

**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

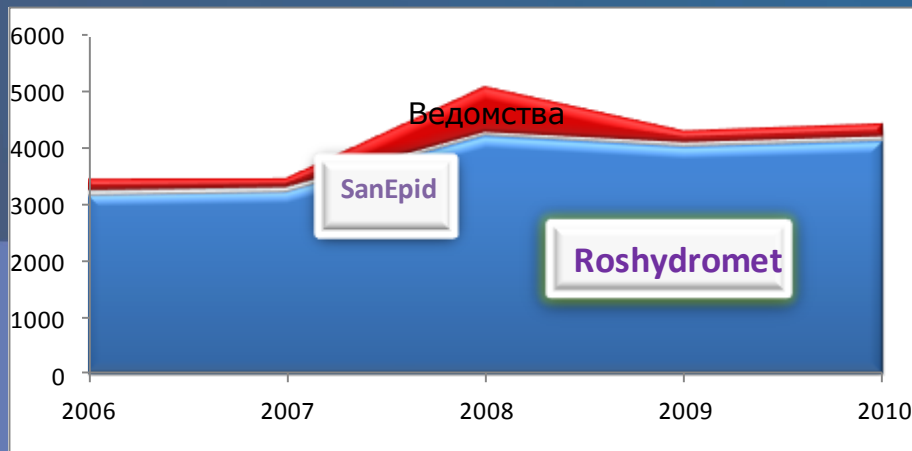


2. Observations



Pollutants, data, station categories

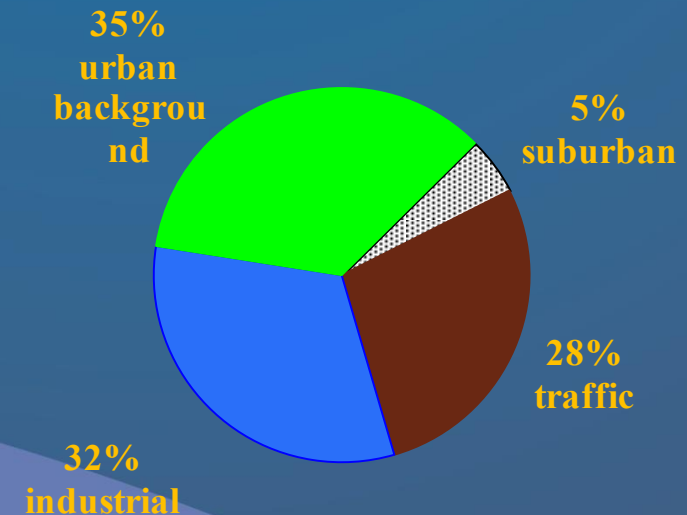
- About **40 pollutants** are systematically observed
- From **1–5 to 10–16 stations** in a city depending on population
- **Total samples amount: 4.4 M in 2011**, incl. Roshydromet - **4.1 M samples**



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 (07 a.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%)

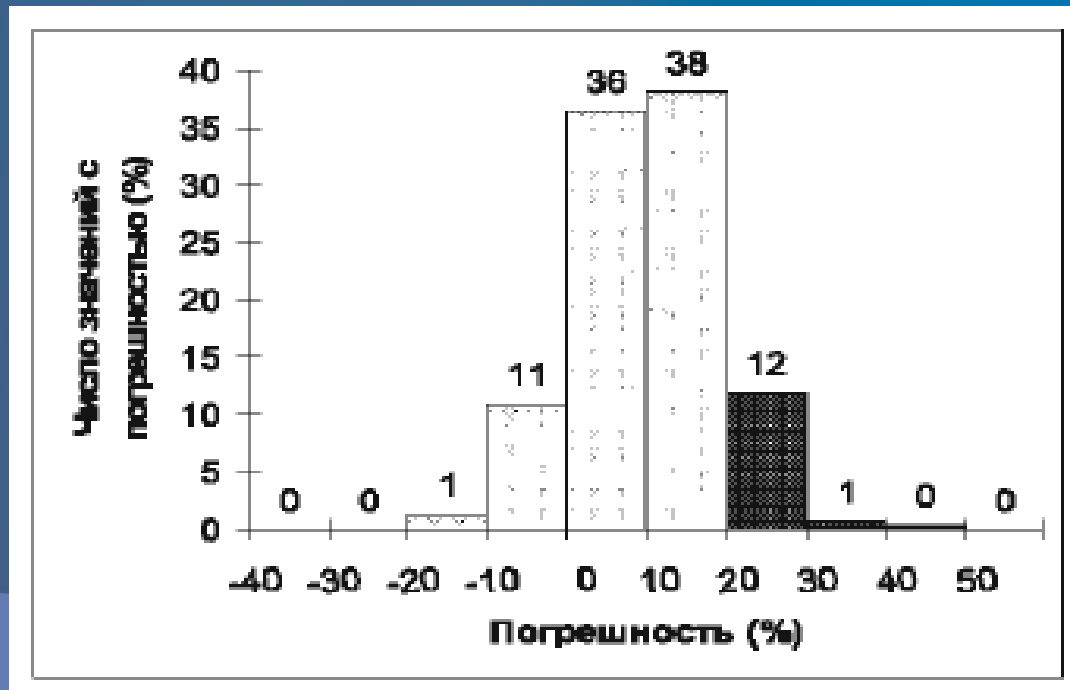
1 sample / day (moving time sampling) – 11 stations (2%)



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):

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

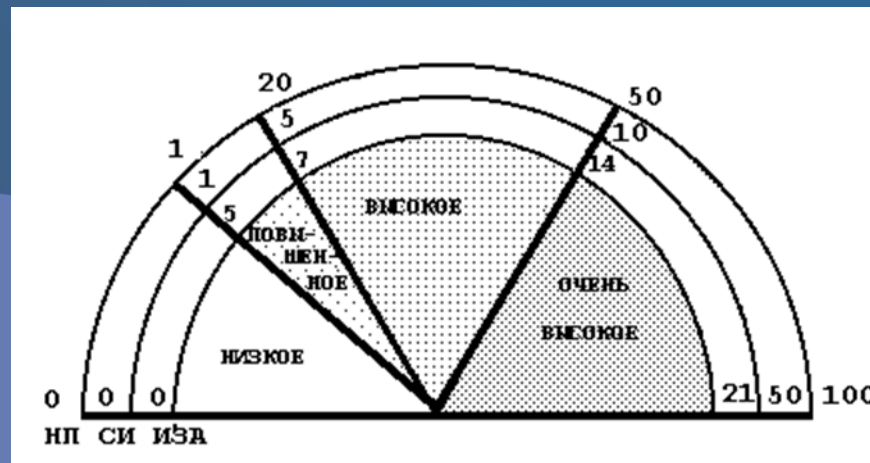
a = 0.85; 1; 1.3; 1.5 for different pollutant toxicity (a=1 for SO₂)

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 | 5 – Nitrogen oxide | 9 – Hydrogen fluoride | 13 – BaP |
| 2 – Sulphur dioxide | 6 – Hydrogen sulphide | 10 – Hydrogen chloride | 14 – Ethilbenzine |
| 3 – Carbon monoxide | 7 – Carbon sulphide | 11 – Ammonia | |
| 4 – Nitrogen dioxide | 8 – Phenol | 12 - Formaldehyde | |



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.

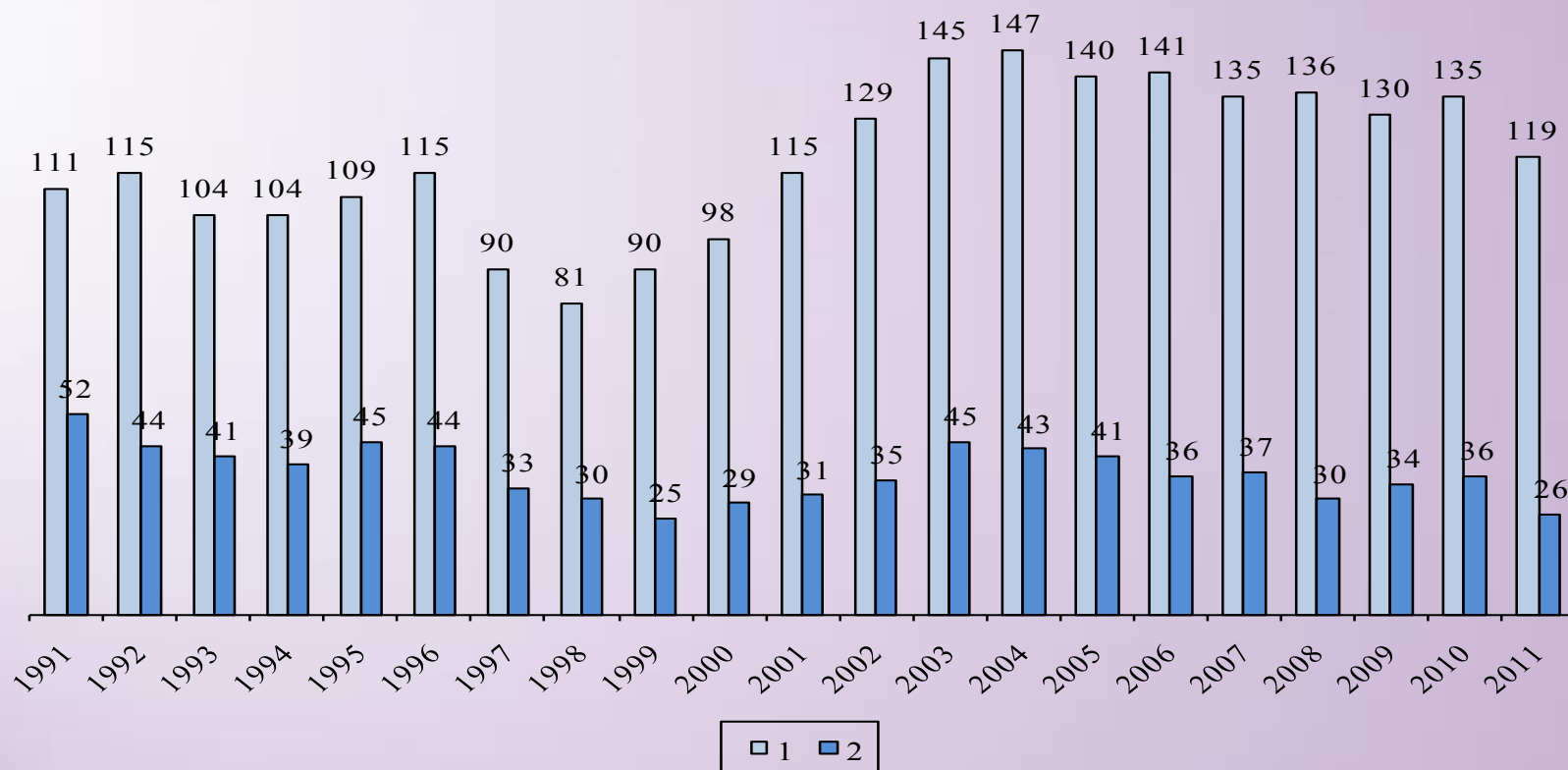


Major pollutants in Top List cities (as contribute to API index):

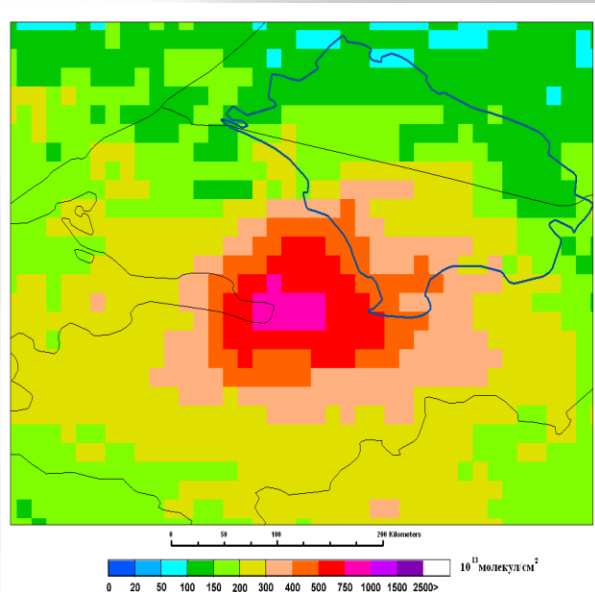
- formaldehyde (26 cities of 27)
- benz(a)pirene (21)
- particulate matter (15)
- nitrogen dioxide (15)
- phenol (8)
- ammonia (4)
- carbon monoxide (1)
- sulphur dioxide (1)
- soot (1)
- carbon bisulphide (1)



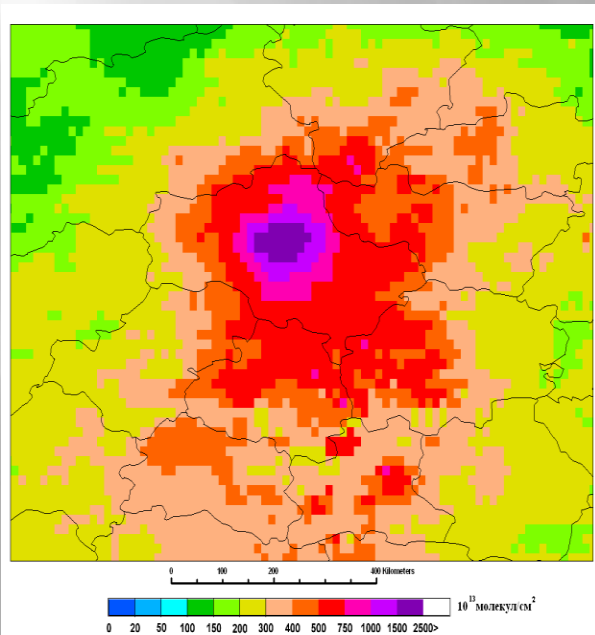
Number of cities in grades “High” (1) and “Very High” (2) in 1991 - 2011



Satellite data on NO2

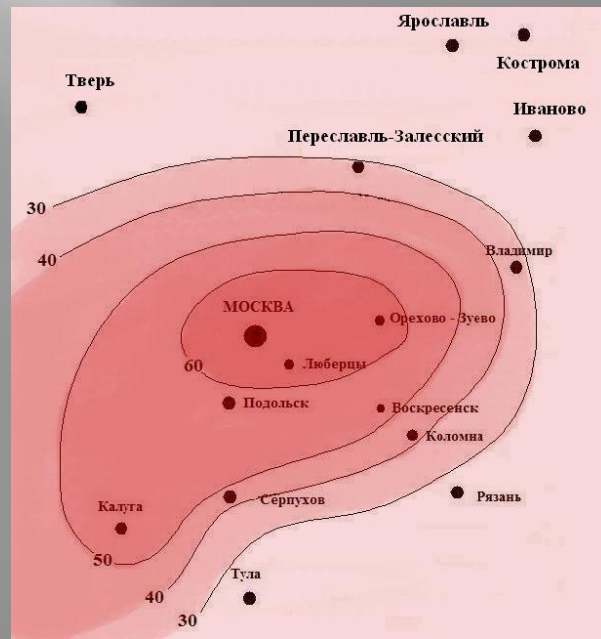
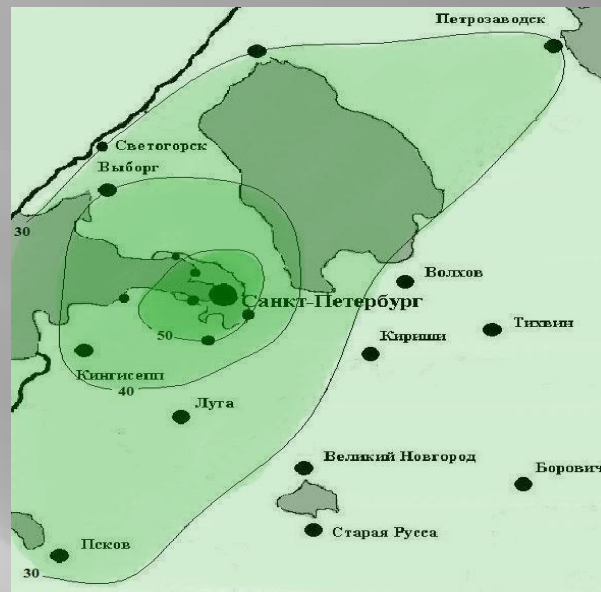


St. Petersburg



Moscow

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



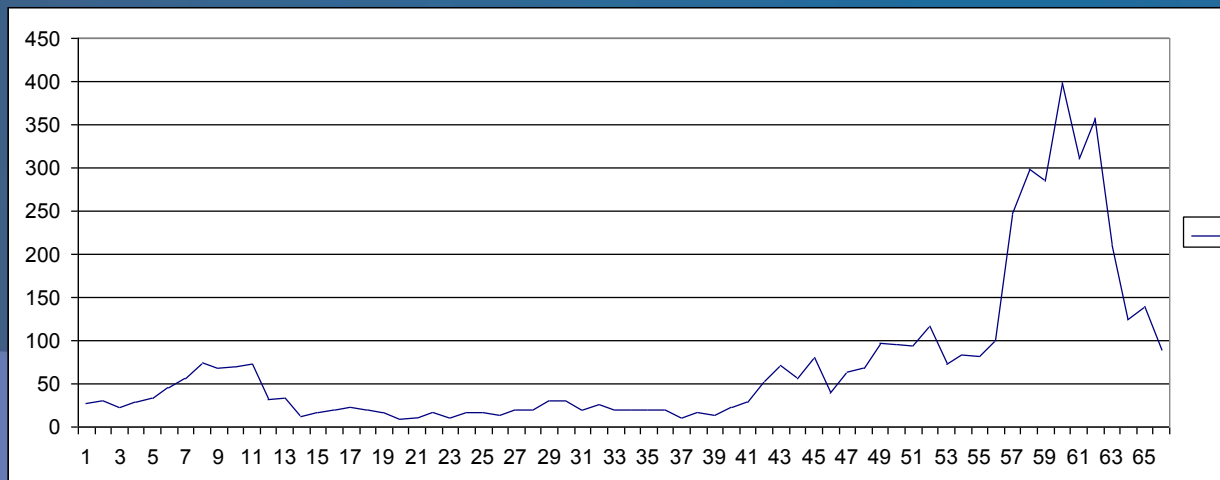


Contribution of different pollutants to population risk in Moscow during forest fires in summer 2010 *(Е.Л. Генихович и др. К анализу последствий высокого загрязнения воздушного бассейна Москвы летом 2010 г. Труды ГГО, вып. 565, Спб, 2012, с. 79-88)*

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:

The collage features several documents and media pieces:

- Top Left:** "ОБЗОР ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗА 2011 ГОД" (Review of activities for 2011) from the Federal Agency for Environmental Protection and Monitoring, featuring a blue cover with a circular logo.
- Top Center:** "ЕЖЕГОДНИК состояние загрязнения атмосферы в городах на территории деятельности ФГБУ «Северное УГМС» за 2011 год" (Annual report on air pollution in cities on the territory of the Federal Scientific Center of Air Pollution Monitoring and Control for 2011). The cover shows a cityscape and a blue sky.
- Top Right:** "РВРГТСКИЕ ВЕДОМОСТИ" (Rybinsk News) newspaper clipping with the headline "Непрозрачная экология" (Opaque ecology). It includes a photo of a factory emitting smoke.
- Middle Left:** "Состояние окружающей среды Новосибирской области в 2008 году" (State of the environment in Novosibirsk region in 2008). The cover shows a green landscape with a blue sky.
- Middle Center:** "Загрязнение по расчету" (Pollution by calculation) article from "ТЕХНОЛОГИИ" (Technologies) section. The headline reads "АНАЛИЗИРОВАТЬ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ В КАЖДОЙ ТОЧКЕ ГОРОДА НЕОБЯЗАТЕЛЬНО" (Analyzing the state of the atmosphere in every point of the city is not mandatory). The article discusses air quality monitoring methods.
- Middle Right:** "Архангельск 2012" (Arkhangelsk 2012) report cover, showing a cityscape and a blue sky.
- Bottom Left:** "Дзержинск Экологическая обстановка 2007г." (Dzerzhinsk Ecological situation 2007). The cover features an aerial view of the city.
- Bottom Center-Left:** "ЭКОЛОГИЯ НОВОКУЙБИШЕВСКА 15 лет экологической службы администрации г.о.Новокуйбышевск" (Ecology of Novokuybyshevsk 15 years of ecological service of the administration of the city district of Novokuybyshevsk). The cover shows an industrial facility.
- Bottom Center-Right:** "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОКЛАД О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВЛИЯНИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2009 ГОДУ" (State report on the state of the environment and the impact of environmental factors on the health of the population of the Sverdlovsk region in 2009). The cover features a map of the region.
- Bottom Right:** "ВОЗДУХ НАШЕЙ ЖИЗНИ" (Air of our life) report cover with a collage of nature photos. Below it is "ОБЗОР О состоянии загрязнения окружающей среды на территории Уральского федерального округа за 2010 год" (Review on the state of environmental pollution in the Ural Federal District for 2010). The cover shows a cityscape and a blue sky.
- Far Right:** "ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИВОЛЖСКОГО УГМС ЗА 2009 г." (Review on the state and pollution of the environment on the territory of activity of the Volga Federal Scientific Center of Air Pollution Monitoring and Control for 2009). The cover features a map of the region.

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



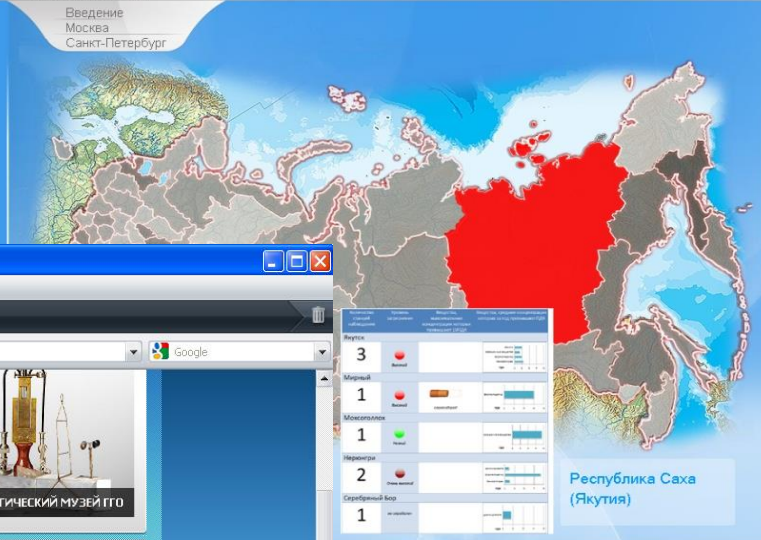
ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им.А.И.ВОЕЙКОВА

Загрязнение атмосферного воздуха

в городах Российской Федерации



Введение
Москва
Санкт-Петербург



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

Файл Печать Вид Закладки Виджеты Инструменты Справка

Главная геофизическая... Загрузки

<http://voeikovmgo.ru/ru/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

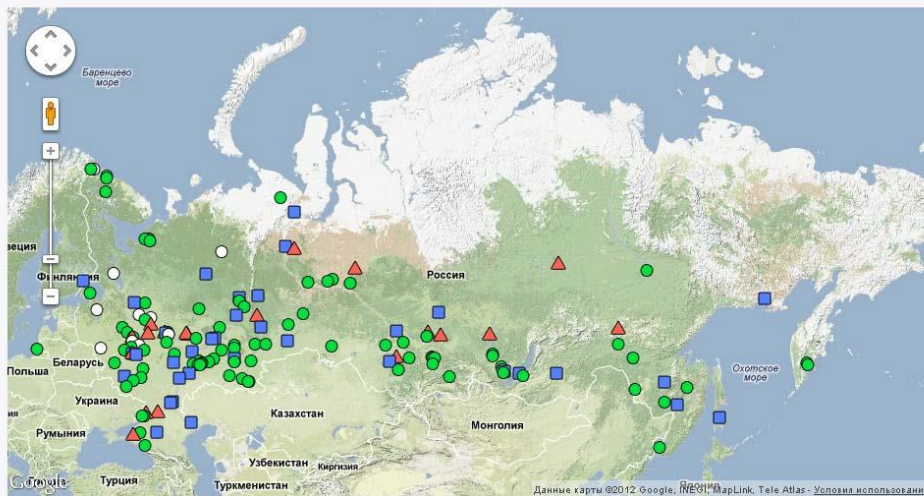
Изображения ©2010 TerraMetrics - Условия использования

Среднегодовые концентрации диоксида азота в городах на территории России

0-1,0 ПДК

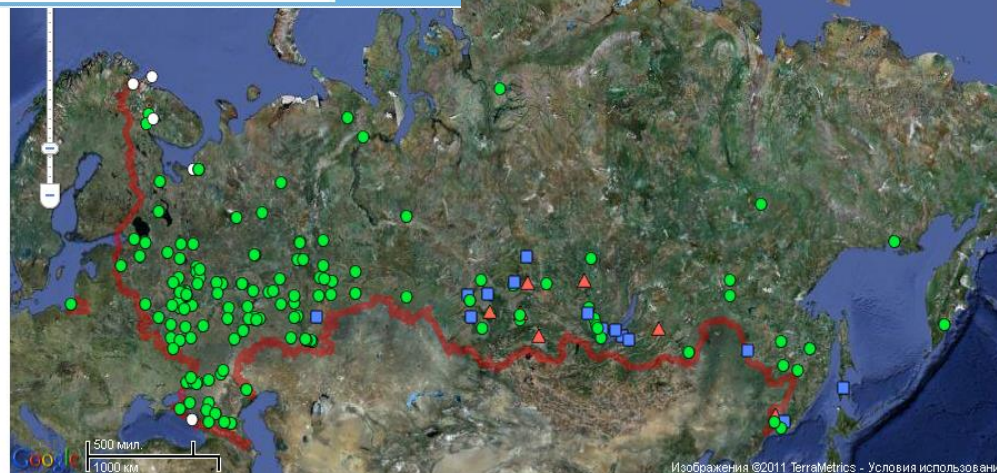
Designed by STUDIO 84

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



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

СРЕДНЕГОДОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ГОРОДАХ РФ





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
Минздравом 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

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

$$x_M = d \cdot H; \quad d = \Phi_1(\mathbf{v}_M, f);$$

$$u_M = \Phi_2(\mathbf{v}_M, f)$$

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;

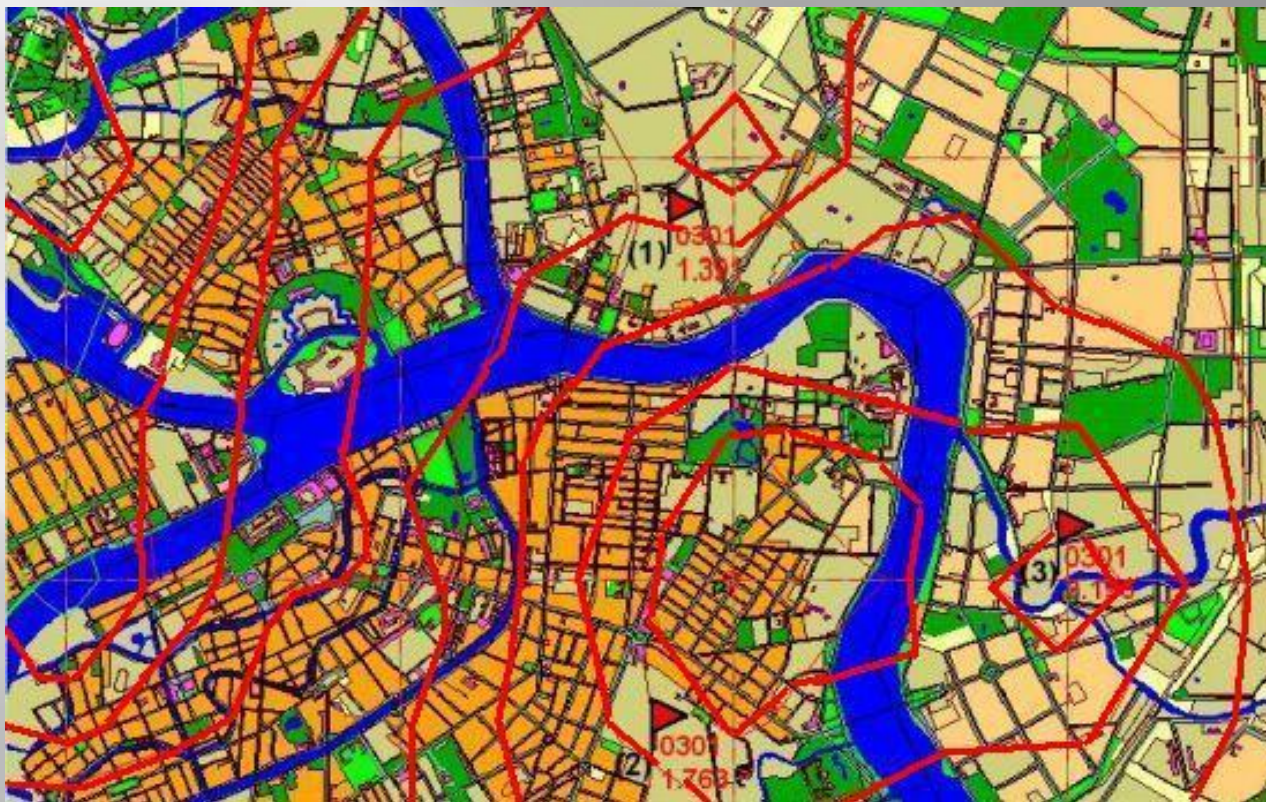
m , n - безразмерные поправочные коэффициенты: $m = \Phi_3(f)$, $n = \Phi_4(\mathbf{v}_M)$;

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

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


D (м), w_0 (м/с) - диаметр устья источника и скорость выхода ГВС;

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



http://www.infoeco.ru/index.php?id=53

Тематические карты по экол... 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


Н п/п 9

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

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

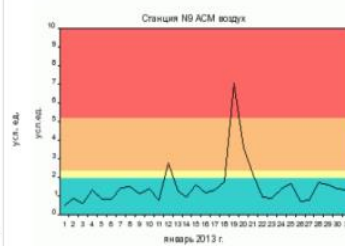
Измеряемые параметры
 температура воздуха, скорость ветра, направление ветра, влажность воздуха, CO, NO, NO2, O3, SO2, PM-10, бенз[а]пирен, ароматические углеводороды, фенол, формальдегид

Посмотреть отчет станции за
 январь 2013



■ - Станции АСМ воздух

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



УСЛ, кл.

Станция №9 АСМ воздух

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

январь 2013 г.

■ -низкий
 ■ -повышенный

Автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга

...нения потребностей органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций

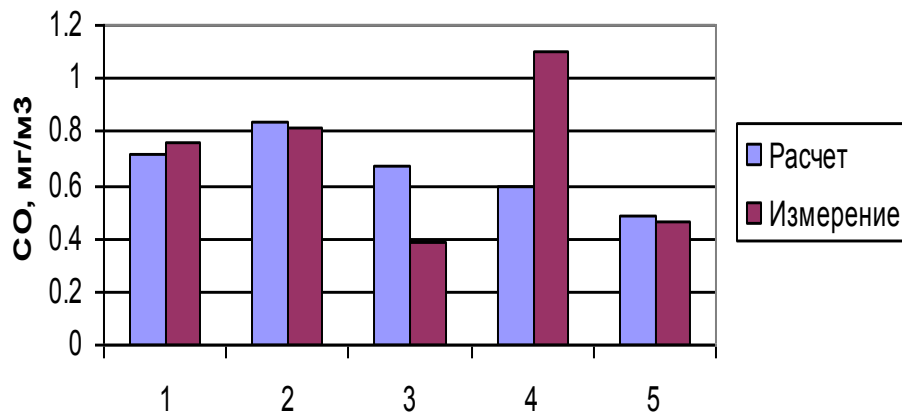
Microsoft Word

Элементы: 1 953 Непрочитанные: 433 Напоминания: 1

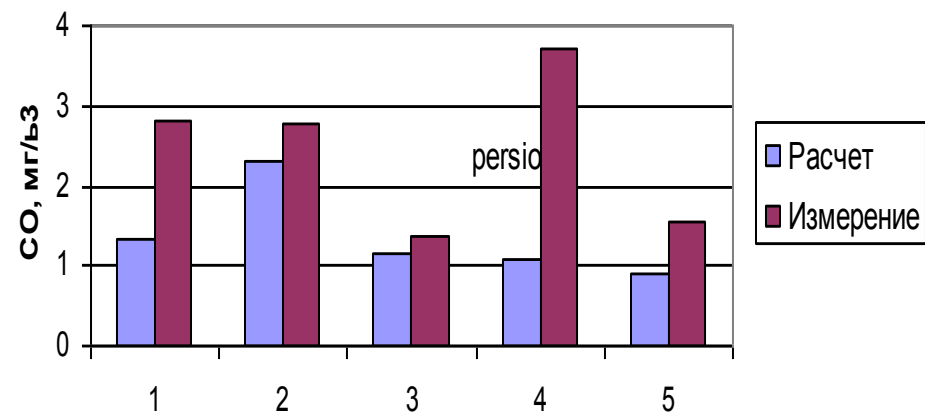
17:42 01.03.2013

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

Сравнение расчетных и измеренных среднегодовых концентраций

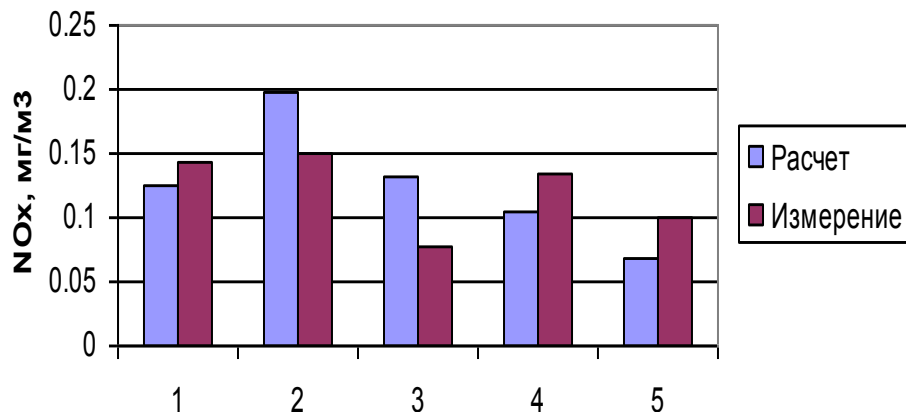


Сравнение расчетных и измеренных максимальных концентраций

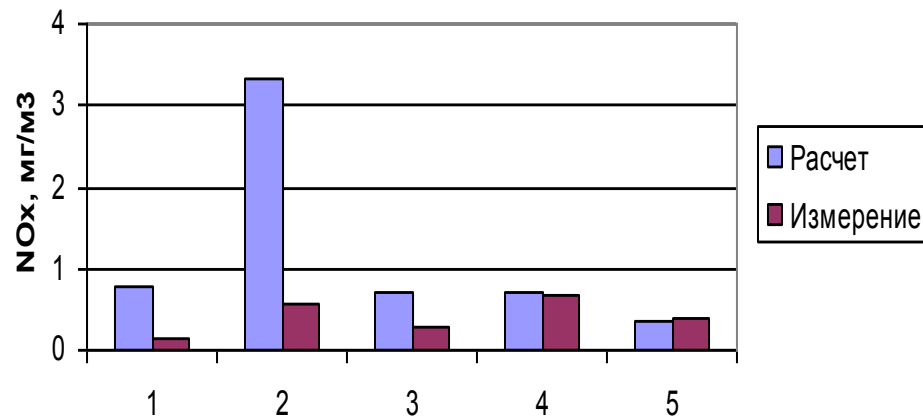


Calculated vs measured long-term (left) and max. short-term (right) NO_x concentrations in St. Petersburg

Сравнение расчетных и измеренных
среднегодовых концентраций



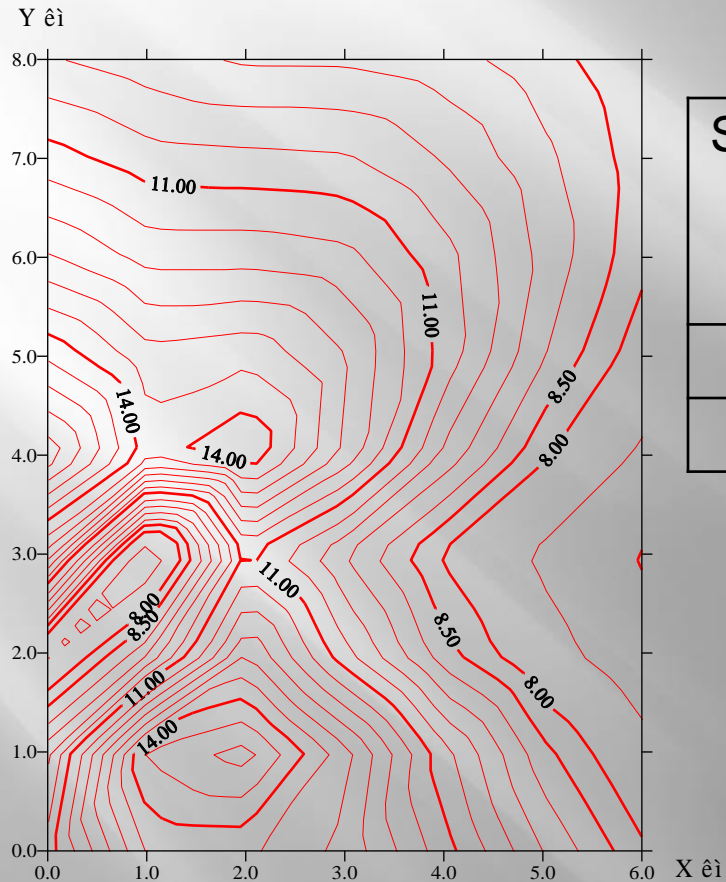
Сравнение расчетных и измеренных
максимальных концентраций



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

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

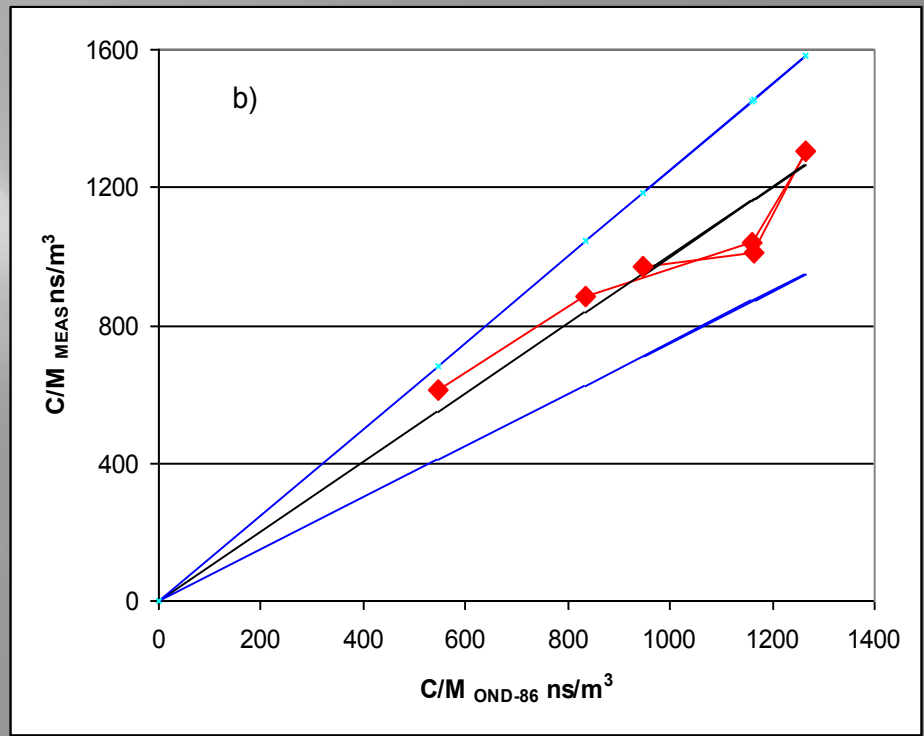
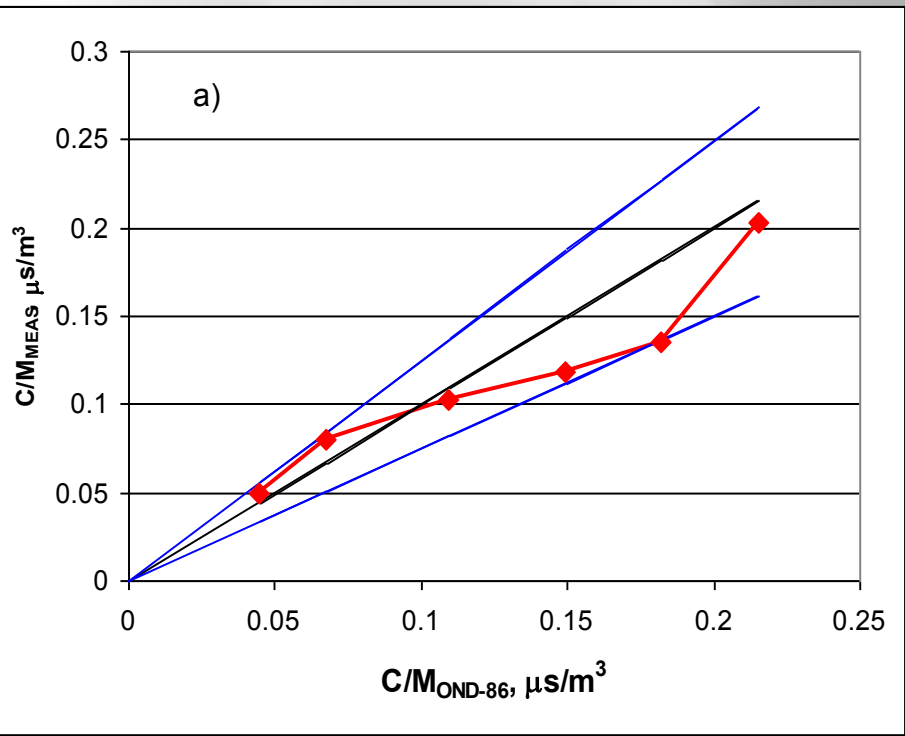
Annual SO₂ concentrations in Raahe (Finland)



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

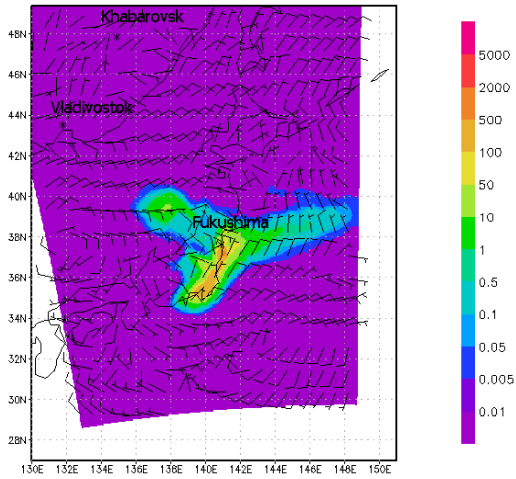
Blind comparison

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

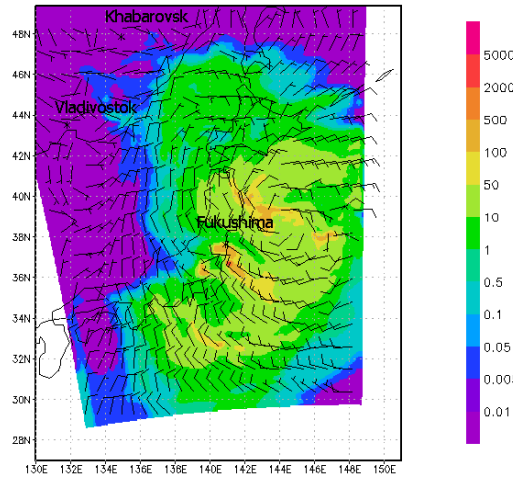


Air Pollution Modeling (MGO regional model)

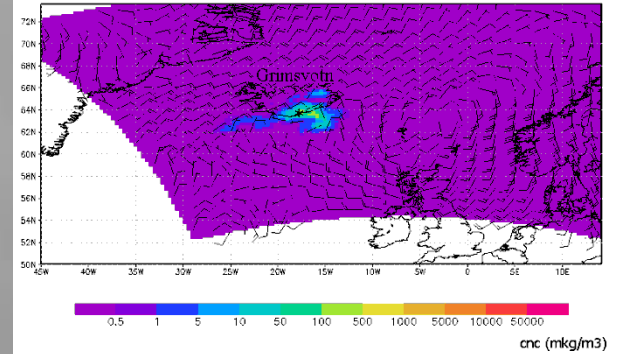
Fukushima 2011 APR 18 10:00



Fukushima 2011 APR 20 00:00



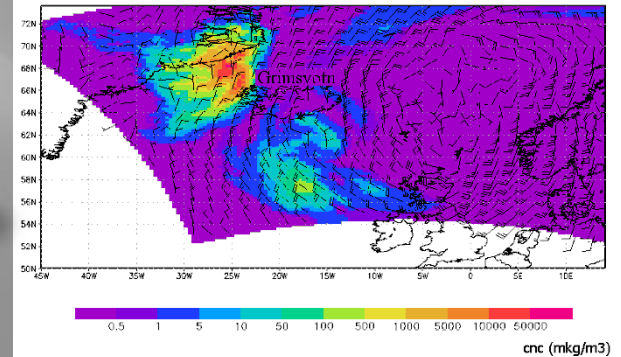
Grimsvotn
Hsource = 8000 m
Rate = 6500 kg/sec
h = 700-1300 (sigma=0.90622)
21.05.2011 18-00 +20h



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, high - 8000m

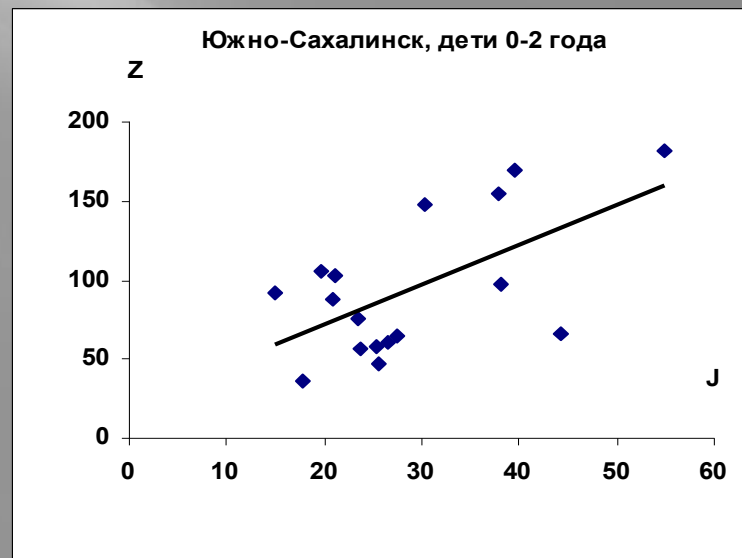
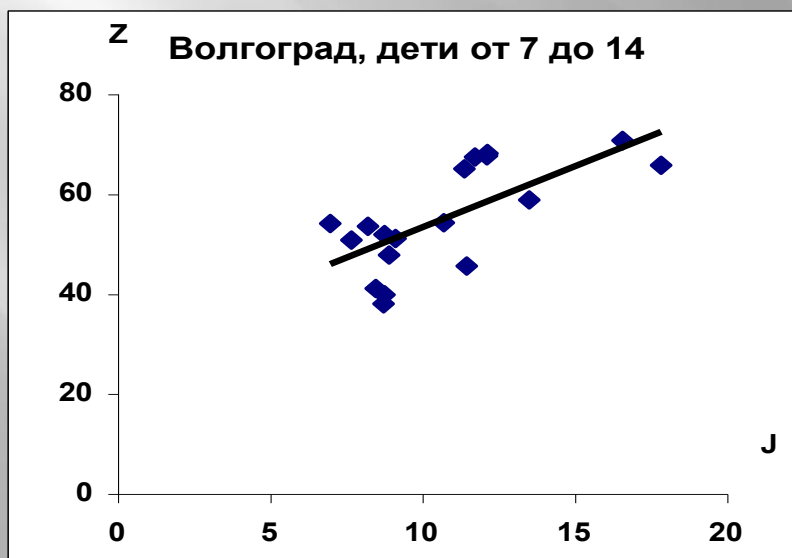
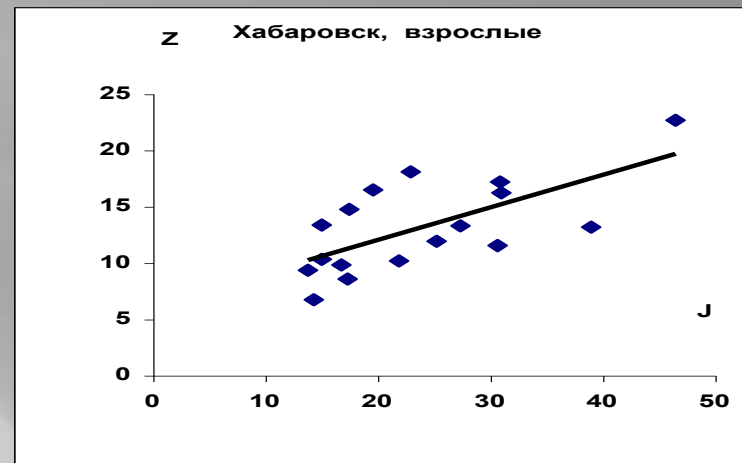
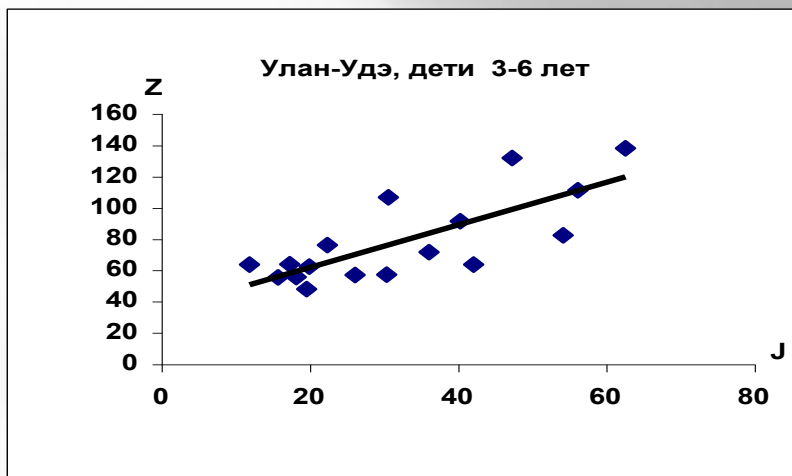
Grimsvotn
Hsource = 8000 m
Rate = 6500 kg/sec
h = 700-1300 (sigma=0.90622)
21.05.2011 18-00 +50h



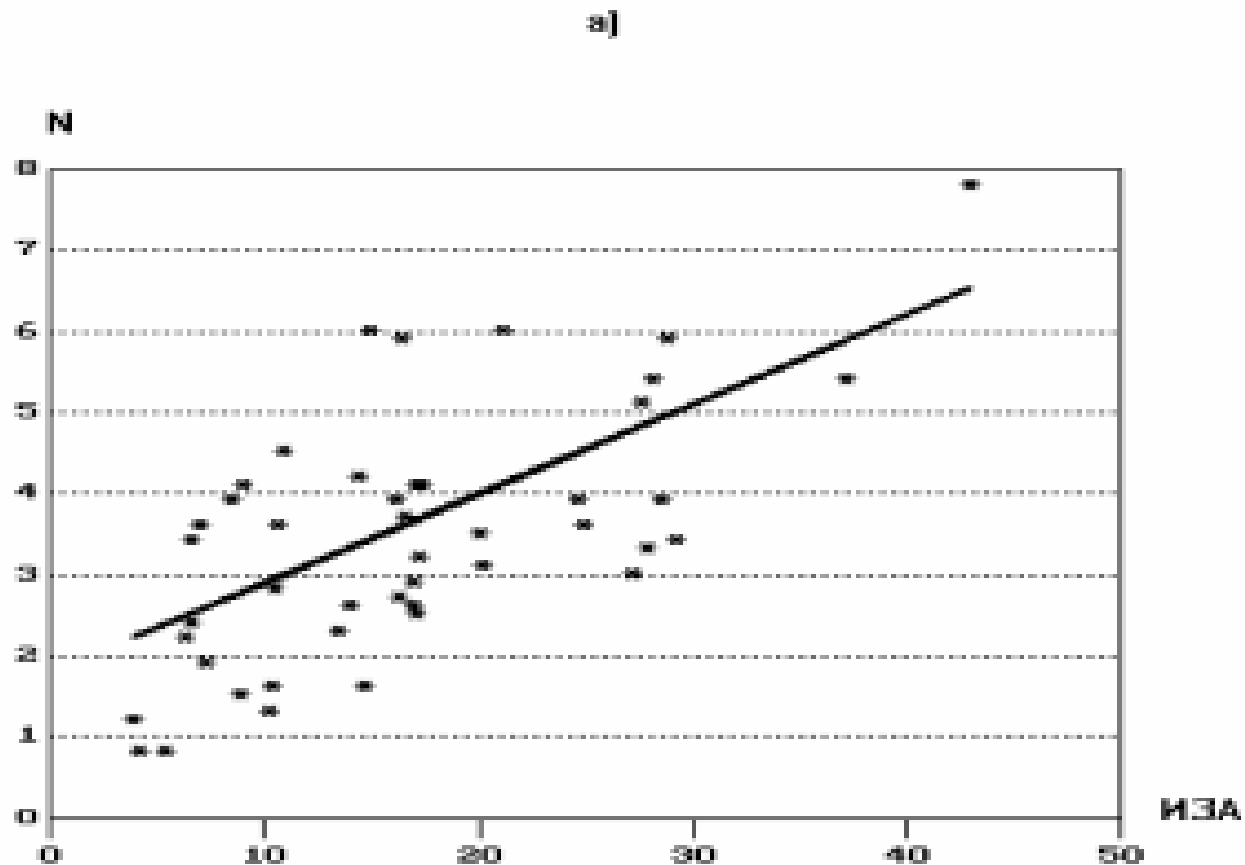


6. Health aspects

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

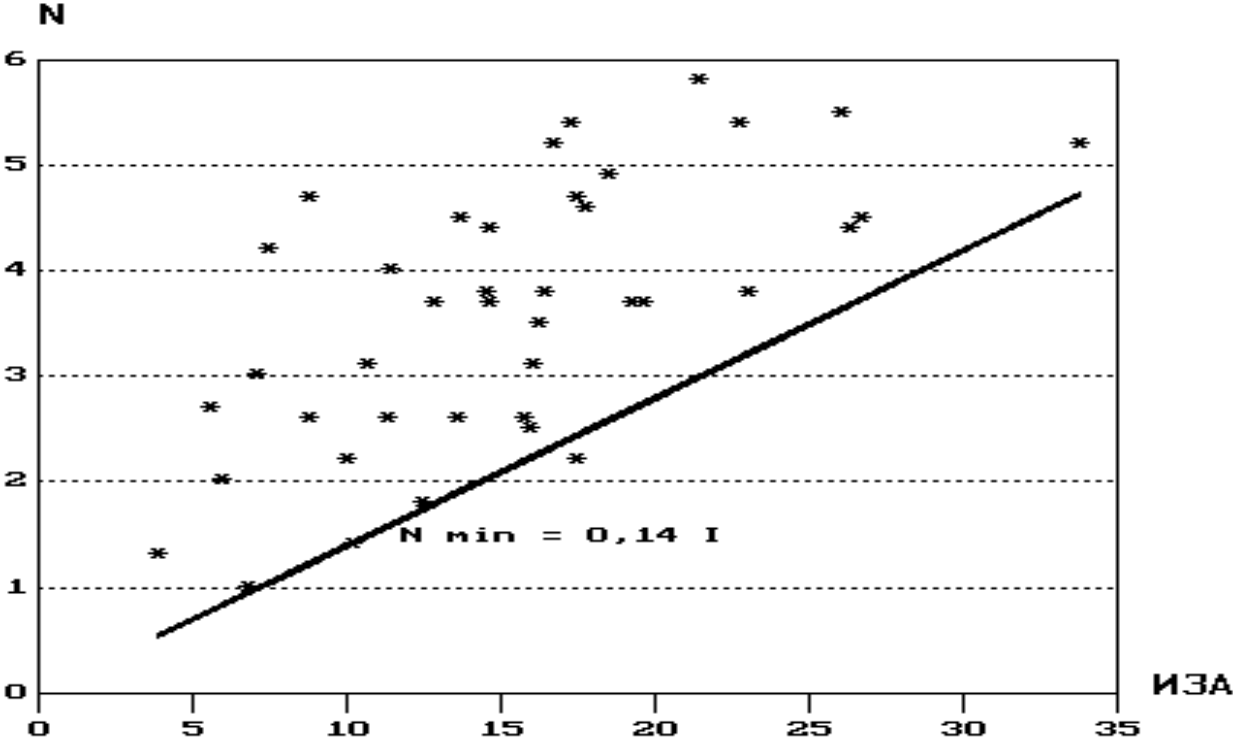


Cancer morbidity (per 1000 citizens) in largest cities in 1990 at different values of air pollution index



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**