

# Мониторинг качества воздуха



Законодательство, методы оценки,  
примеры

Юлия Докторова  
Консультант проекта WECOOP2



EU-Central Asia enhanced regional cooperation on  
Environment, Climate Change and Water

This project is funded by  
The European Union



Stantec umweltbundesamt<sup>U</sup>

Union and implemented by the consortium led by Stantec, with the Austrian Environment Agency (Umweltbundesamt) and the Regional Environmental Centre for the Caucasus (REC Caucasus) as the consortium partners.



# Содержание

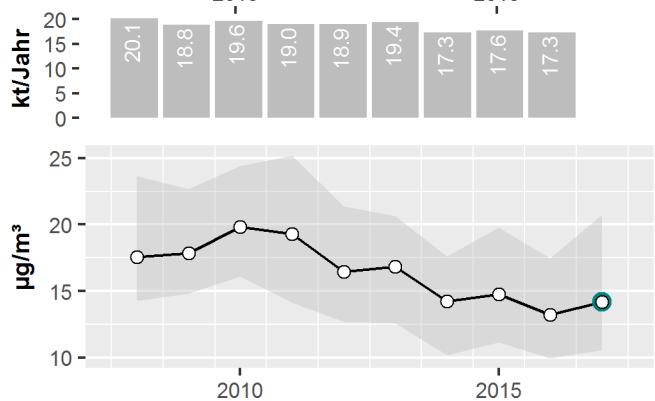
---

- Законодательство
- Кол-во и место пунктов мониторинга
- Методы оценки
- Требования к качеству данных
- Примеры

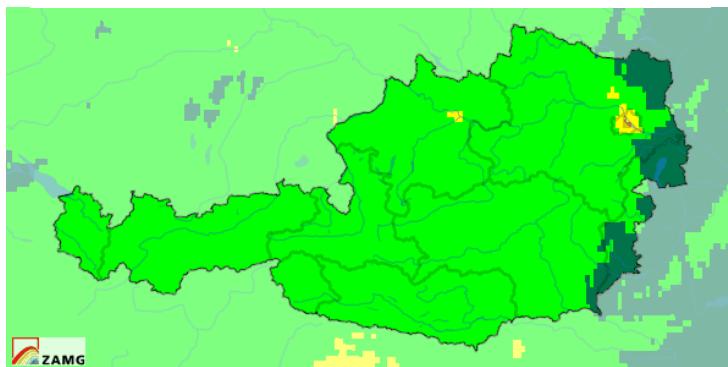


# Почему мониторинг?

- Важный элемент системы управления качества воздуха
- Задачи:
  - Оценка качества воздуха
    - Текущая ситуация (отдельные эпизоды, превышения)
    - Годовые значения для сравнения с нормативами
    - Анализ тенденций
  - Определение источников загрязнения
  - Информирование общественности
  - Вводные данные для моделирования
  - Данные для верификации моделей
  - Оперативный контроль (в городе и на предприятии)

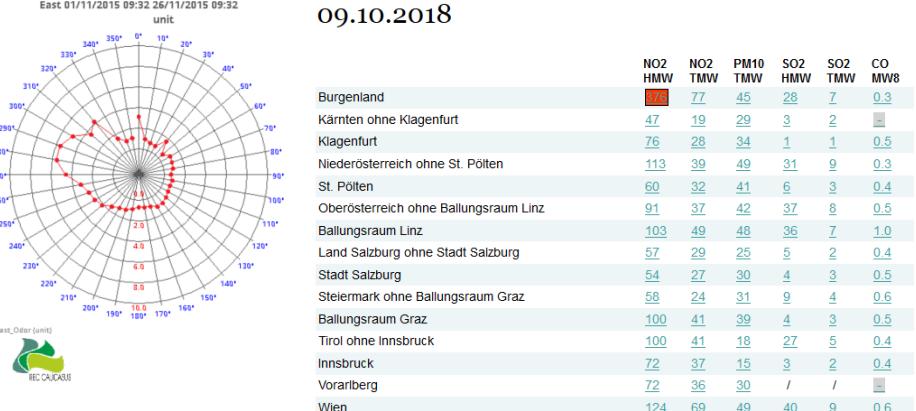


Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt<sup>®</sup>

East 01/11/2015 09:32 26/11/2015 09:32

09.10.2018



	NO <sub>2</sub> HMW	NO <sub>2</sub> TMW	PM <sub>10</sub> HMW	PM <sub>10</sub> TMW	SO <sub>2</sub> HMW	SO <sub>2</sub> TMW	CO MW8
Burgenland	30.5	77	45	28	7	0.3	
Kärnten ohne Klagenfurt	47	19	29	3	2	0.5	
Klagenfurt	76	28	34	1	1	0.5	
Niederösterreich ohne St. Pölten	113	39	49	31	9	0.3	
St. Pölten	60	32	41	6	3	0.4	
Oberösterreich ohne Ballungsraum Linz	91	37	42	37	8	0.5	
Ballungsraum Linz	103	49	48	36	7	1.0	
Land Salzburg ohne Stadt Salzburg	57	29	25	5	2	0.4	
Stadt Salzburg	54	27	30	4	3	0.5	
Steiermark ohne Ballungsraum Graz	58	24	31	9	4	0.6	
Ballungsraum Graz	100	41	39	4	3	0.5	
Tirol ohne Innsbruck	100	41	18	27	5	0.4	
Innsbruck	72	37	15	3	2	0.4	
Vorarlberg	72	36	30	1	1	0.5	
Wien	124	69	49	40	9	0.6	



## Законодательство

---

Наблюдения за качеством воздуха в ЕС проводятся и регулируются следующими директивами:

- Директивой 2008/50/ЕК от 21 мая 2008 года о качестве воздуха и чистом воздухе в Европе
- 4- дочерней директивой 2004/107/ЕК от 15 декабря 2004 года о мышьяке, кадмии, ртути, никеле и полициклических ароматических углеводородах



# Кол-во пунктов мониторинга

## Критерий - здоровье человека:

- Минимум зависит от кол-во населения и качества воздуха

Population of agglomeration or zone (thousands)	If maximum concentrations exceed the upper assessment threshold <sup>(1)</sup>		If maximum concentrations are between the upper and lower assessment thresholds	
	Pollutants except PM	PM <sup>(2)</sup> (sum of PM <sub>10</sub> and PM <sub>2,5</sub> )	Pollutants except PM	PM <sup>(2)</sup> (sum of PM <sub>10</sub> and PM <sub>2,5</sub> )
0-249	1	2	1	1
250-499	2	3	1	2
500-749	2	3	1	2
750-999	3	4	1	2
1 000-1 499	4	6	2	3
1 500-1 999	5	7	2	3
2 000-2 749	6	8	3	4
2 750-3 749	7	10	3	4
3 750-4 749	8	11	3	6
4 750-5 999	9	13	4	6
≥ 6 000	10	15	4	7

Source: Air Quality Directive, Annex V



## Кол-во пунктов мониторинга (2)

---

### Критерий - защита природы:

- Минимум зависит от качества воздуха

If maximum concentrations exceed the upper assessment threshold	If maximum concentrations are between upper and lower assessment threshold
1 station every 20 000 km <sup>2</sup>	1 station every 40 000 km <sup>2</sup>

Source: Air Quality Directive, Annex V



## Верхние и низшие пороги для оценки загрязнения здоровья человека

**Верхний порог для оценки** - уровень, ниже которого при оценке качества воздуха допускается использование комбинации стационарных постов наблюдений и методов моделирования и/или индикативных измерений

**Нижний порог для оценки** - уровень, ниже которого при оценке качества воздуха допускается использование методов моделирования и/или индикативных измерений



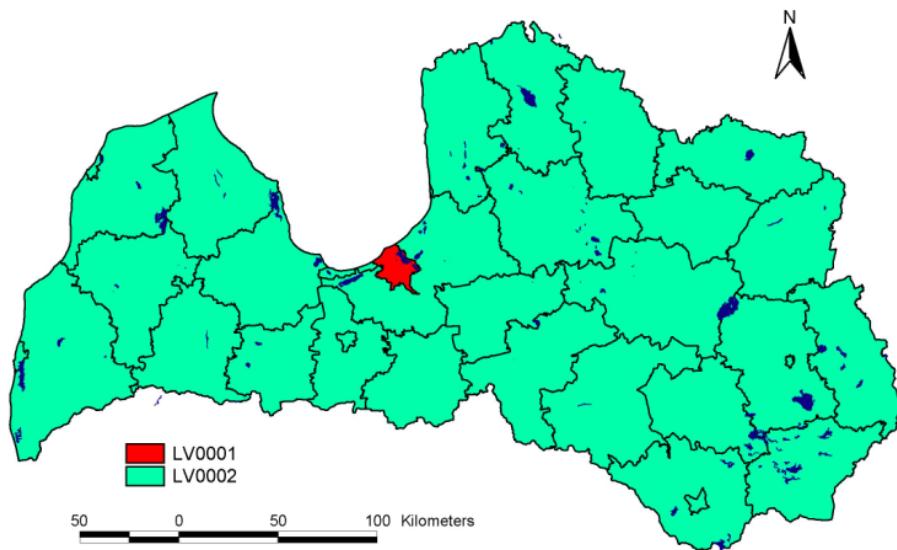
## Верхние и низшие пороги для оценки загрязнения здоровья человека (2)

Вещество	Интервал времени	Порог оценки, мкг/м³	
		Высший	Низший
SO2	24 часа	75 макс. 3 раза в год	<b>50 макс. 3 раза в год</b>
PM10	24 часа	35 макс.35 раз в год	<b>25 макс. 35 раз в год</b>
	Календарный год	28	<b>20</b>
NO2	1 час	140 max. 18 раз в год	<b>100 max. 18 раз в год</b>
	Календарный год	32	<b>26</b>
CO	Максимальная средняя 8 часовая	7000	<b>5000</b>
	Календарный год	3.5	<b>2.0</b>
Pb	Календарный год	0.35	<b>0.25</b>
Cd	Календарный год	0.003	<b>0.002</b>
As	Календарный год	0.0036	<b>0.0024</b>
Ni	Календарный год	0.020	<b>0.010</b>
Benzo(a) pirene	Календарный год	0.0006	<b>0.0004</b>
PM2.5	Календарный год	17	<b>12</b>



## Кол-во пунктов мониторинга – пример Латвии

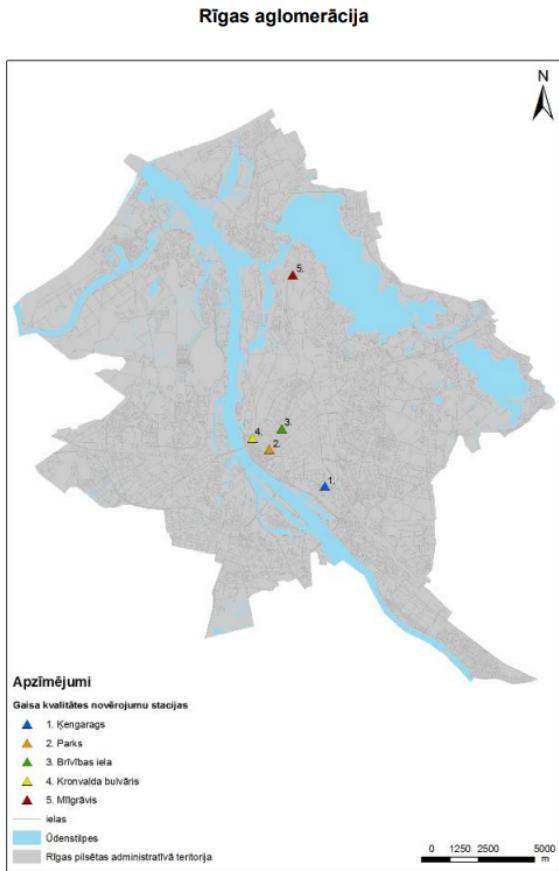
(Пере)оценка согласно Директиве: 1 раз в 5 лет



- Агломерация “Рига” – LV0001 (Административная территория города Рига) с количеством жителей 699 тыс.;
- Зона “Латвия” – LV0002 (вся территория Латвии) с количеством жителей 1.4 млн.

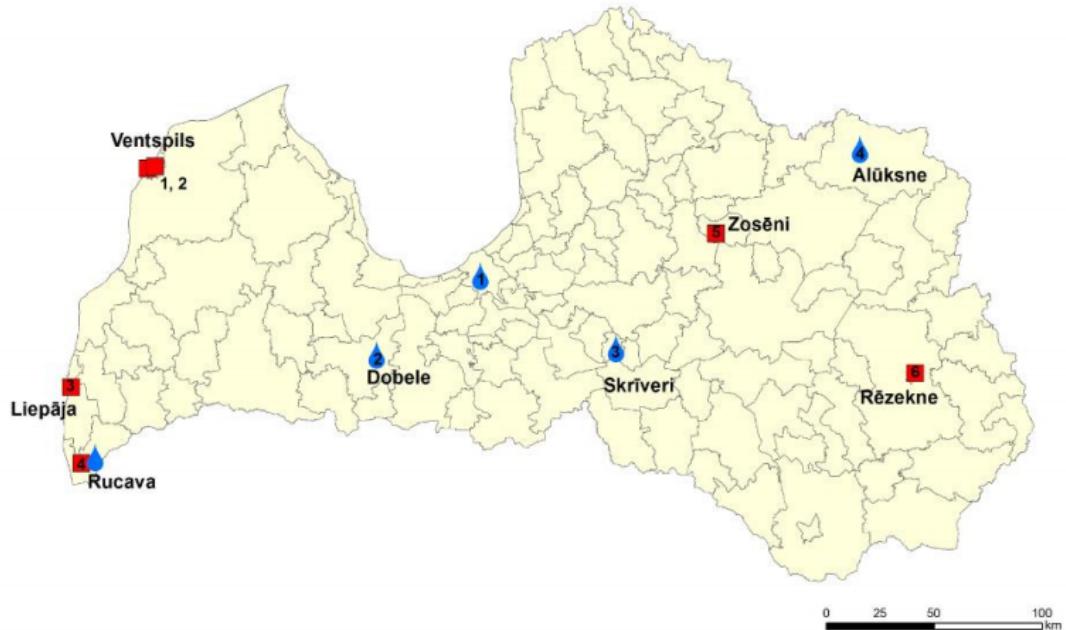


## Кол-во пунктов мониторинга – пример Латвии (2)



1. attēls. Monitoringa staciju izvietojums Rīgā 2017. gadā

5 пунктов в Риге



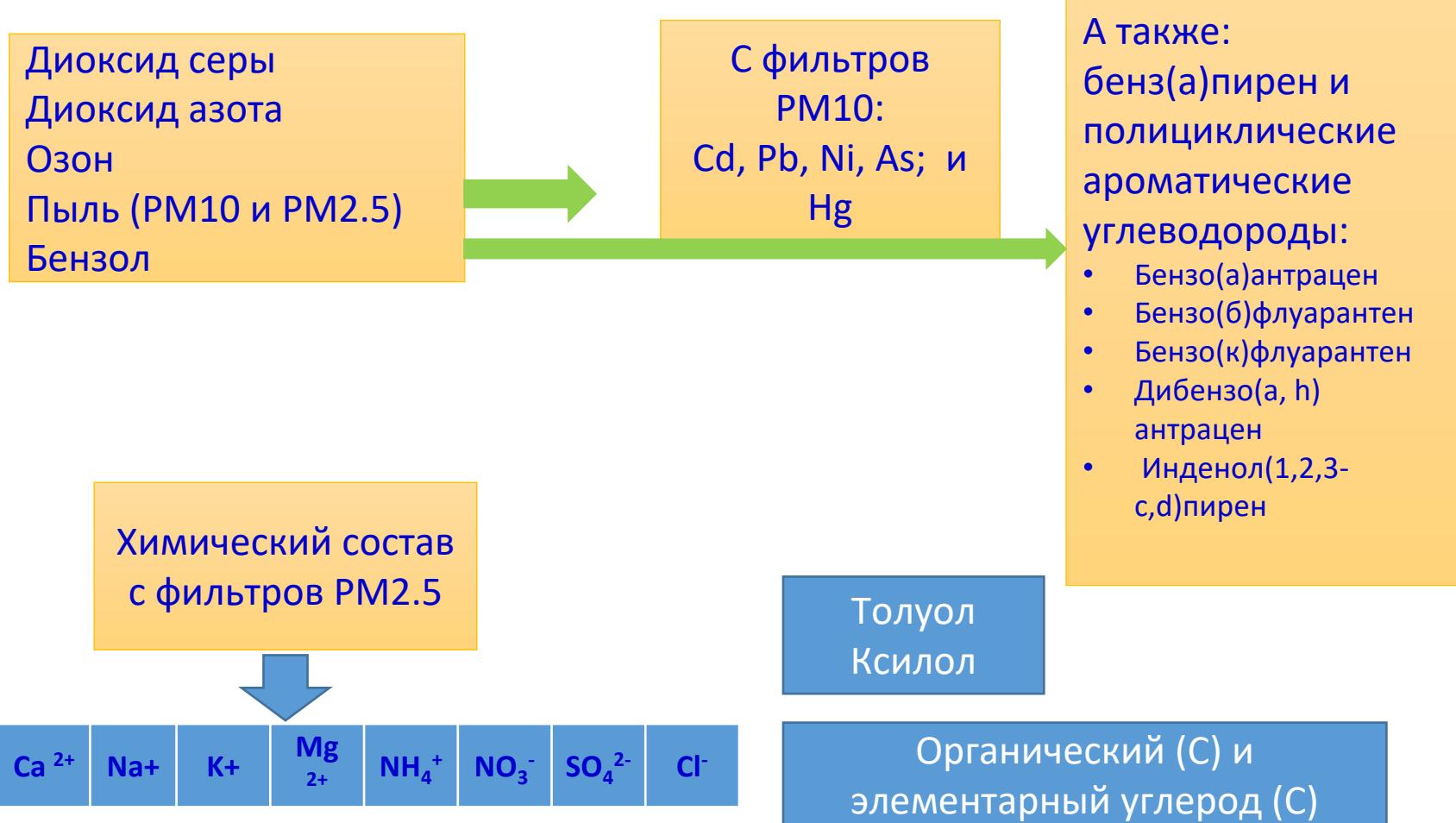
2. attēls. Monitoringa staciju izvietojums 2017. gadā

6 пунктов вне Риги



# Перечень определяемых показателей

## В Латвии



## Кол-во пунктов мониторинга – пример Австрии

---

- **PM<sub>10</sub>** (130 пунктов)
- **PM<sub>2.5</sub>** (35 пунктов)
- **NO<sub>2</sub>, NO** (150 sites)
- **Озон** (105 пунктов)
- **SO<sub>2</sub>** (40 пунктов)
- **CO** (30 пунктов)
- **Бенз(а)пирен** (30 пунктов)
- **Бензол** (20 пунктов)
- Тяжелые металлы: **Pb, Cd, Ni, As** (15 пунктов)

В  
зависимости  
от качества  
воздуха



## Критерии выбора пункта мониторинга

---

### Согласно директиве 2008/50/ЕК:

- Оценка не проводится:
  - в местах недоспутных населению
  - На территориях промышленных предприятий
  - На проезжей части
- Макро критерии
- Микро критерии



# Критерии выбора пункта мониторинга (2)

---

## Макро критерии

### Защита здоровья:

- Территории с самыми высокими концентрациями
- Территории, которые являются показательными с точки зрения влияния на население
- Представляющие участок дороги минимум 100 м или промышленную зону 250×250 м<sup>2</sup>

### Защита растительности и экосистем:

- 20 км от агломераций
- 5 км от основных дорог и промышленных объектов
- Хорошо представляет минимум 1000 км<sup>2</sup>



# Критерии выбора пункта мониторинга (3)

---

## Микро критерии

- Свободный доступ воздуха, близость зданий
- Высота над землей (1.5 – 4 м)
- Не находиться в прямой близости источников загрязнения
- Минимум 25 м от крупных перекрестков
- Не больше 10 м от проезжей части

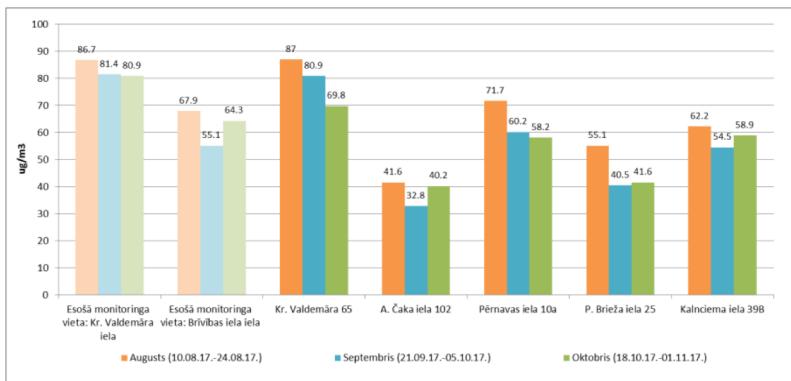
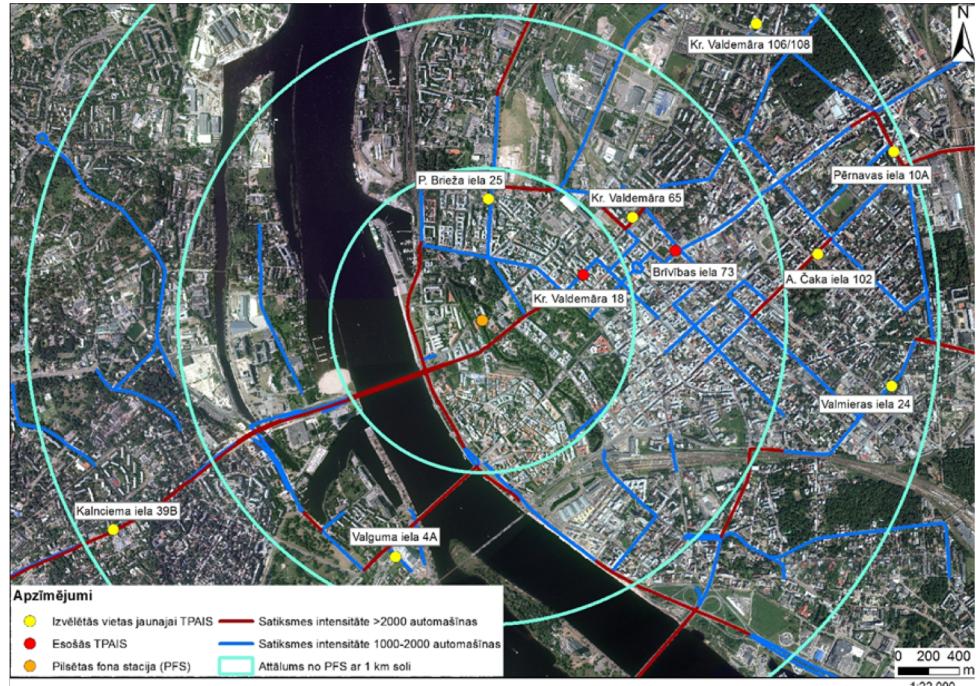
## **Факторы, которые нужно брать во внимание:**

- Сильное влияние отдельных источников
- Безопасность
- Прямой доступ к станции
- Доступность электричества и мобильной связи
- Визуальное влияние
- Безопасность населения и оператора станции



# Как найти подходящие место для пункта мониторинга?

- Мнение эксперта
- Измерения с помощью пассивных пробоотборников
- Кадастр выбросов
- Моделирование



## Цели качества данных

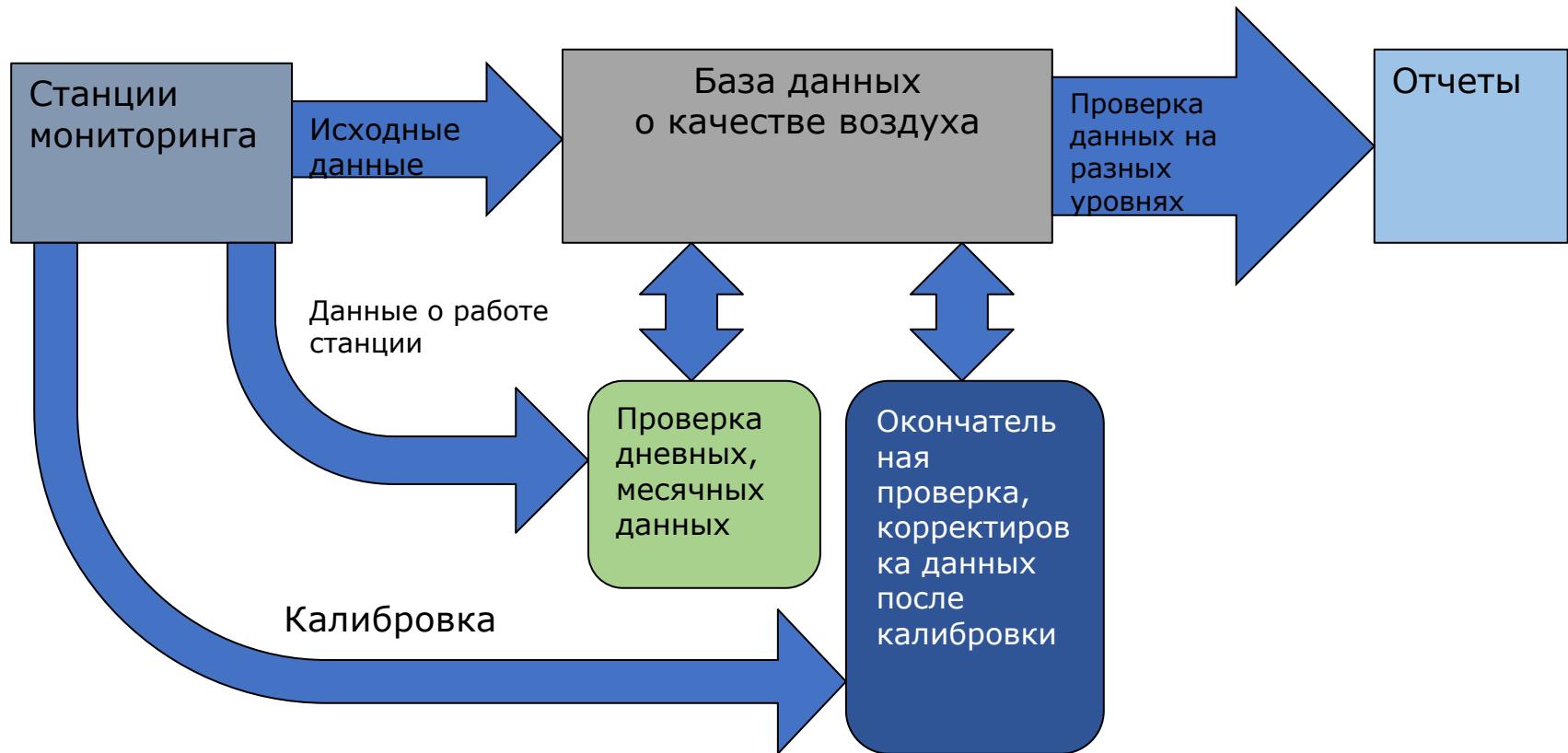
Согласно директиве 2008/50/ЕК от 21 мая 2008 года о качестве воздуха и чистом воздухе в Европе:

Неопределённость параметров модели:	SO2, NO2, NOx, CO	Бензол	PM10/PM2,5 и свинец	Озон и с ним связанные NO и NO2
<b><u>Стационарные посты наблюдений</u></b>				
Неопределённость	15 %	25 %	25 %	15 %
Минимальное объем данных	90 %	90 %	90 %	90 % летом 75 % зимой
Минимальное охват времени				
— станции фонового городского загрязнения и — станции транспортного загрязнения		35 %	—	—
— промышленные станции	—	90 %	—	—
<b><u>Индикативные измерения</u></b>				
Неопределённость	25 %	30 %	50 %	30 %
Минимальное объем данных	90 %	90 %	90 %	90 %
Минимальное охват времени	14 %	14 %	14 %	> 10 % летом



# Контроль качества данных

## Стандартный подход:



# Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (2)

## **Обслуживание систем и валидация данных**

### Техническое обслуживание систем:

- Калибрацию анализаторов с использованием референсных материалов – **1 раз в год**.
- Полное обслуживание приборов непосредственно на станции – **1 раз месяц**
- Удаленная диагностика работы систем анализаторов – **каждую неделю**. В случае невозможности решить проблему дистанционно, проводится оперативный выезд специалистов на станцию.

### Валидация данных:

- Автоматическая проверка данных наблюдений и технических параметров – **каждый день**. **Ежечасно** формируется отчет по станциям и веществам, технические характеристики которых выходят за определенные пределы.
- Данные, прошедшие техническую валидацию, поступают в базу данных для дальнейшей статистической проверки ряда наблюдений.



# Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (2)

---

## Статистическая проверка данных

### Проверка однородности ряда наблюдений

- Проверка проводится на сравнение новых измерений с уже существующей базой . В расчетах используются данные наблюдений за предыдущие 3 года отдельно для холодного и теплого полугодиям.
- Данные, выпадающие за пределы утроенного или учетверенного значения стандартного отклонения, проверяются индивидуально.
- В эту проверку входит анализ метеорологических условий, способствующих росту уровня загрязнения (наличие инверсионных процессов в период наблюдения, экстремальные метеорологические условия, такие как высокие или низкие температуры воздуха, отсутствие осадков продолжительный период, слабые скорости ветра или его отсутствие, перенос воздушной массы из зоны потенциального антропогенного загрязнения), анализ антропогенных факторов (возможные локальные работы в районе станции, затормозленное движение автотранспорта и время обнаружения высоких значений), наличие трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ из зон, обуславливающих рост загрязнения .



# Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (3)

## Программа проверки и флагирования данных

The screenshot shows a software application window with the following components:

- Top Menu Bar:** File, Edit, View, Query, Report, Execute, Database, System, Help.
- Left Sidebar:** Desktop, so2, Calendar, Selection, Time series.
- Table View:** Date, Time, SO2, conc, SO2, conc, SO2, conc, SO2 conc, Opsis, Path 1. The table displays SO2 concentration data for May 6, 2014, from 0:00 to 19:00.
- Search Dialog:** LVGMC Iekšējais, Mērījumi. It contains a list of search filters:
  - Rādītāji:
    - Benzols, pasīvie uztvēreļi
    - Cinks daļņas PM10
    - Cinks kopējās daļņas
    - Dalīgas PM10
    - Dalīgas PM10 (30 minūšu dati)
    - Dalīgas PM2.5
    - Dibenz(a,h)antracēns daļņas PM10
  - Sakļaut visos, Izvērst visos buttons.
- Measured Data View:** Mērījumi. A table showing measured PM10 values. One row is highlighted with a red border around the 'Vērtība' column (value 259). The table includes columns: ID, Datums, Paraugs, Rādītājs, Vērtība, Mērvienība, Karodzīpi, Mērījumu veids, Novērojumu stacija.



# Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (4)

## Оперативная информация о качестве воздуха

The screenshot shows a web browser window for the LVGMC air quality information page. The header includes the LVGMC logo, a weather icon (+14), location (Ventspils), and a warning message about air quality. The menu bar has links for LAIKA APSTĀKĻI, NOVĒROJUMI, VIDE, ĢEOLOGIJA, PAKALPOJUMI, LABORATORIJA, PAR CENTRU, JAUTĀJUMI, English, and Latviešu. The main content area displays four panels for Riga, Liepaja, Ventspils, and Jelgava, each showing a map and a list of pollutants (Sāpeklis, Sēra dioksīds, Ozons). A sidebar on the right lists operational information, environmental information, recent reports, and data processing. Logos for ERAF and EU are present at the bottom.

Operatīvā informācija

Sākums / Novērojumi / Gaisa kvalitātē

Zemāk redzamie novērojumu dati tiek ievietoti reāla laika režīmā pirms to kvalitātes kontroles!

Riga	Slāpekla dioksīds Raina bulvāri Sēra dioksīds Raina bulvāri Ozons Raina bulvāri Slāpekla dioksīds Maskavas ielā Sēra dioksīds Maskavas ielā Ozons Maskavas ielā
Liepāja	Slāpekla dioksīds Kalpaka ielā Sēra dioksīds Kalpaka ielā Ozons Kalpaka ielā
Ventspils	Slāpekla dioksīds Talsu ielā Sēra dioksīds Talsu ielā Ozons Talsu ielā
Jelgava	Slāpekla dioksīda Atbrivošanas alejā Sēra dioksīda Atbrivošanas alejā Ozons Atbrivošanas alejā

Autorizācija Lapas karte Meklēt...

Drukāt

Operatīvā informācija  
Ikmēneša informācija par gaisa kvalitāti Latvijas pilsētās  
Novērojumu tīkls  
Datu pieejamība

ERAF EROPAS REĢIONĀLĀS ATĪSTĪBAS FONDS  
EUROPAS SAVENĪBA  
IEGUĽĒJĀMIS TAVĀ NĀKOŠNĒ

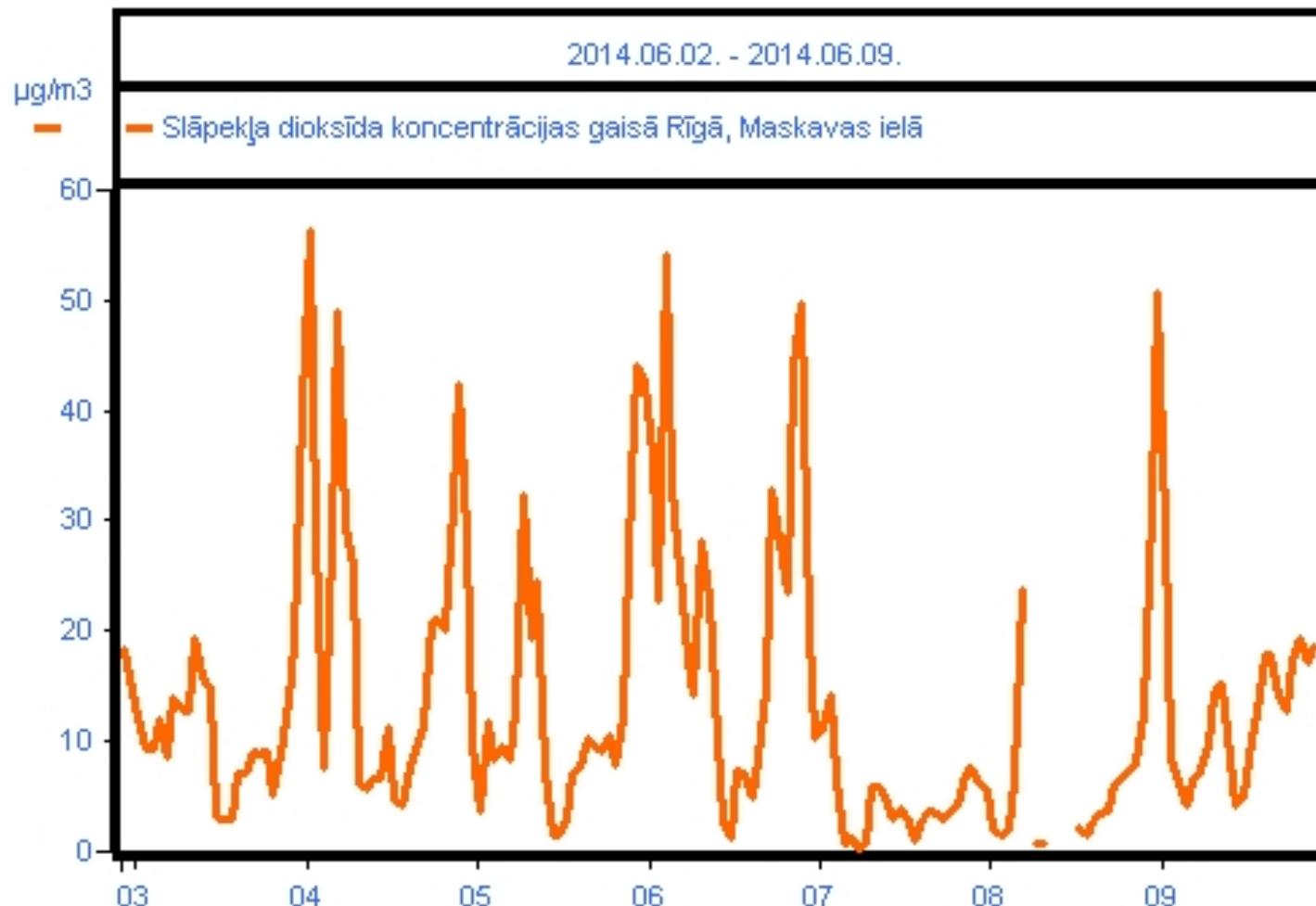


EU-Central Asia enhanced regional cooperation on Environment, Climate Change and Water



## Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (5)

### Оперативная информация о качестве воздуха для жителей онлайн



# Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (7)

## Месячная информация о превышениях предельно-допустимых значений

LAIKA APSTĀKĻI NOVĒROJUMI VIDE ĢEOLOGIJA PAKALPOJUMI LABORATORIJA PAR CENTRU JAUTĀJUMI

Aprīlis. 2014

Sākums / Novērojumi / Gaisa kvalitāte

Drukāt

Pilsēta, iela	Sēra dioksīds	Slāpekļa dioksīds	Ozons	Oglekļa oksīds	Benzols*	Dalījas PM <sub>10</sub>	Dalījas PM <sub>2,5</sub> *
diennakts vērtība/ stundas vērtība/ kalendārais gads	stundas vērtība/ kalendārais gads	stundas vērtība/8 stundas vērtība	8 stundas vērtība	kalendārais gads	diennakts vērtība/ kalendārais gads	diennakts vērtība/ kalendārais gads	diennakts vērtība/ kalendārais gads
Rīga, Maskavas iela 165	nav pārsniegts	nav pārsniegts	nav pārsniegts/pārsniegts	-	nav pārsniegts	-	-
Rīga, Raiņa bulvāris 19**	nav pārsniegts	nav pārsniegts	nav pārsniegts	-	-	nav pārsniegts	nav pārsniegts
Rīga, Brīvības iela 73	-	-		-	-	nav pārsniegts	-
Rēzekne, Athrivnēšanas	nav nārsniecents	nav nārsniecents	nav pārsniegts	-	nav nārsniecents	nav nārsniecents	nav nārsniecents

Operatīvā informācija  
Ikmēneša informācija par gaisa kvalitāti Latvijas pilsētās  
2014  
2013  
2012  
Novērojumu tīkls  
Datu pieejamība

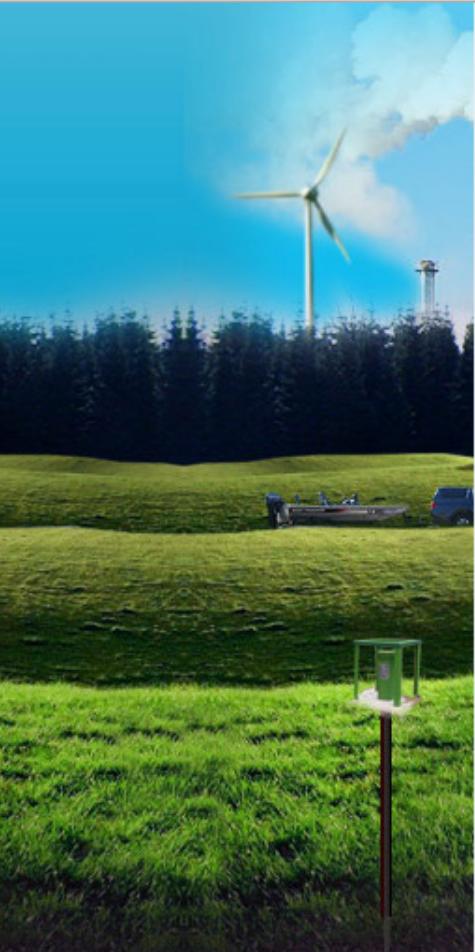
**ERAF**  
EUROPAS REĢIONĀLĀS ATTĪSTĪBAS FONDS  
EUROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



## Сбор и обработка данных – пример Латвии (LVGMC) (8)

### Выборка данных станций за весь период наблюдений



Datu atlase pēc stacijas  Datu atlase pēc parametra

Stacija: Rīga-Ķengarags

Parametrs:

- Arsēns kopējās daļīnās
- Benzols
- Cinks kopējās daļīnās
- Kadmijs kopējās daļīnās
- Niķelis kopējās daļīnās
- Ozons (O<sub>3</sub>) **(highlighted in blue)**
- Slāpekļa dioksīds (NO<sub>2</sub>)
- Swins kopējās daļīnās

Novērojumu programma: Atmosfēras gaisa kvalitāte

Meklēt

**Rezultāts**

**Novērojumu stacija Rīga-Ķengarags**

Parametrs	Novērojuma periods	Pieejamība
Ozons (O <sub>3</sub> )	01.11.1997 - šobrīd	bez maksas



# Методы измерения: эталонный метод (лабораторного исследования)

Согласно директиве 2008/50/ЕК: используются эталонные методы или методы с доказанной эквивалентностью эталонным

## ANNEX VI

Reference methods for assessment of concentrations of sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter ( $PM_{10}$  and  $PM_{2,5}$ ), lead, benzene, carbon monoxide, and ozone

### ▼M1

A. Reference methods for the assessment of concentrations of sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter ( $PM_{10}$  and  $PM_{2,5}$ ), lead, benzene, carbon monoxide and ozone

#### 1. Reference method for the measurement of sulphur dioxide

The reference method for the measurement of sulphur dioxide is that described in EN 14212:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence'.

#### 2. Reference method for the measurement of nitrogen dioxide and oxides of nitrogen

The reference method for the measurement of nitrogen dioxide and oxides of nitrogen is that described in EN 14211:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence'.

#### 3. Reference method for the sampling and measurement of lead — unchanged

#### 4. Reference method for the sampling and measurement of $PM_{10}$

The reference method for the sampling and measurement of  $PM_{10}$  is that described in EN12341:2014 'Ambient Air — standard gravimetric measurement method for the determination of the  $PM_{10}$  or  $PM_{2,5}$  mass concentration of suspended particulate matter'.

#### 5. Reference method for the sampling and measurement of $PM_{2,5}$

The reference method for the sampling and measurement of  $PM_{2,5}$  is that described in EN12341:2014 'Ambient Air — standard gravimetric measurement method for the determination of the  $PM_{10}$  or  $PM_{2,5}$  mass concentration of suspended particulate matter'

#### 6. Reference method for the sampling and measurement of benzene — unchanged

#### 7. Reference method for the measurement of carbon monoxide

The reference method for the measurement of carbon monoxide is that described in EN 14626:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of carbon monoxide by non-dispersive infrared spectroscopy'.

#### 8. Reference method for measurement of ozone

The reference method for the measurement of ozone is that described in EN 14625:2012 'Ambient air — Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry'.

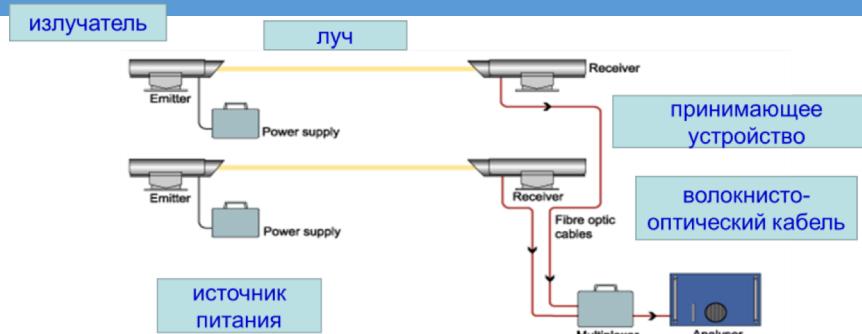


# Метод определения и наличие приборов

## Эталонные методы (или эквиваленты)

В Латвии наблюдения на станциях Центра проводятся автоматически с помощью установок DOAS шведской компании OPSIS (дифференциальная оптико-абсорбционная спектроскопия) и определяются:

- SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, озон - базовые компоненты;
- бензол, толуол и ксиол;
- NO;
- CO – HORIBA (референтный метод).



## Метод определения и наличие приборов (2)

### Эталонные методы (или эквиваленты)

Наблюдения на сельской фоновой станции Руцава (GAW/ЕМЕР):

$\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  – суточные;

$\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  – суточные;

бензол – пассивники (месячная экспозиция);

Озон – автоматически (каждый час) HORIBA;

С фильтров  $\text{PM}_{10}$  анализ (недельная экспозиция): Pb, Cd, As, Ni ;

С фильтров  $\text{PM}_{10}$  анализ (недельная экспозиция): бензо(а)пирен и РАУ;

С фильтров  $\text{PM}_{2.5}$  анализ (недельная экспозиция):

Основных катионов и анионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ );

В осадках: (недельная экспозиция)

pH, кондуктивность,  $\text{S-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ , Cl, Na, K, Ca, Mg, Cd, Pb, As, Ni, Hg и РАУ



## Метод определения и наличие приборов (3)

### Индикативные методы: пассивные пробоотборники



SO<sub>2</sub>,  
NO<sub>2</sub>,



Бензол



# Лаборатории

---

Согласно директиве 2008/50/ЕК измерения проводятся аккредитованной лабораторией в соответствии с национальными или международными стандартами аккредитации лабораторий

Table 1: International standards applicable to laboratories

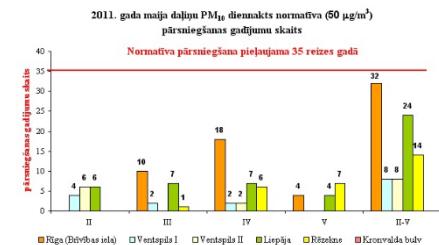
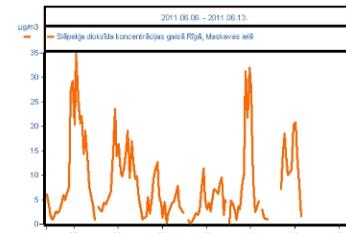
ISO/IEC 17025	General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
ISO 15189	Medical laboratories – particular requirements for quality and competence
ISO/IEC 17043	Conformity assessment – general requirements for proficiency testing
ISO 13528	Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison
OECD GLP	OECD principles on good laboratory practice
ISO Guide 34	General requirement for the competence of reference material producers
ISO 8402	Quality management and quality assurance – vocabulary
ISO 19011	Guidelines for quality and/or environmental management system auditing
ISO 9001	Quality management systems – requirements

\*Source: WHO Laboratory Quality Standards and their Implementation

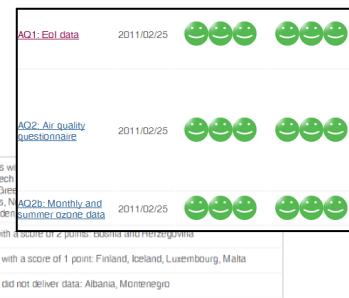
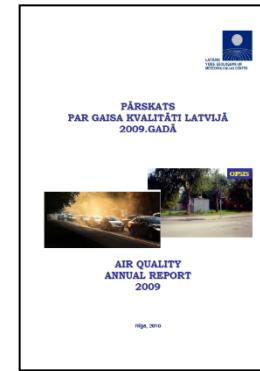


# Где используется информация о качестве воздуха

- Информация для населения

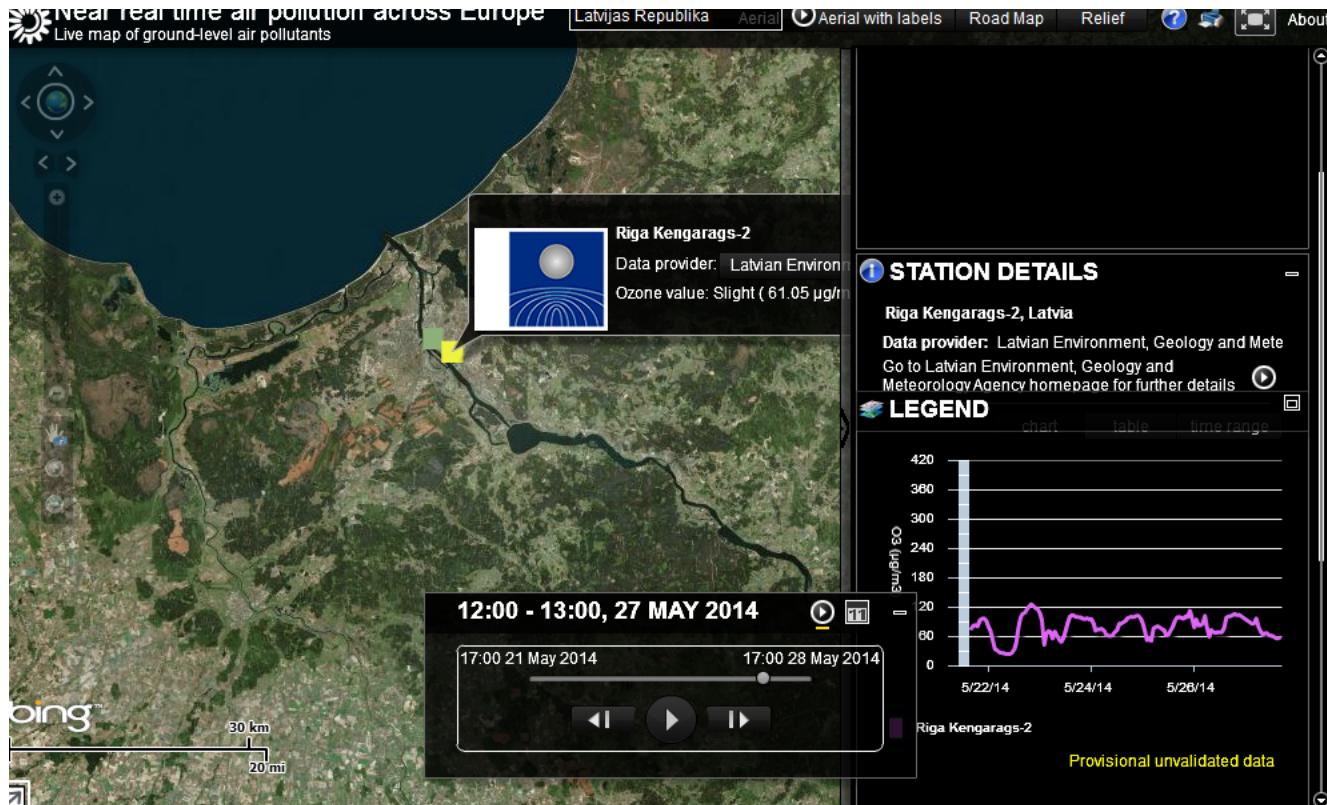


- Для подготовки годовых отчетов и оценки уровня загрязнения
- Для разработки планов и программ с целью уменьшения уровня загрязнения
- Для отчетов в международные организации



# Где используется информация о качестве воздуха

## Информация в Европейское Агентство Окружающей среды



<http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality/map/real-time-map>



# Благодарю за внимание!

[www.wecoop2.eu](http://www.wecoop2.eu)



EU-Central Asia enhanced regional cooperation on  
Environment, Climate Change and Water

This project is funded by  
The European Union

 **Stantec**  umweltbundesamt<sup>U</sup>

Union and implemented by the consortium led by Stantec, with the Austrian Environment Agency (Umweltbundesamt) and the Regional Environmental Centre for the Caucasus (REC Caucasus) as the consortium partners.

