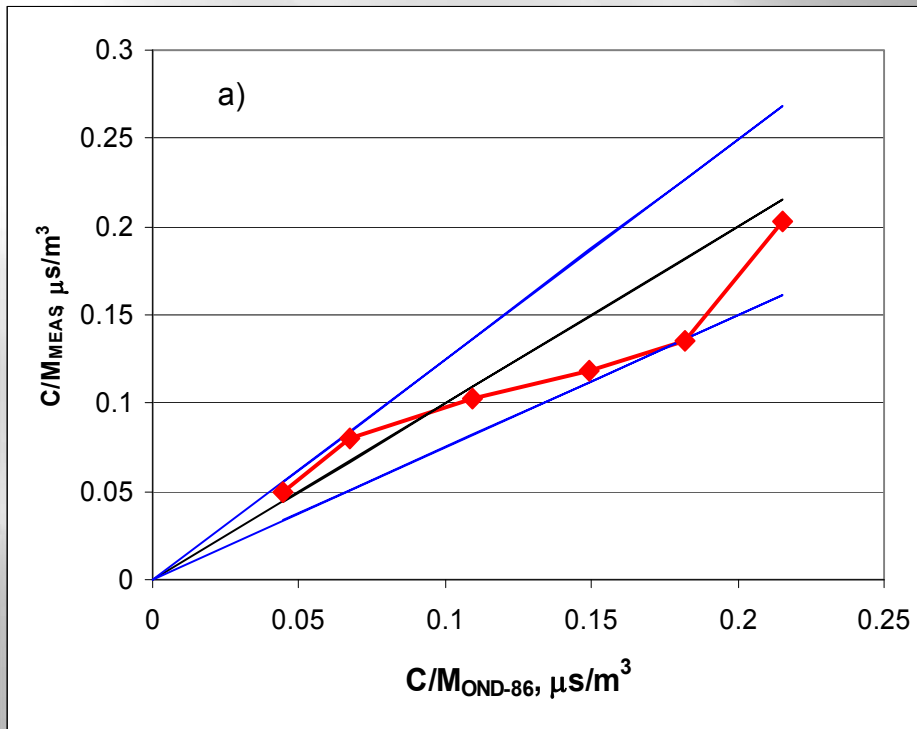
Annual SO₂ concentrations in Raahe (Finland)



Station	Coordinates		C _{meas} , mkg/m ³	C _{calc} , mkg/m ³
	X, M	Y, M		
1	1860	2860	11,6	10,2
2	4140	5540	13	13,1

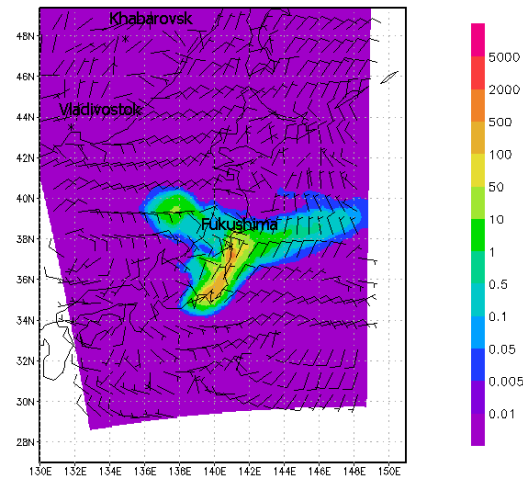
Blind comparison

Calculated vs measured concentrations, US field experiments “Kinkaid” and “Indianapolis”

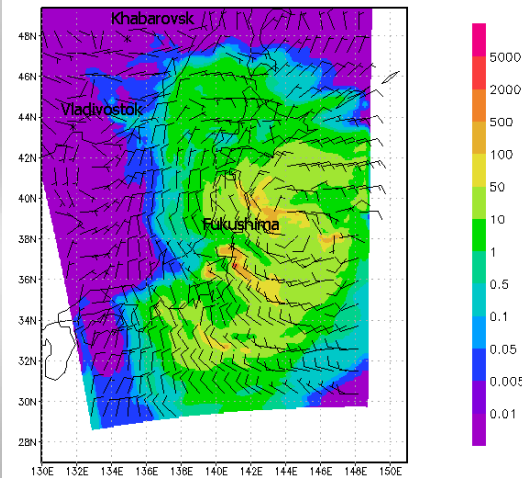


Air Pollution Modeling (MGO regional model)

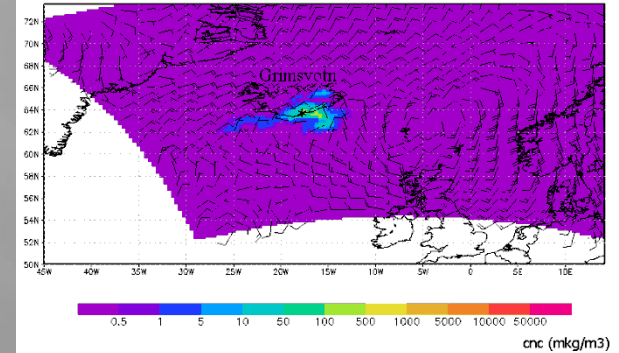
Fukushima 2011 APR 18 10:00



Fukushima 2011 APR 20 00:00



Grimsvotn
Hsource = 8000 m
Rate = 6500 kg/sec
h = 700-1300 (sigma=0.90622)
21.05.2011 18-00 +20h

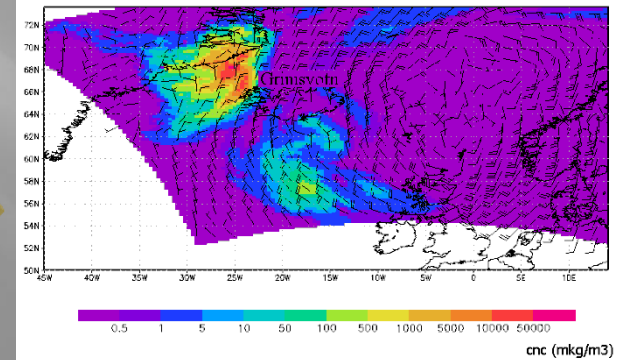


18.04.2011, 10:00 (left), 20.04.2011, 00:00 (right)
Fukushima

22.05.2011, 15:00 (top), 23.05.2011, 22:00
(below)

Grimsvotn, hight - 8000m
Grimsvotn, hight - 8000m

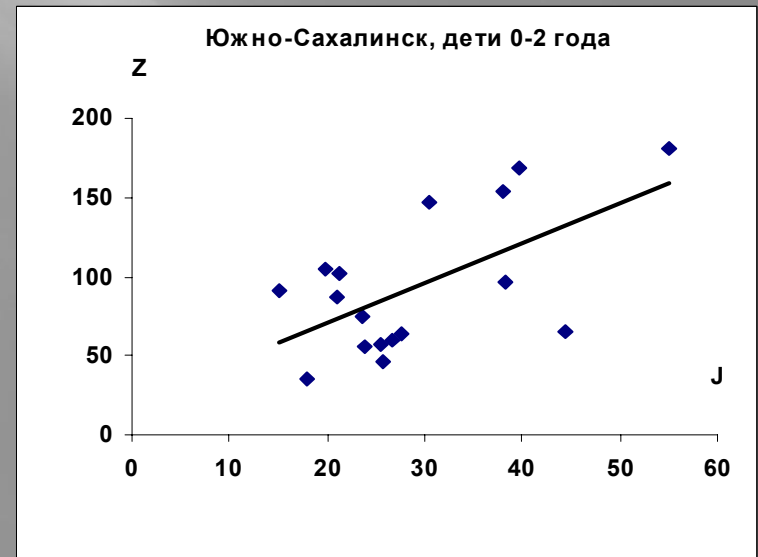
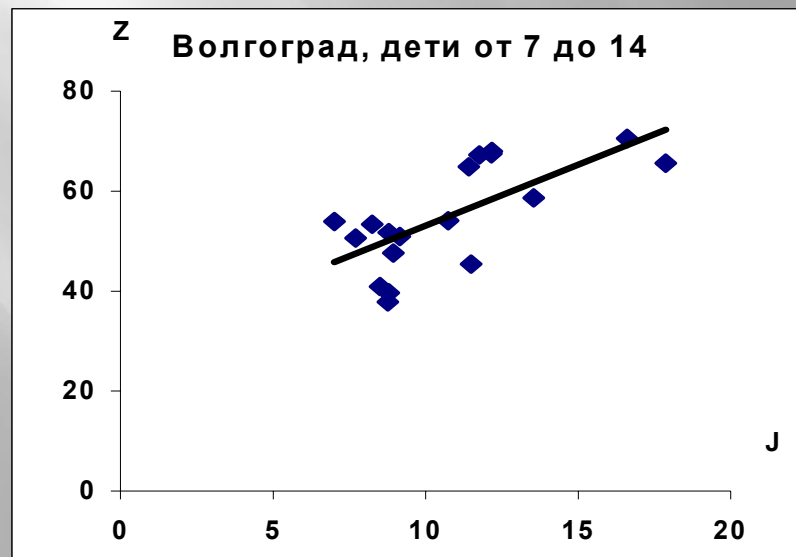
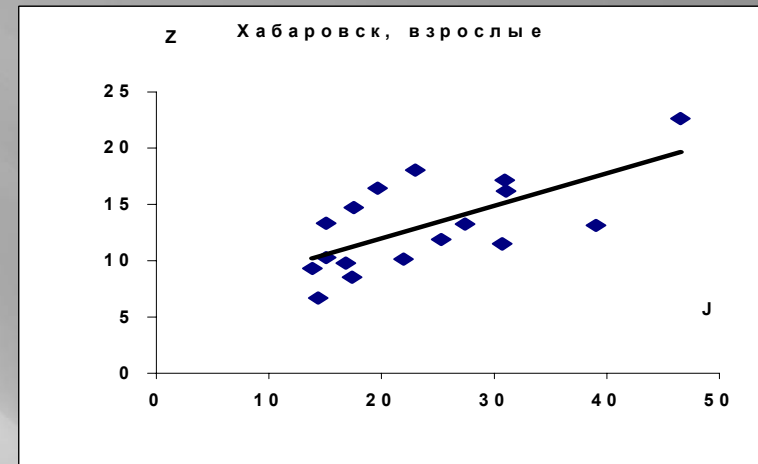
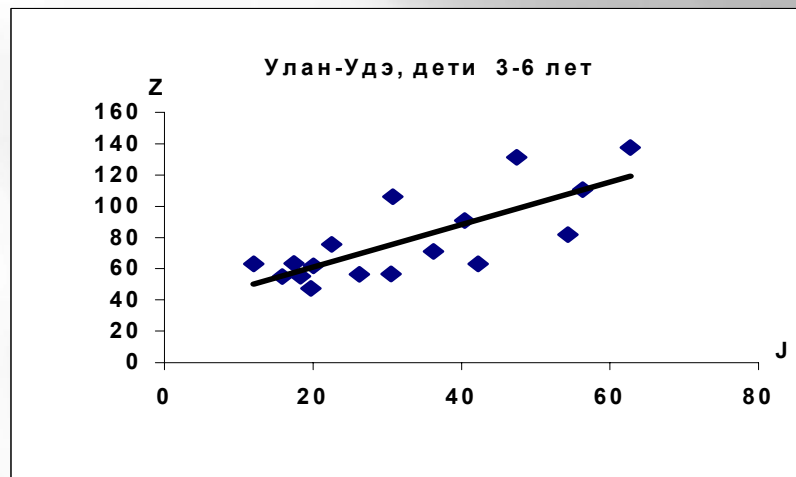
Grimsvotn
Hsource = 8000 m
Rate = 6500 kg/sec
h = 700-1300 (sigma=0.90622)
21.05.2011 18-00 +50h





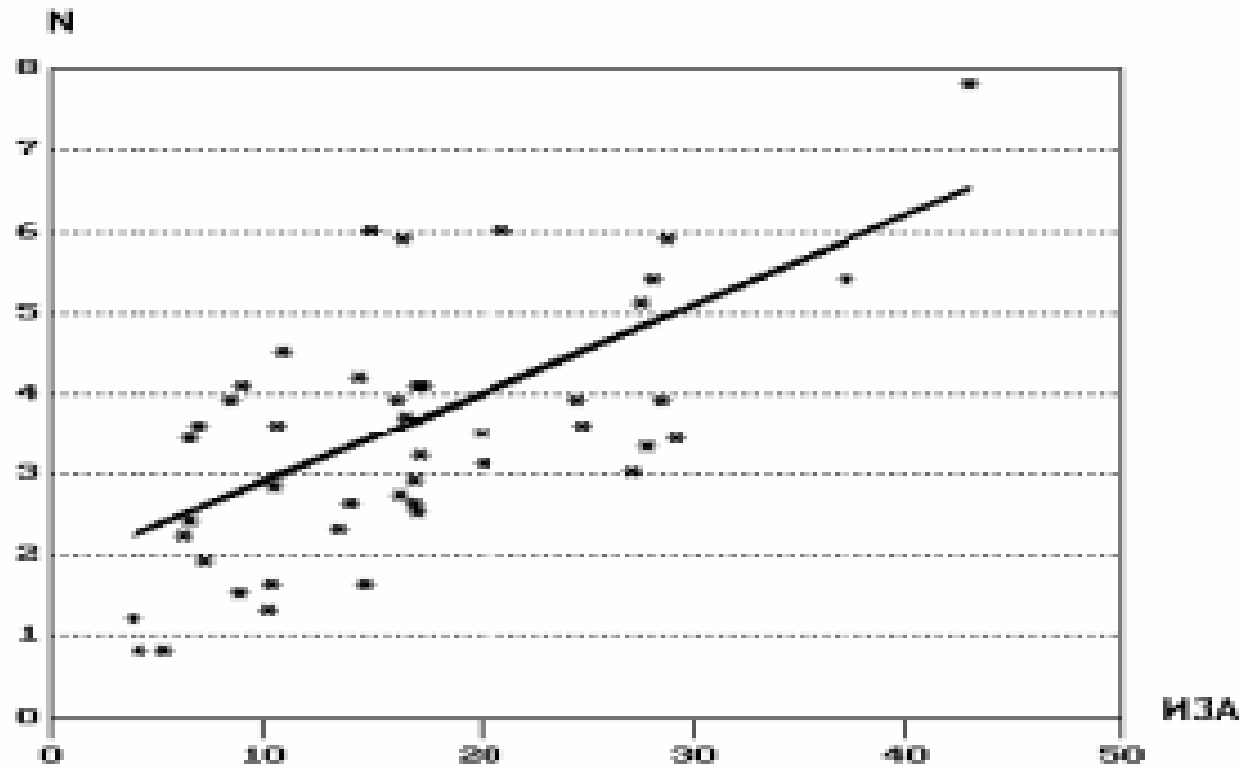
6. Health aspects

Flu and respiratory morbidity at different values air pollution indices in 1984 - 2004 (E. Bezuglaya)



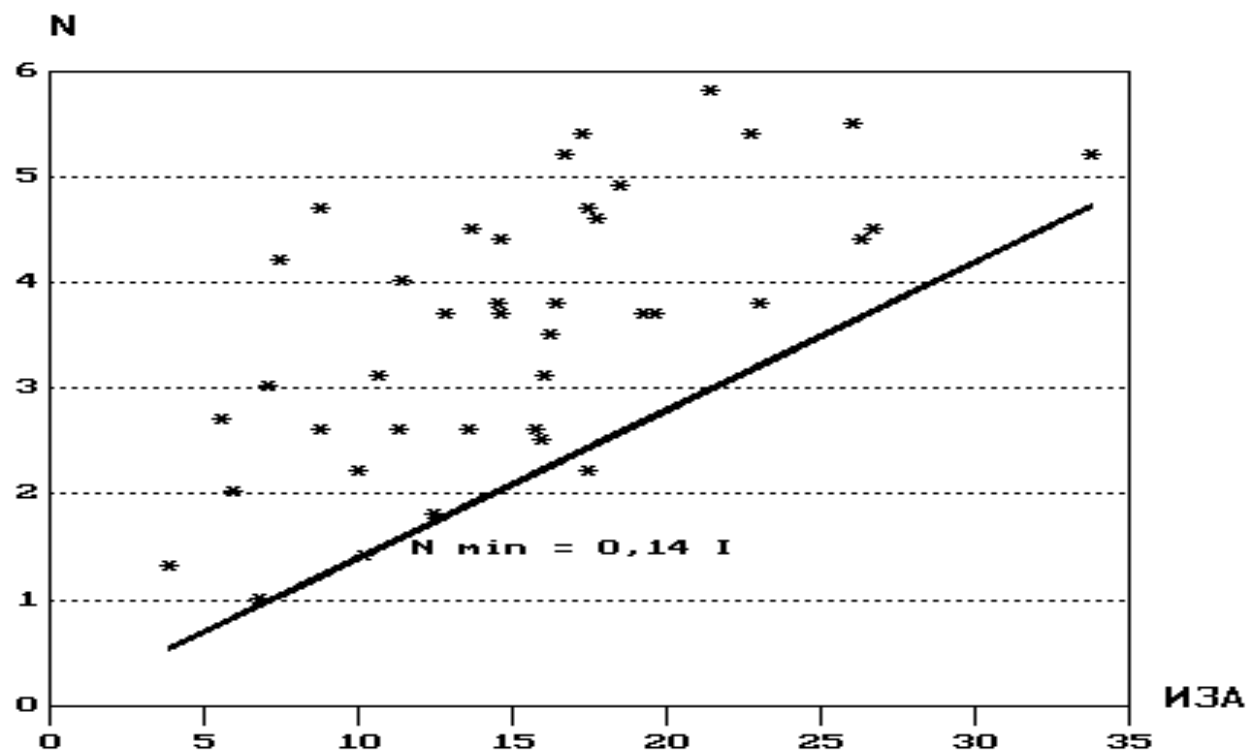
Cancer morbidity (per 1000 citizens) in largest cities in 1990 at different values of air pollution index

a)



Cancer morbidity (per 1000 citizens) at different values of air pollution index

6)





Contacts:

Voeikov Main Geophysical Observatory

Karbyshev str., 7

194021, St. Petersburg

Russia

Tel: +7 (812) 297 4390

Fax: +7 (812) 297 8661

E-mail: (chichern@main.mgo.rssi.ru)

web: (www.voeikovmgo.ru)



Acknowledgments to:

Dr. E. Bezuglaya

Prof. E. Genikhovich

Dr. I. Smirnova

O. Sharikova

Dr. Kovacheva

E. Yakovleva

I. Serebritski



**Thank you
for your attention**