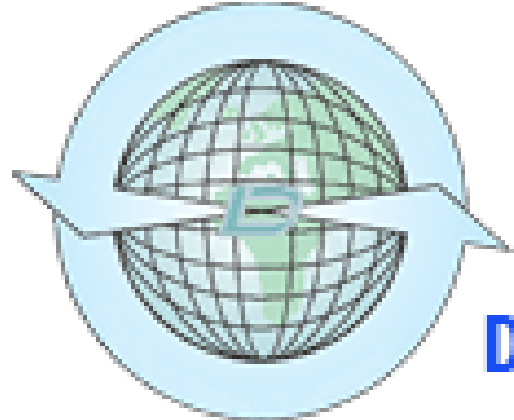
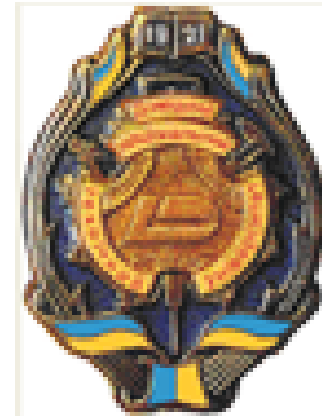




**COMPUTER SYSTEMS FOR
MONITORING DEPT.**

DONETSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY



CLIMATE WIKIENCENCE

**новые перспективы для научных
исследований**

Докладчик: Антонио
Родригес, доц., к.т.н.

<http://wikience.donntu.edu.ua/>

План доклада

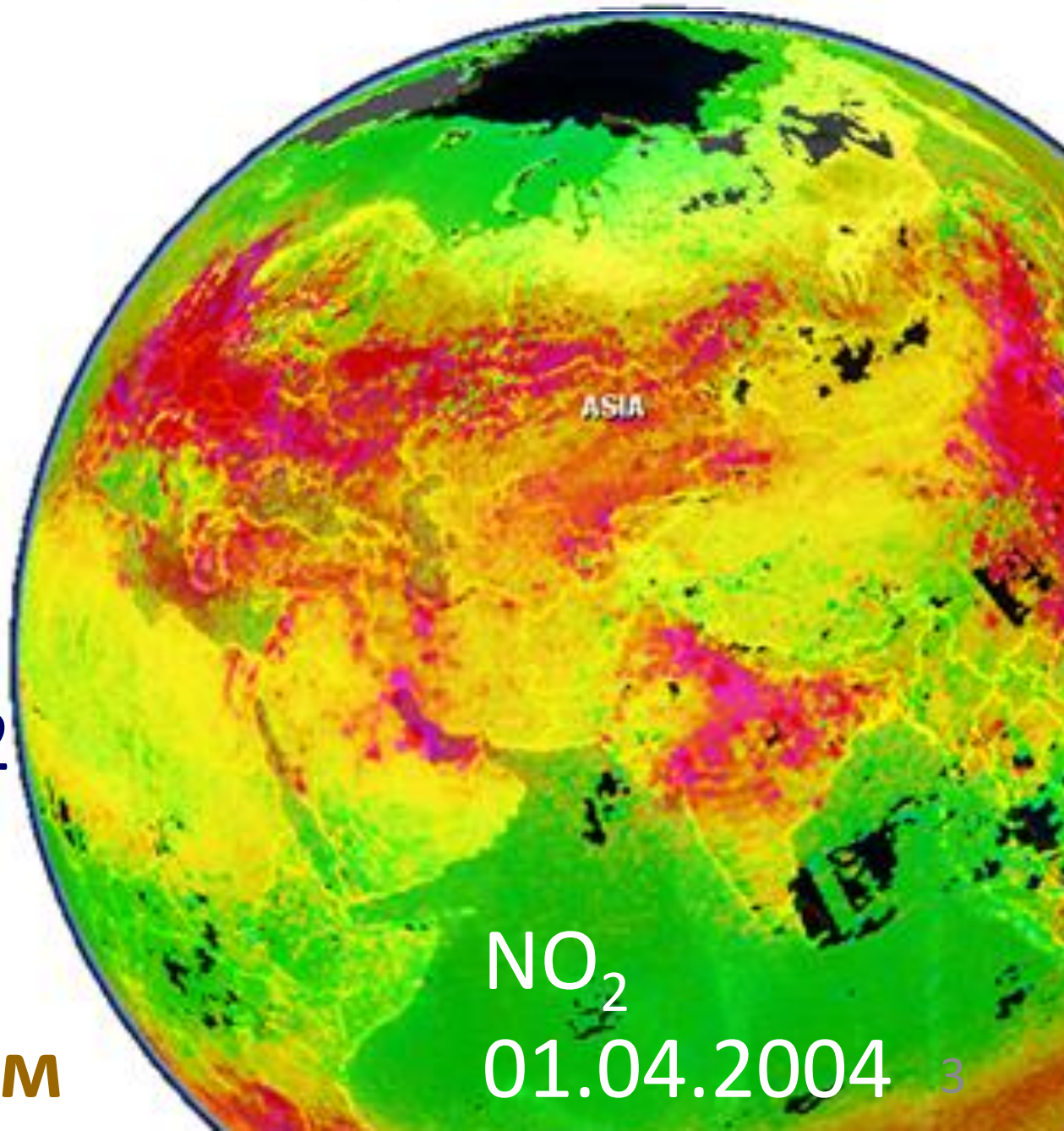
1. Данные
2. Визуализация
3. Анализ
4. Использование в Вашей научной работе

- a) Видео-руководства
- b) Обратная связь
- c) Дальнейшие семинары
- d) Ответы на вопросы
- e) РАЗДАТОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Спутниковые данные

O_3 , H_2O , SO_2 ,
 CH_4 , NO_2 ,
 N_2O , $HCHO$,
Аэрозоль,
 CO_2 , CO ,
 BrO , $OCIO$,
CFC-11, CFC-12

- Глобально
- Ежедневно
- до $18 \times 27,5$ км



NO_2

01.04.2004 3

Метеоданные

Показатели ≈ 100

- с 01.01.1979 по наст. время
- интервал 6 часов

Температура

Влажность

Давление

Альбедо

Уровень моря

Толщина льда

Температура океана

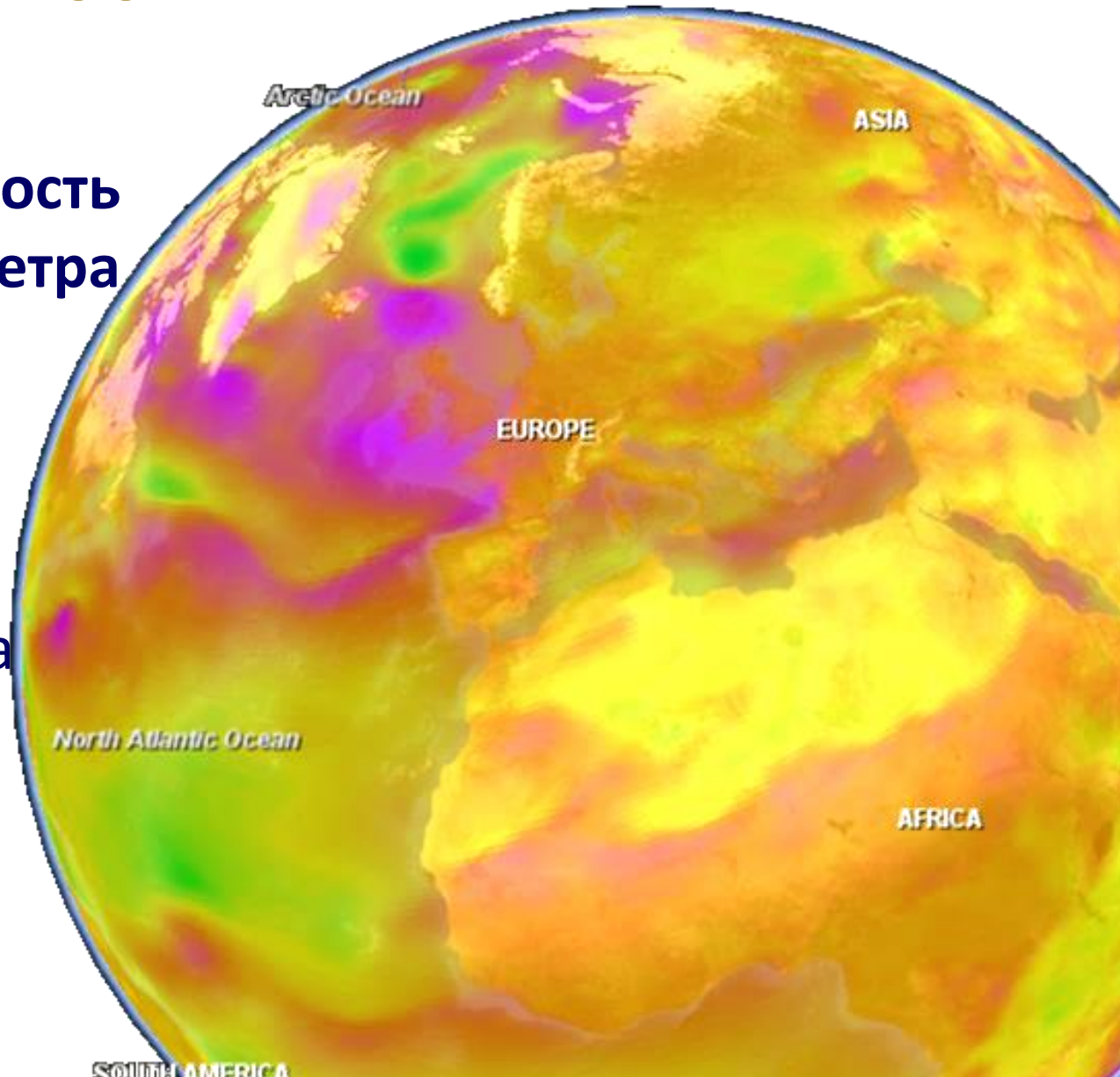
Осадки

Влажность почвы

Геопотенциал

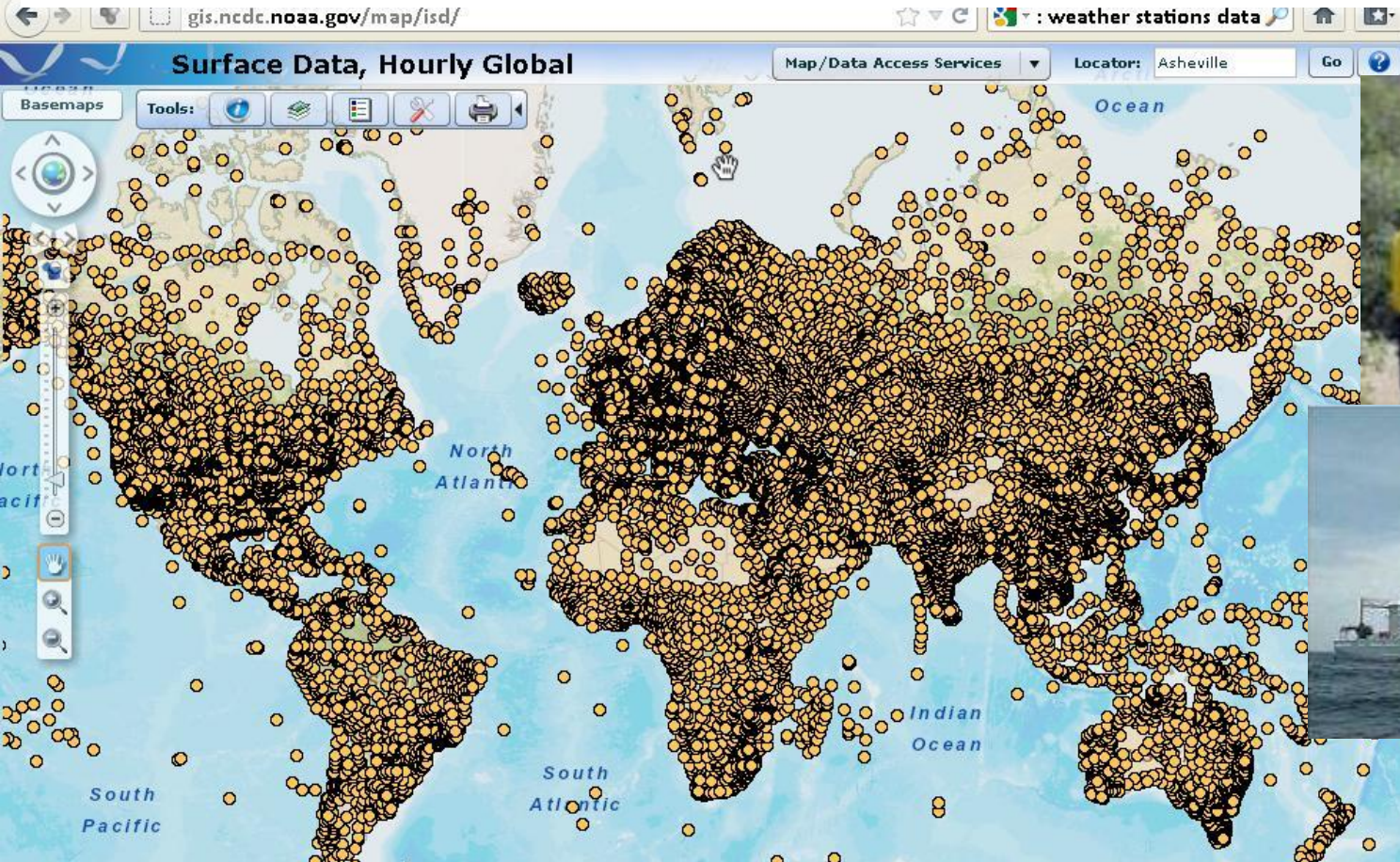
Растительность

Скорость
ветра



Данные метеорологической сети

Более 20 000 стационарных метеостанций, мобильные метеостанции, корабли, буи, спутники

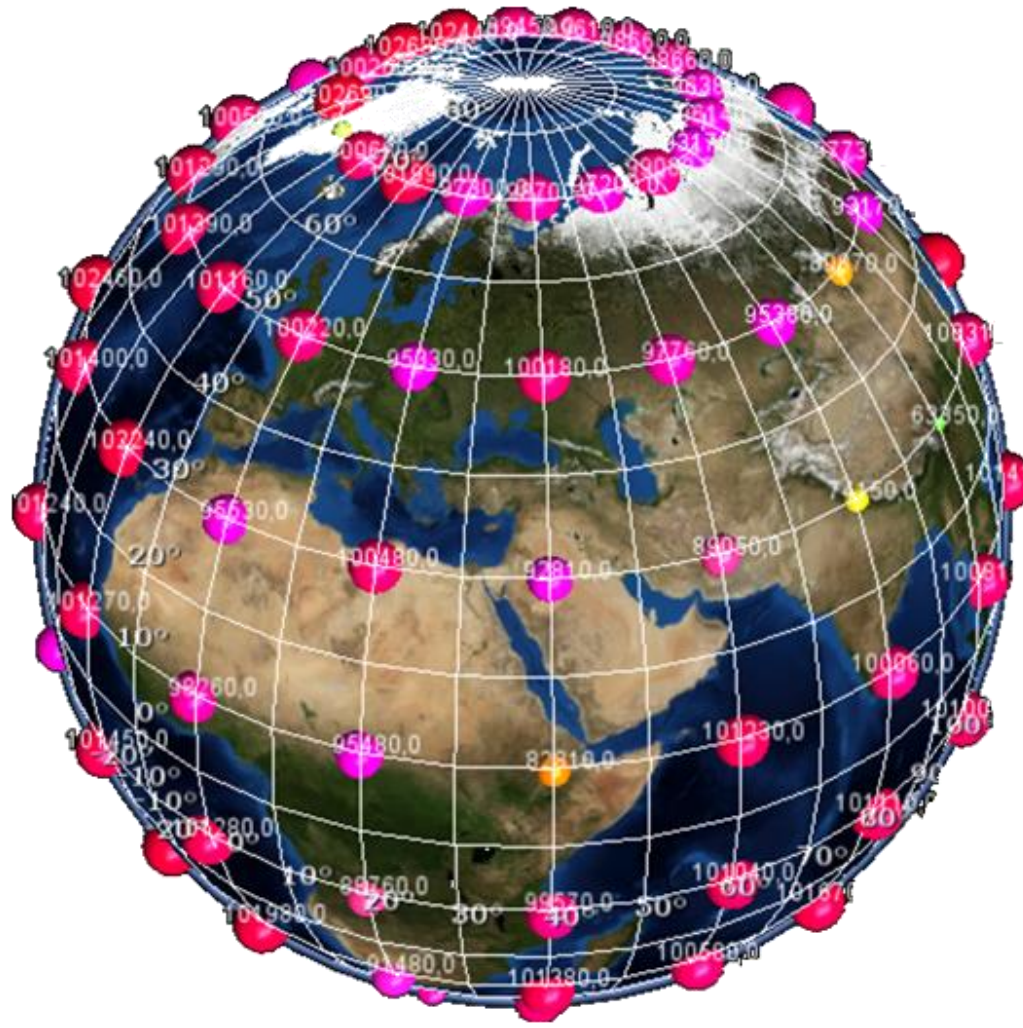


имеют разные форматы, пространственное и временное разрешение, пропуски, погрешности

Повторный анализ: концепция

Ассимилировать все доступные данные на регулярную широтно-долготную решетку

- Мгновенный «снимок»
- В каждом узле решетки находится значение
- Наиболее точная метео картина, собранная из всех данных
- Удобное представление для использования (матрица)



Повторный анализ: **актуальность**

15 архивов по состоянию на конец 2013 г.

NCEP/NCAR Версии 1

– пионер, выпущен в 1996 г.

Цитируется: 17440



The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, kalnay



Академия

Результатов: примерно 15 600 (0,07 сек.)

За все время



Совет. По этому запросу вы можете [найти сайты на русском языке](#). Указать предпочтительные языки для результатов поиска, в том числе и **русском**, можно в разделе [Настройки Академии](#)..

[The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project](#)

[ucar.edu](#) [PDF]

[E Kalnay](#), M Kanamitsu, R Kistler... - Bulletin of the ..., 1996 - [journals.ametsoc.org](#)

Abstract The NCEP and NCAR are cooperating in a **project** (denoted “**reanalysis**”) to produce a **40-year** record of global analyses of atmospheric fields in support of the needs of the research and climate monitoring communities. This effort involves the recovery of land ...

Цитируется: 17440

[Похожие статьи](#)

[Все версии статьи \(31\)](#)

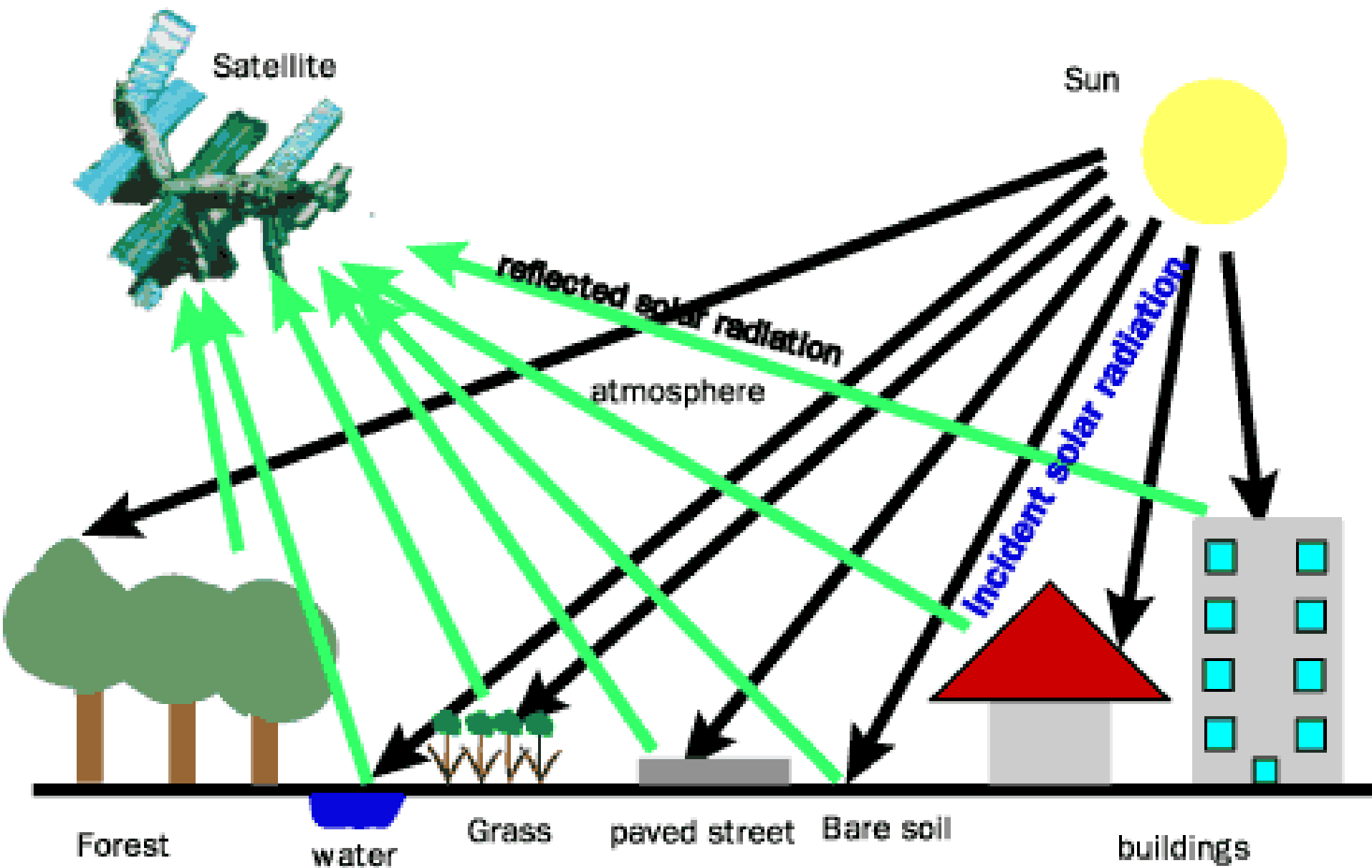
[Цитировать](#)

[Сохранить](#)

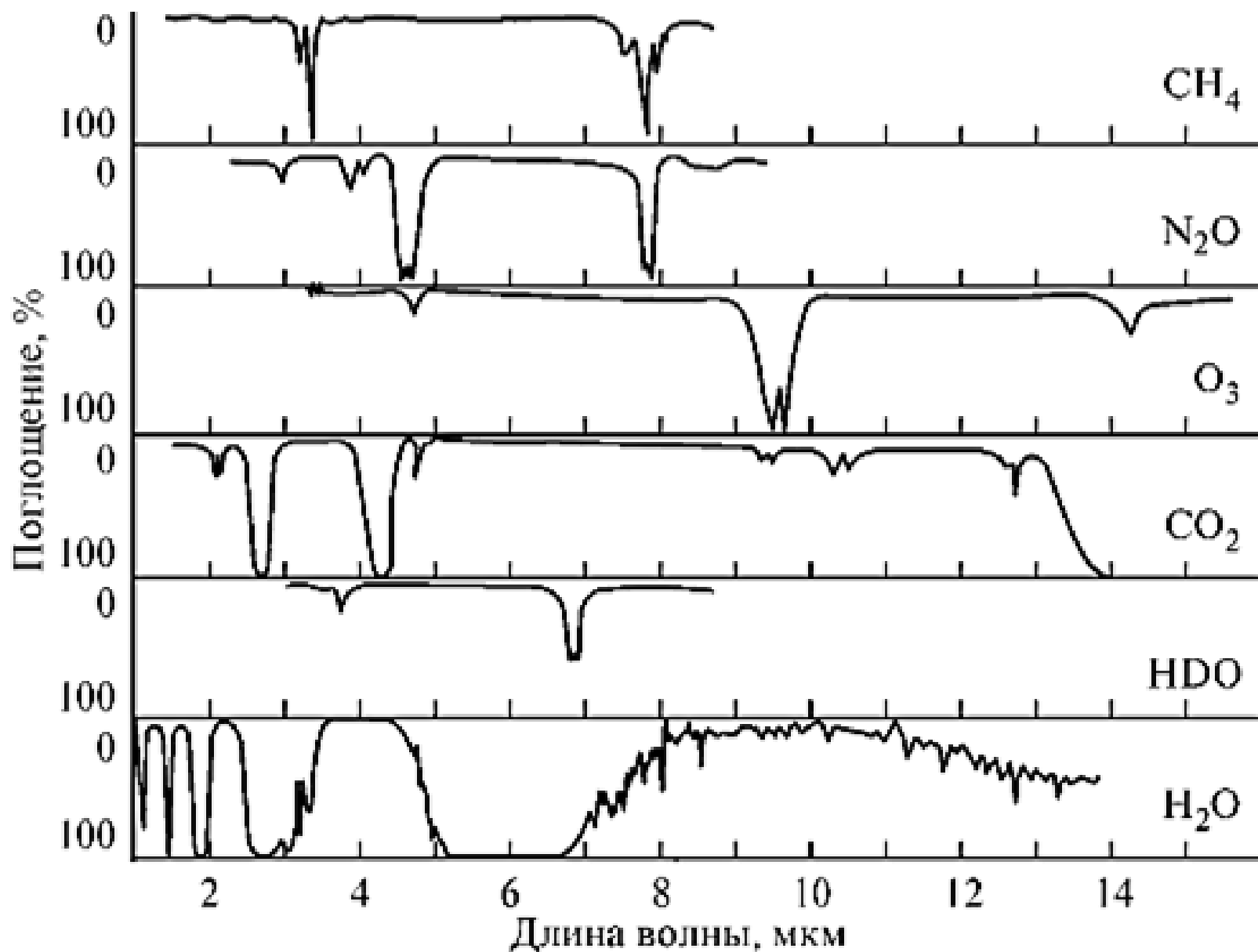
Данные ДЗЗ



Отраженная энергия Солнца измеряется радиометром на борту космического аппарата



Спектральная подпись (spectral signature)



[-] Modis L3 Atmosphere

[-] AEROSOL

[-] LAND AND OCEAN

[-] LAND ONLY

[-] OCEAN ONLY

[-] WATER VAPOR

[-] Near Infrared

[-] Atmospheric

[+] CLOUD

[-] Cirrus

[-] Top Temperature

[-] Top Pressure

[-] Optical Thickness

[-] Effective Radius

[-] Effective Emissivity

[-] Water Path

[-] Fraction

[-] ATMOSPHERE PROFILE

[-] Total Ozone

[-] Total Totals

[-] Lifted_Index

[-] Retrieved_Temperature_Profile

[-] Azimuth

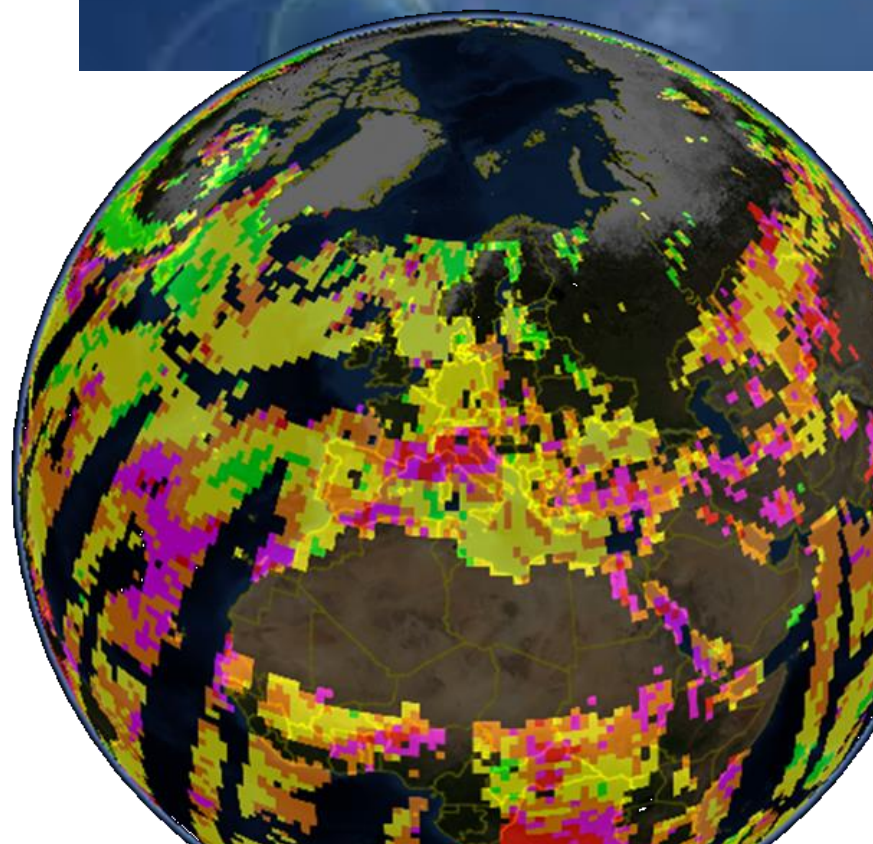
[-] Zenith

Спутник Terra, радиометр MODIS

Более **600**
параметров
аэрозолей,
водяного
пара,
облаков,

- Частота:
ежедневно

- Покрытие:
глобально



Структура данных

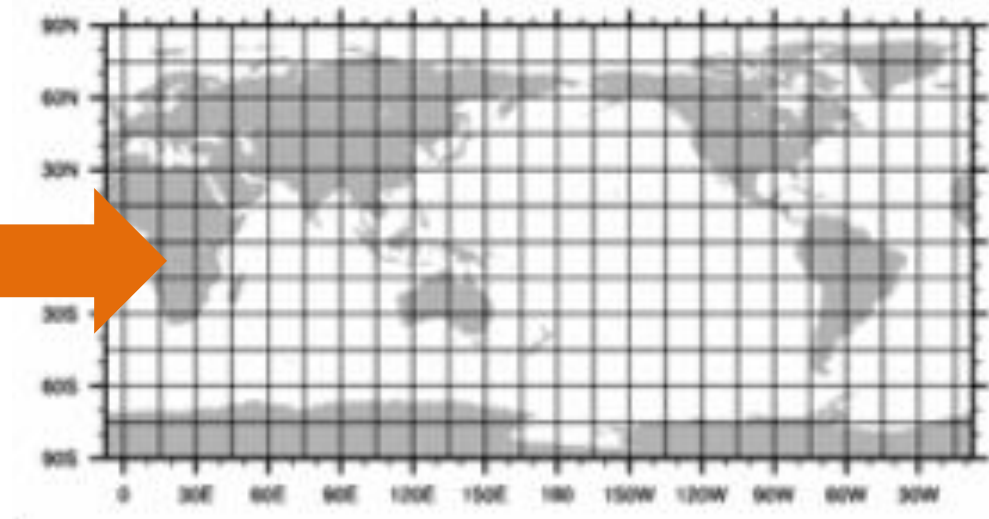
Регулярная Широтно-Долготная Решетка (РШДР)

В каждой ячейке решетки – значение

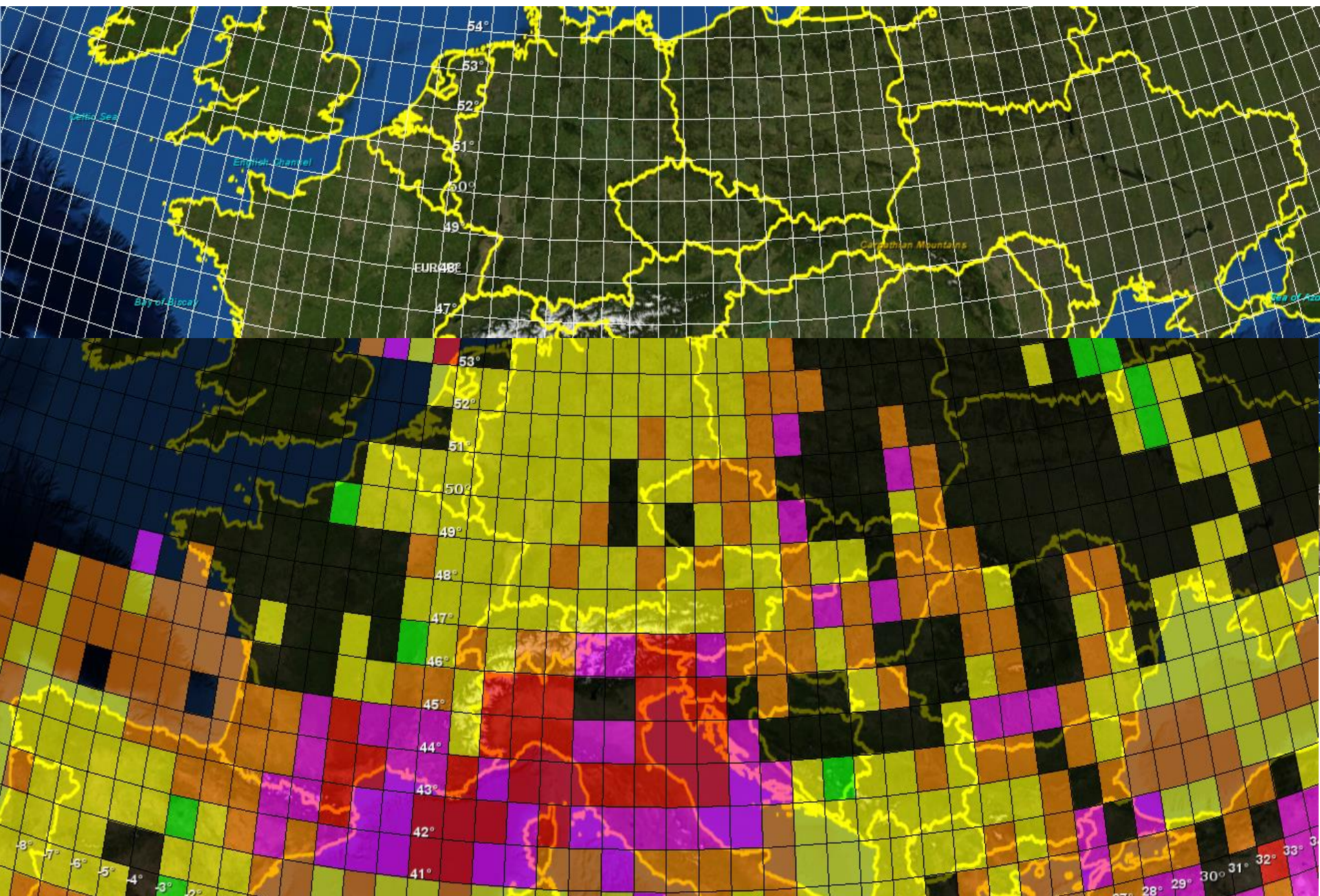
РШДР



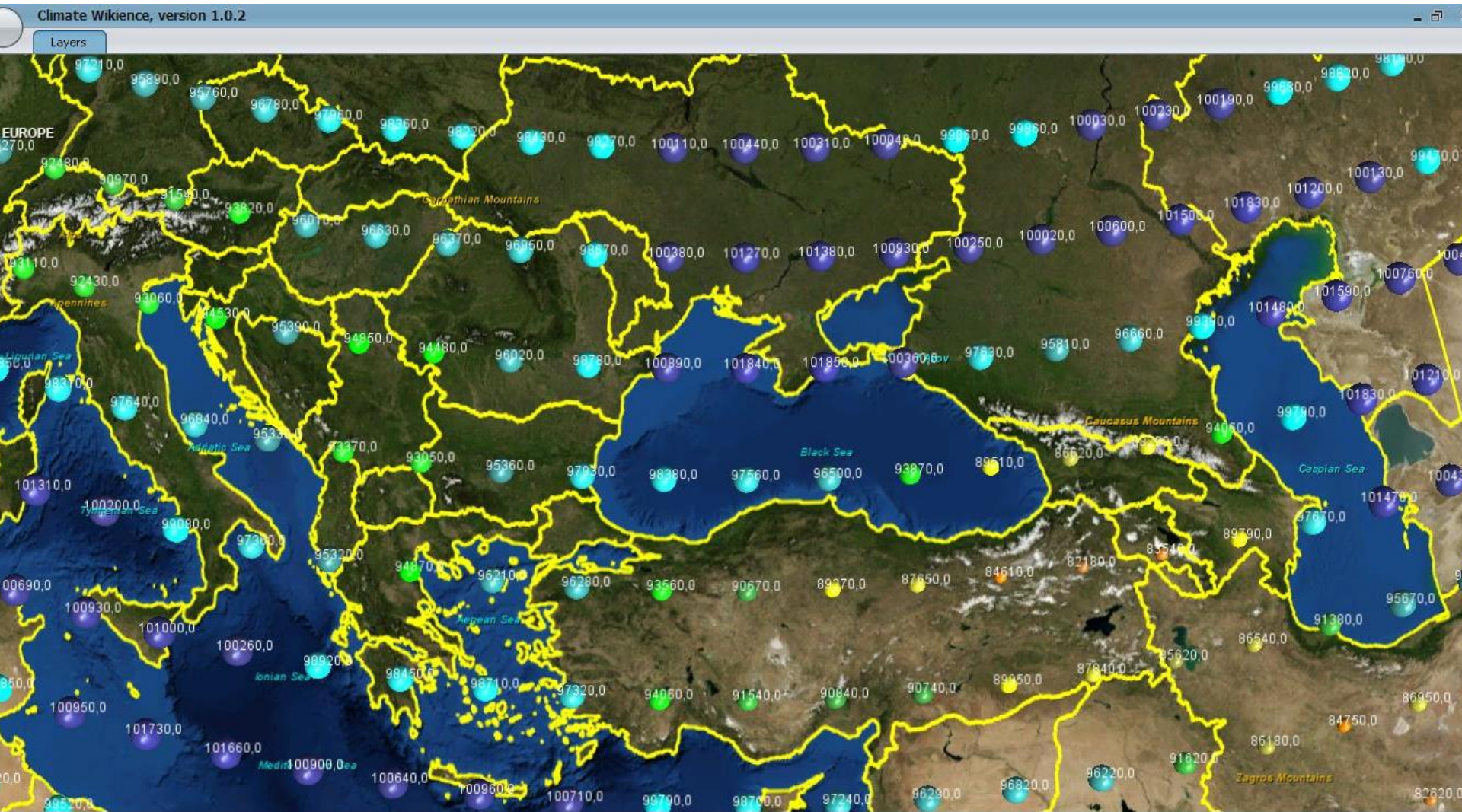
Матрица



Оптическая толщина аэрозоля, РШДР 1°×1°



Давление на уровне моря, РШДР 2,5°× 2,5°



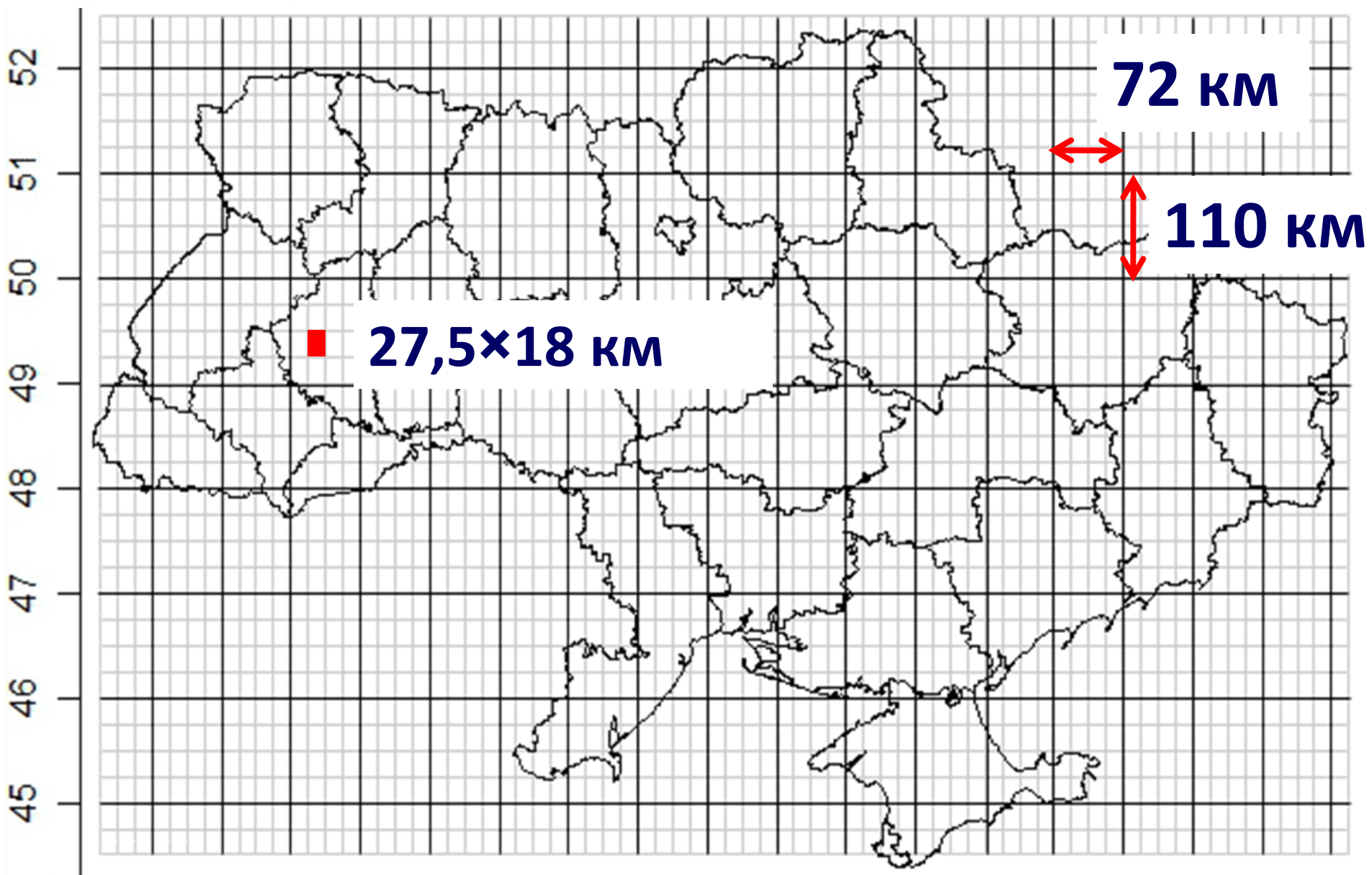
Данные в **УЗЛАХ** решетки

O_3 , SO_2 , NO_2

$0,25^\circ \times 0,25^\circ$

CO и аэрозоль

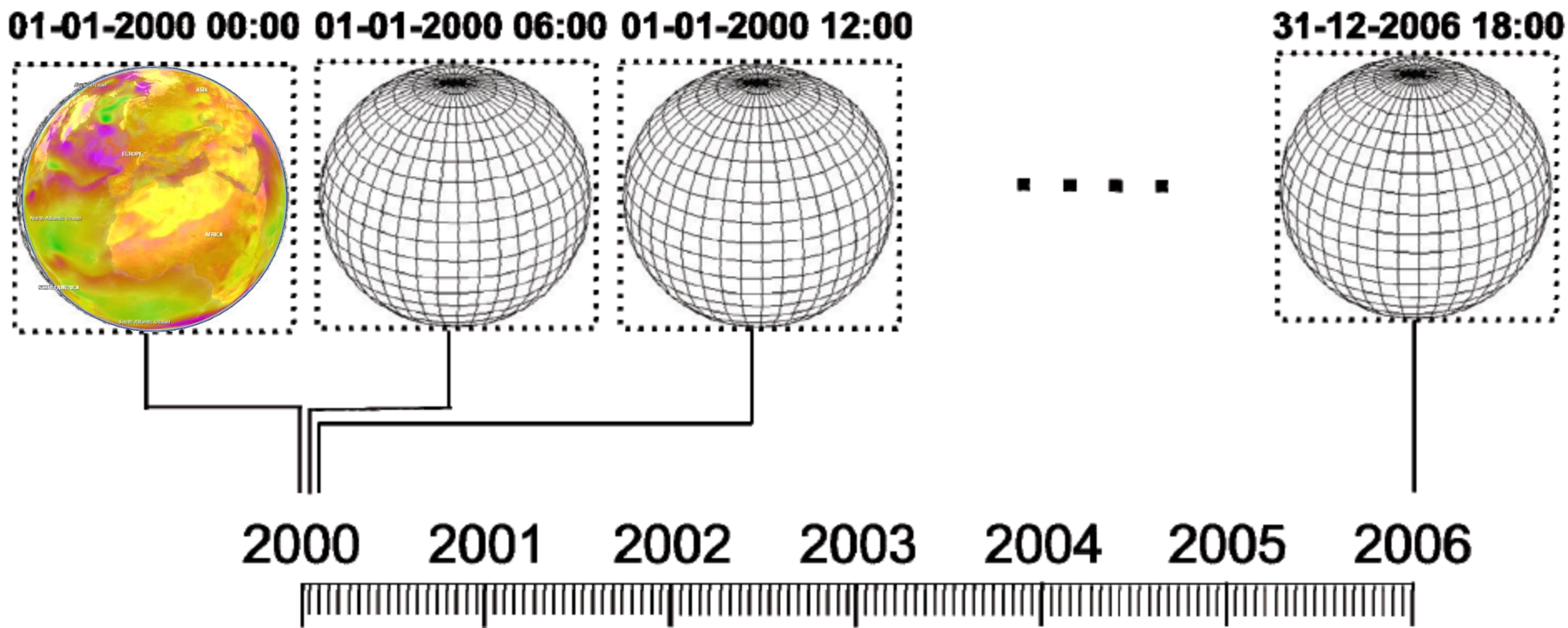
$1^\circ \times 1^\circ$



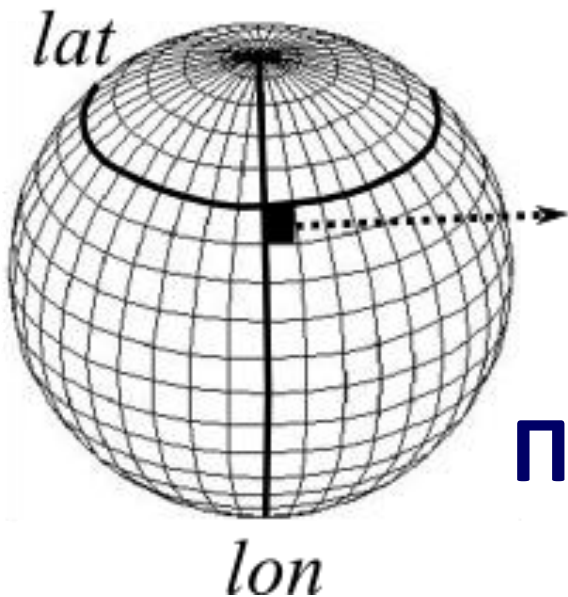
Временной интервал и шаг по времени

Данные ретроспективные, многолетние
1946 – , 1979 – , 2000 – , 2004 – , ...

Пример: шаг 6 часов; для каждой даты своя решетка



непрерывный временной ряд РШДР

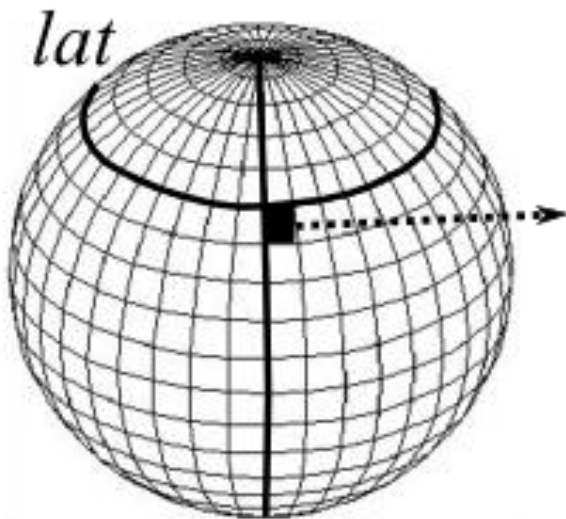


Временные ряды для
каждой ячейки решетки

Практическая польза:

- Быстрое повторное использование
- Анализ динамики показателей для территорий, площадь которых сравнима с площадью ячейки: города и теплоэлектростанции (с зонами их влияния)

Впервые только в Climate Wikience



Временные ряды для каждой ячейки решетки

Февраль						
26	27	28	29	30	31	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
1	2	3	4	5	6	7

с в п в с ч п

Март						
23	24	25	26	27	28	29
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	1	2	3	4

с в п в с ч п

Апрель						
29	30	31	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	1	2
3	4	5	6	7	8	9

с в п в с ч п

lon

Май						
26	27	28	29	30	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	1	2	3	4	5	6

с в п в с ч п

Июнь						
31	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	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

с в п в с ч п

Июль						
28	29	30	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	1
2	3	4	5	6	7	8

п

Август						
26	27	28	29	30	31	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	1	2	3	4	5

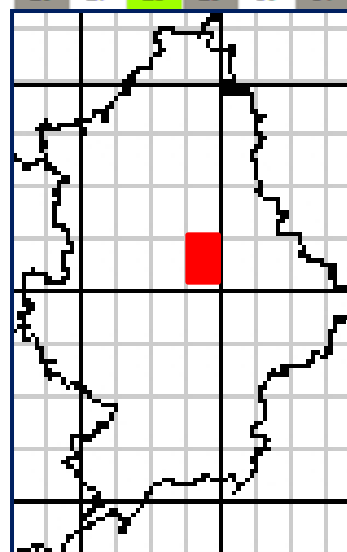
с в п в с ч п

Сентябрь						
30	31	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	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

с в п в с ч п

Октябрь						
27	28	29	30	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
1	2	3	4	5	6	7

с в п в с ч п



SO₂
Донецк
2008 г.

п с в п в с ч п

4

3

2

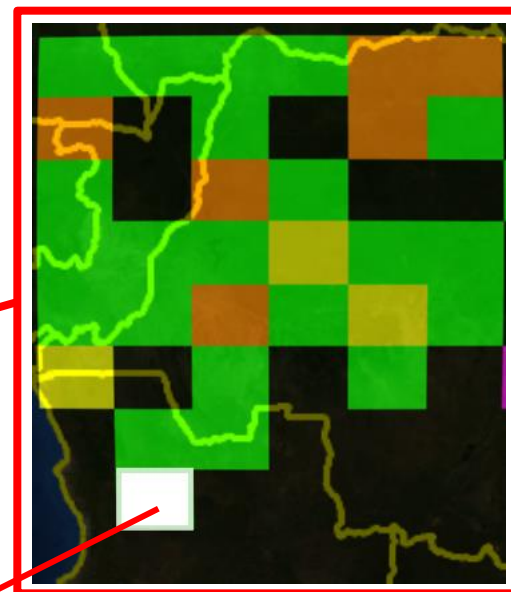
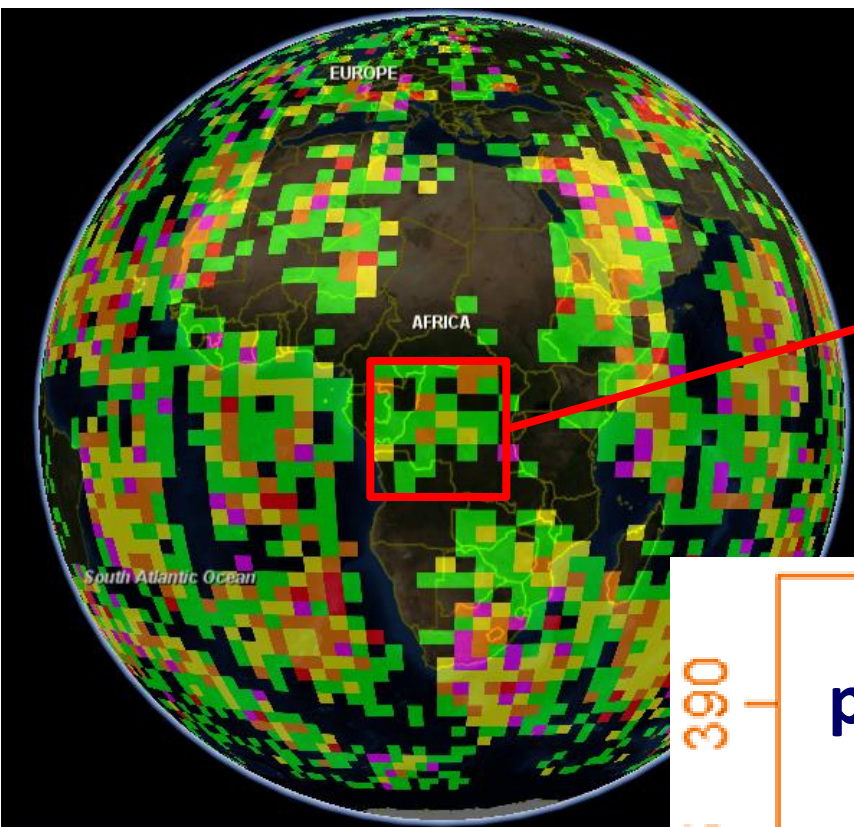
1

0

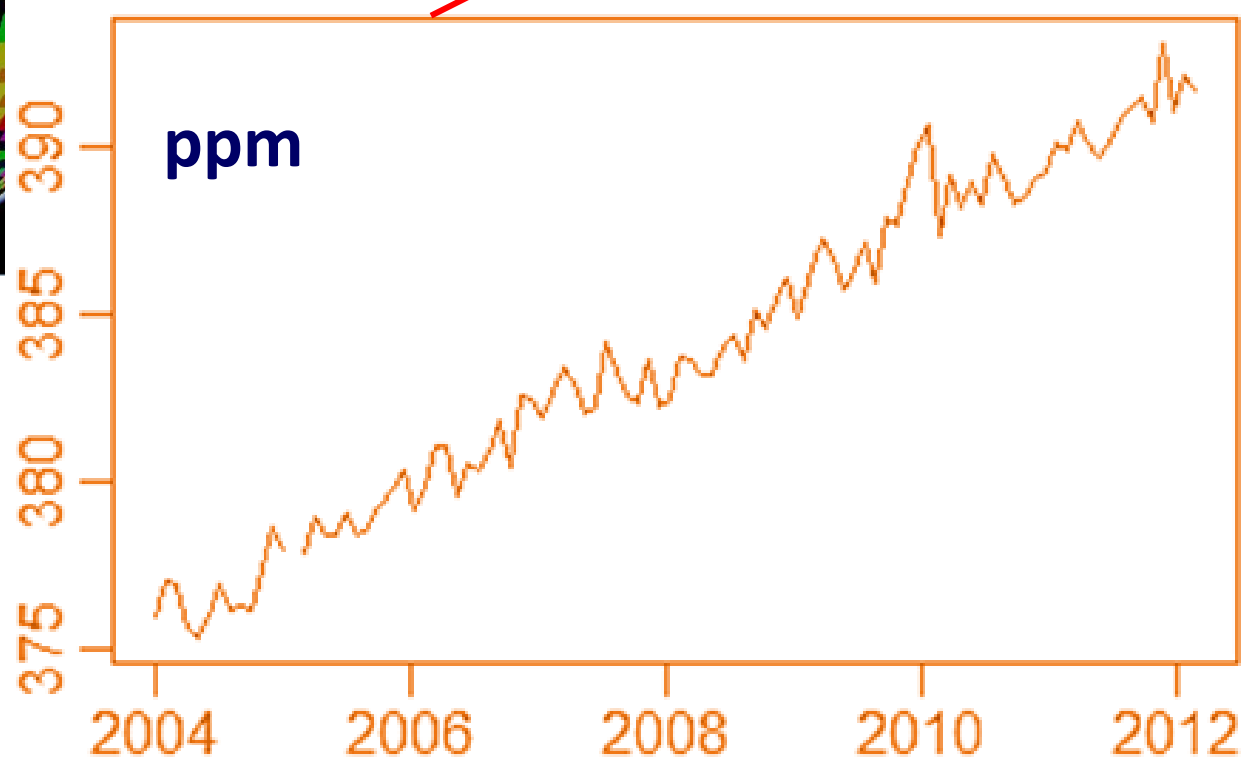
2

9

Временной ряд для ячейки



Временной ряд
концентрации CO₂
(среднемесячный)
над ячейкой



Проблемы использования данных

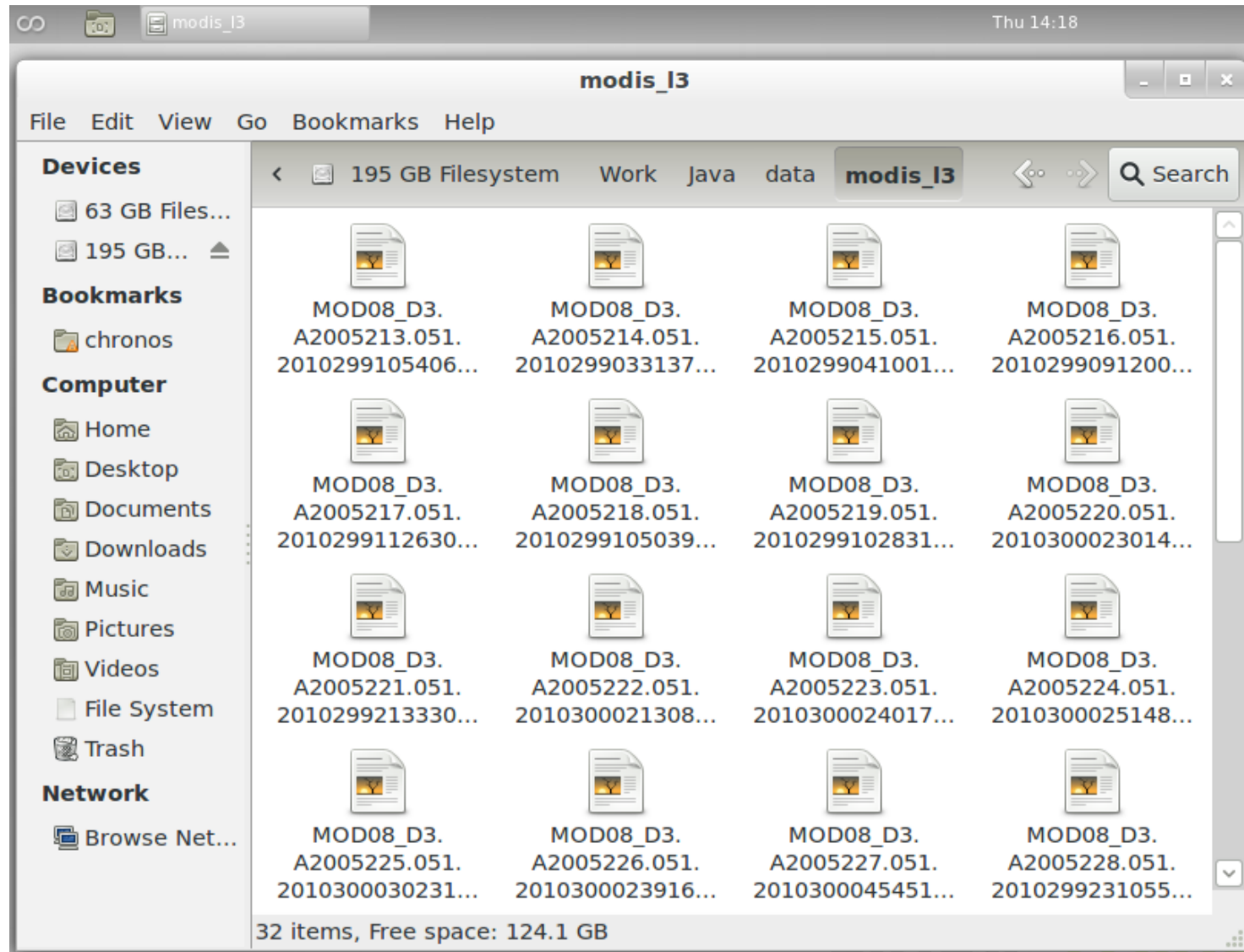
Данные бесплатны, но....

- Большие объемы данных (терабайты)
MERRA – 24 TB
CFSRR – 100 TB
- Крайняя сложность организации доступа
Много этапов, заказ отдельных файлов, ручной труд
- Разнообразии форматов данных
HDF4, HDF5, NetCDF, GRIB
- Разобщенность систем хранения, визуализации и анализа

Сейчас работают так:

- 1 Узнать, какие данные есть 😊
- 2 Понять какие данные нужны ➔
- 3 Зайти на сайт ➔
- 4 Настроить массу параметров, заказать ➔ исследованиям,
- 5 Ждать, ждать, ➔ задерживает
- 6 Загрузить ➔ результаты
- 7 Найти программу визуализации в 2D ➔
- 8 Посмотреть данные, чтобы понять ➔
- 9 Разобраться с форматом данных ➔
- 10 Используя библиотеки написать код чтения ➔
- 11 Получить результаты ➔
- 12 Экспортировать и посмотреть в другой программе ➔
- 13 Нужны другие данные, их много, хранить все нельзя,
удалить – перейти на шаг 1

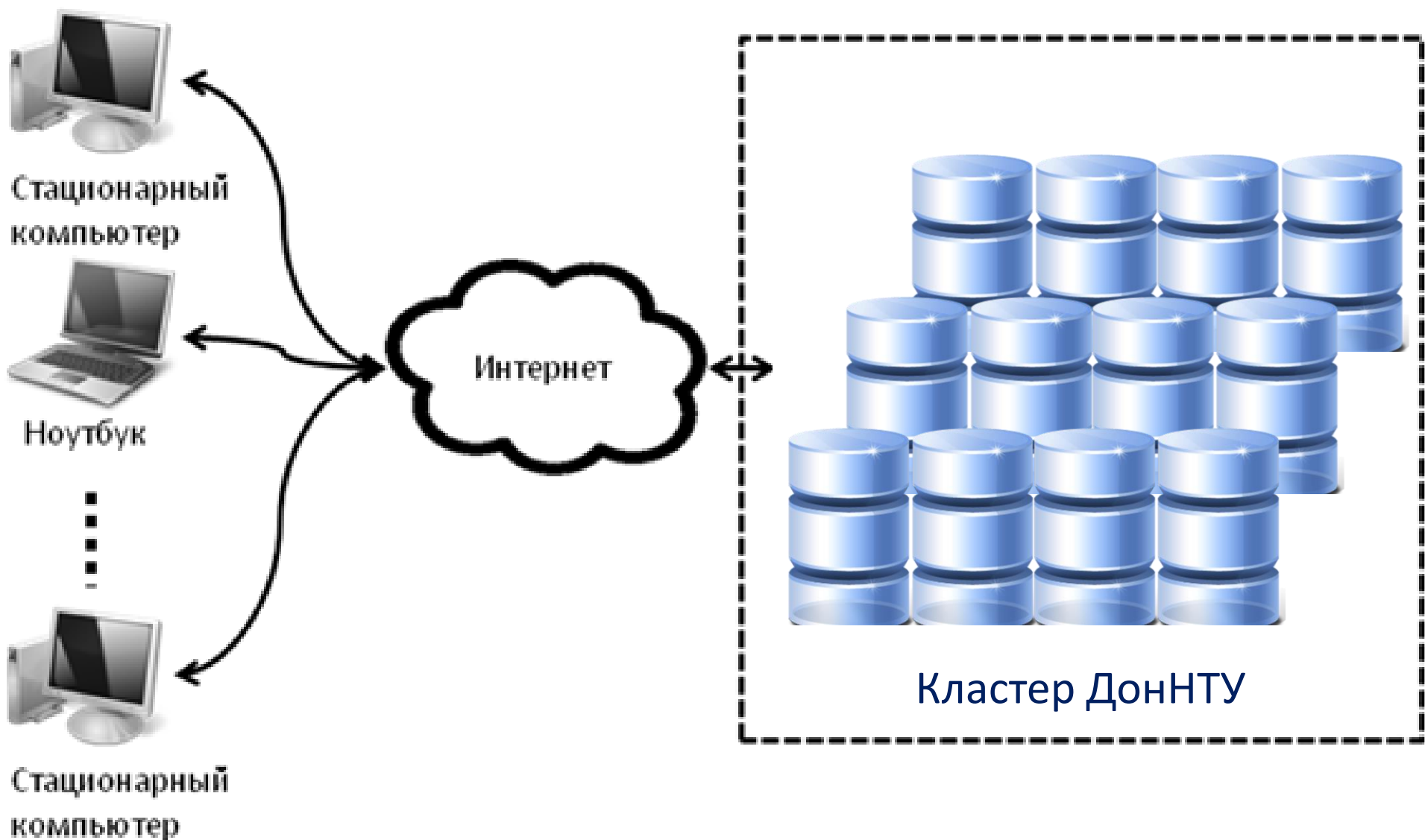
Мульти-терабайтный НЕАКТИВНЫЙ набор файлов



Climate Wikience →

непрерывный ряд решеток во времени

Данные автоматически и прозрачно для пользователя загружаются по Интернет



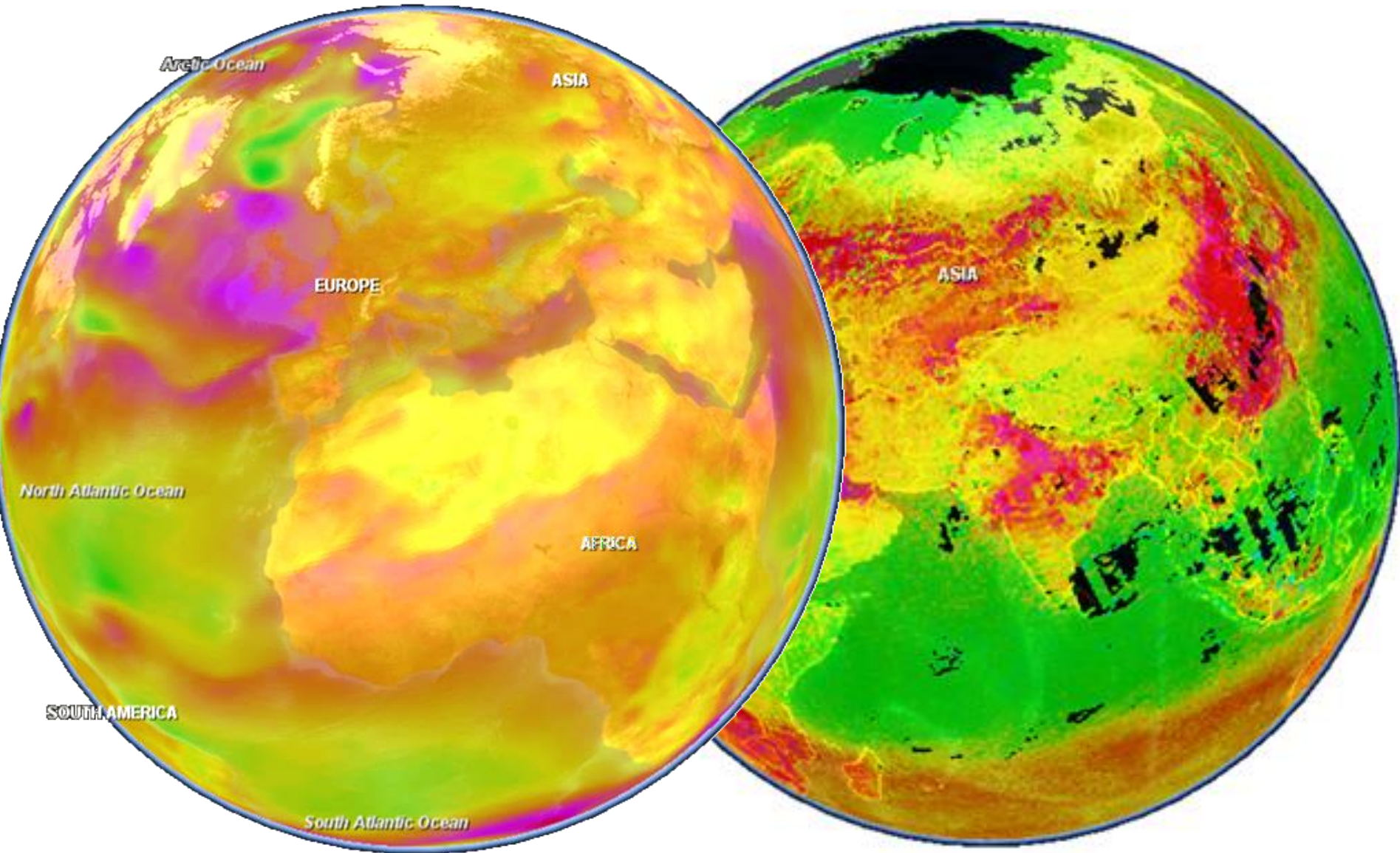
Climate Wikience

«Навести порядок» в данных

- Инструмент для упрощения доступа, визуализации и анализа
 - Реализует полный производственный цикл: можно делать много и быстро с помощью одной системы одному человеку
 - Прозрачность и автоматизация многих рутинных и не относящихся к исследованию операций
 - Позволяет получить Вам новые темы для Ваших исследований благодаря новым данным и новым возможностям работы с ними
- ➔ **Расширить круг пользователей данными**

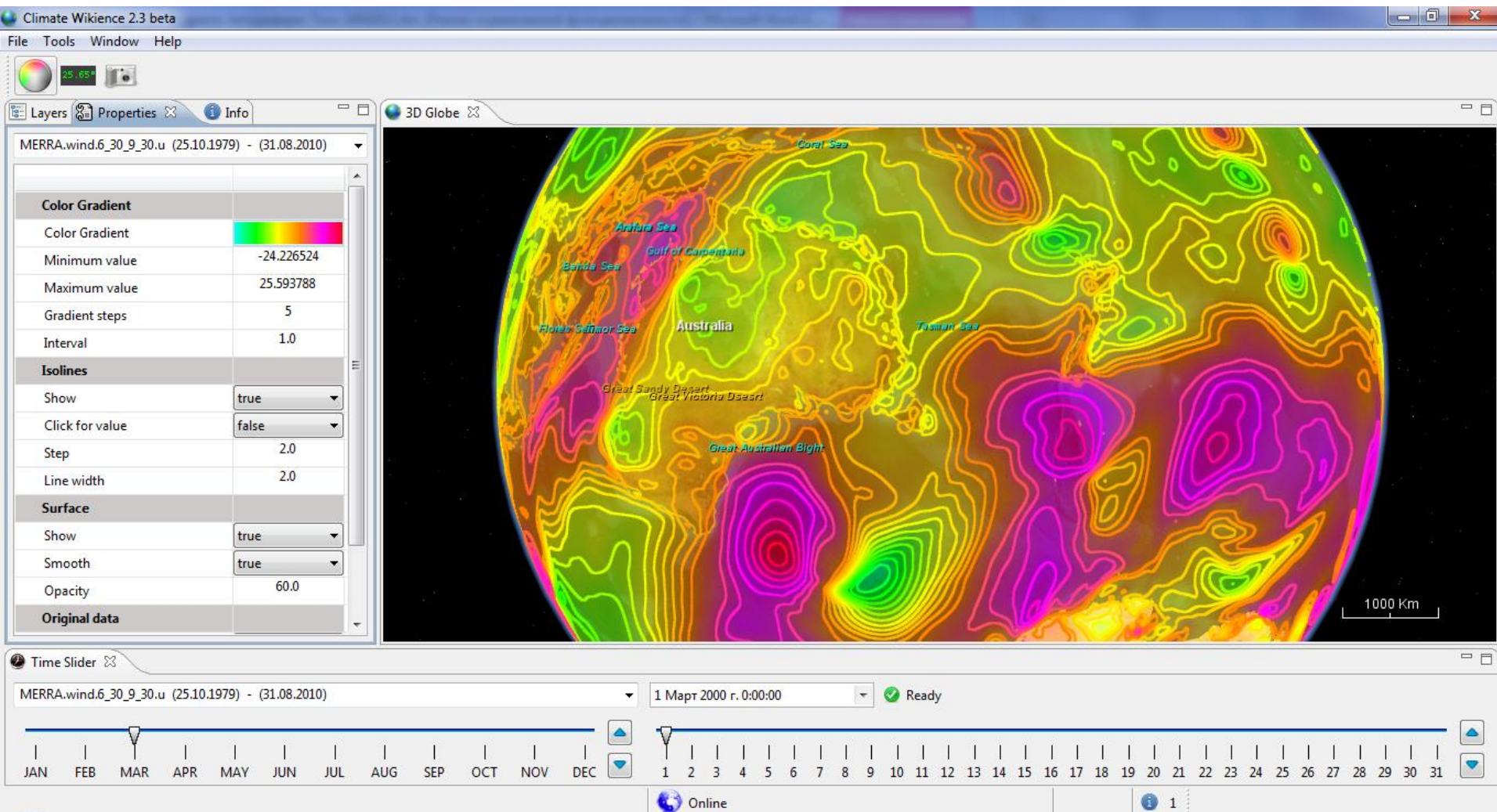
Беспрецедентные возможности

Climate Wikience: 3D визуализация



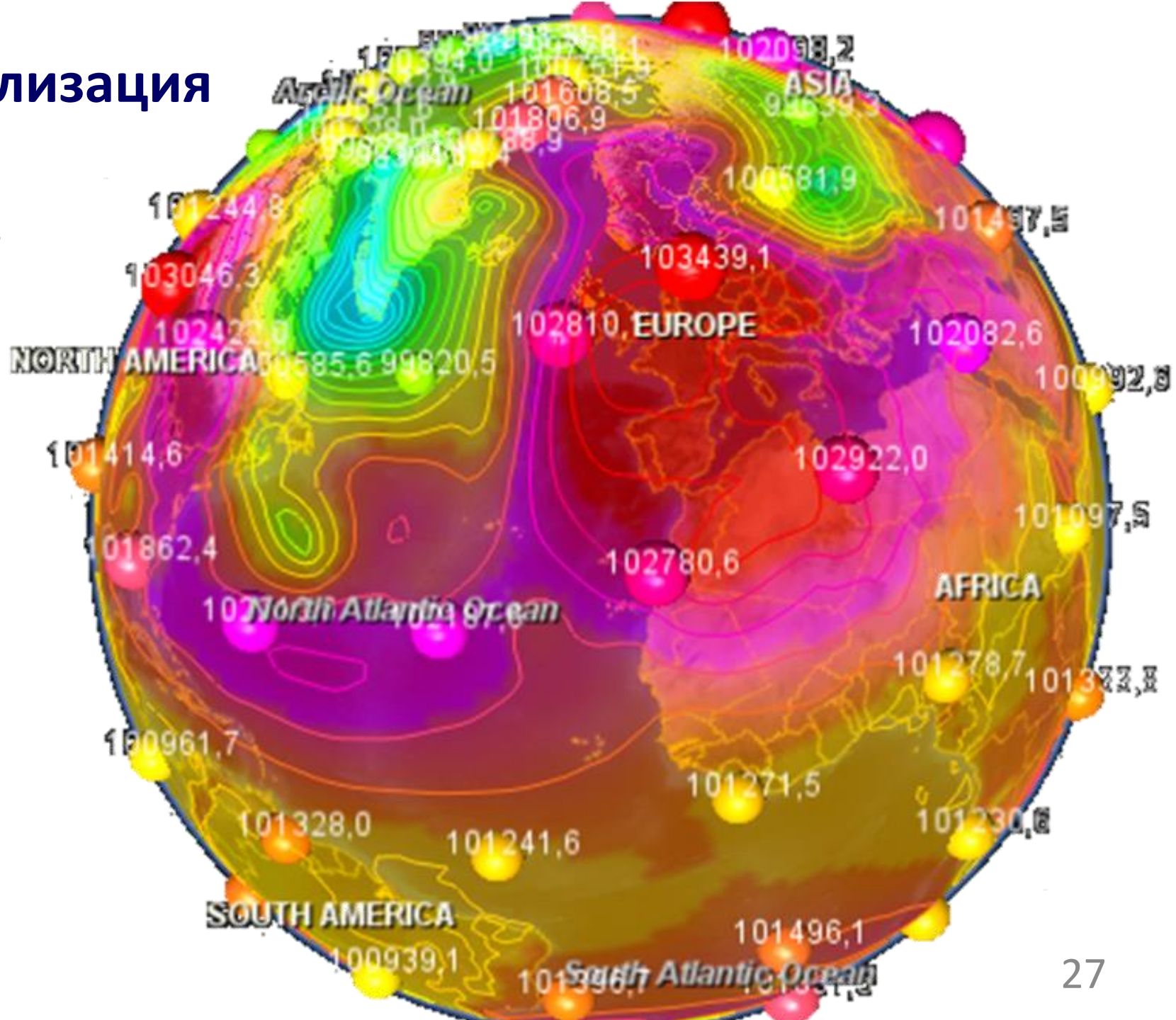
Самая наглядная визуализация

Интерфейс Climate Wikience

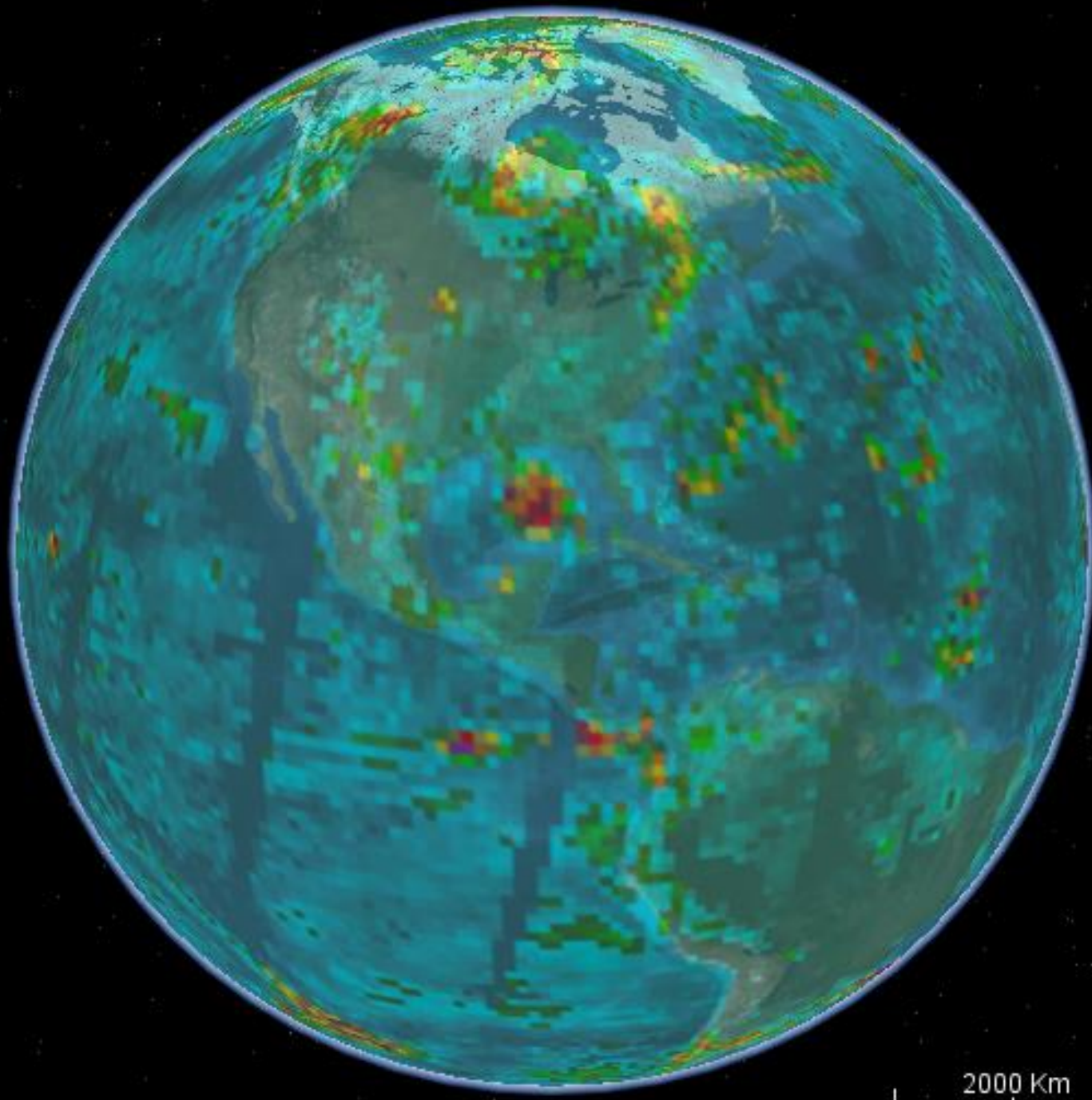


Новые инструменты навигации в данных

Визуализация трех видов



Terra MODIS: Оптическая плотность облаков



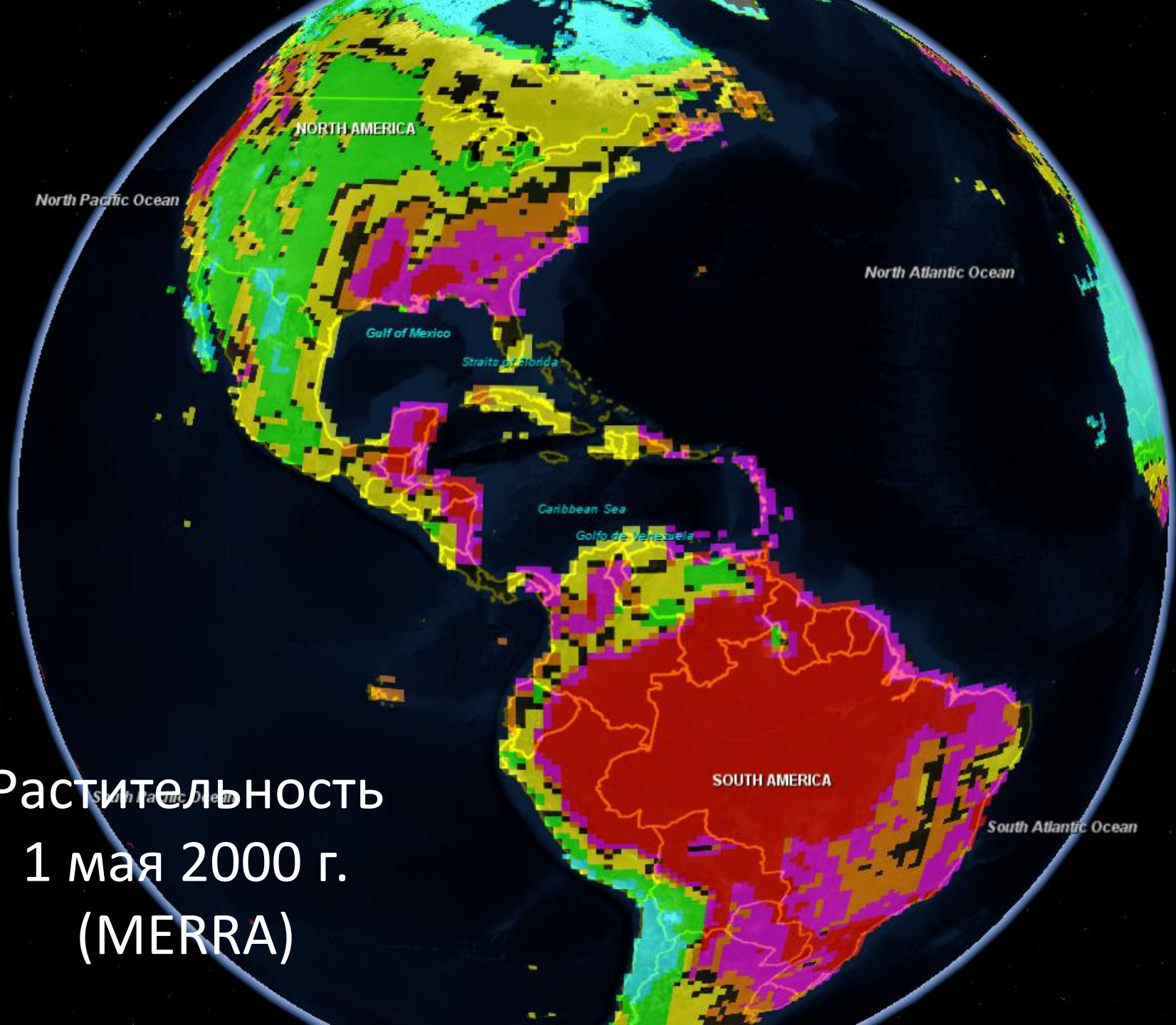
Ураган Катрина (IBTrACS) и оптическая плотность облаков (MODIS)

Август 28,
2005

Пиковое
развитие



Растительность
1 мая 2000 г.
(MERRA)



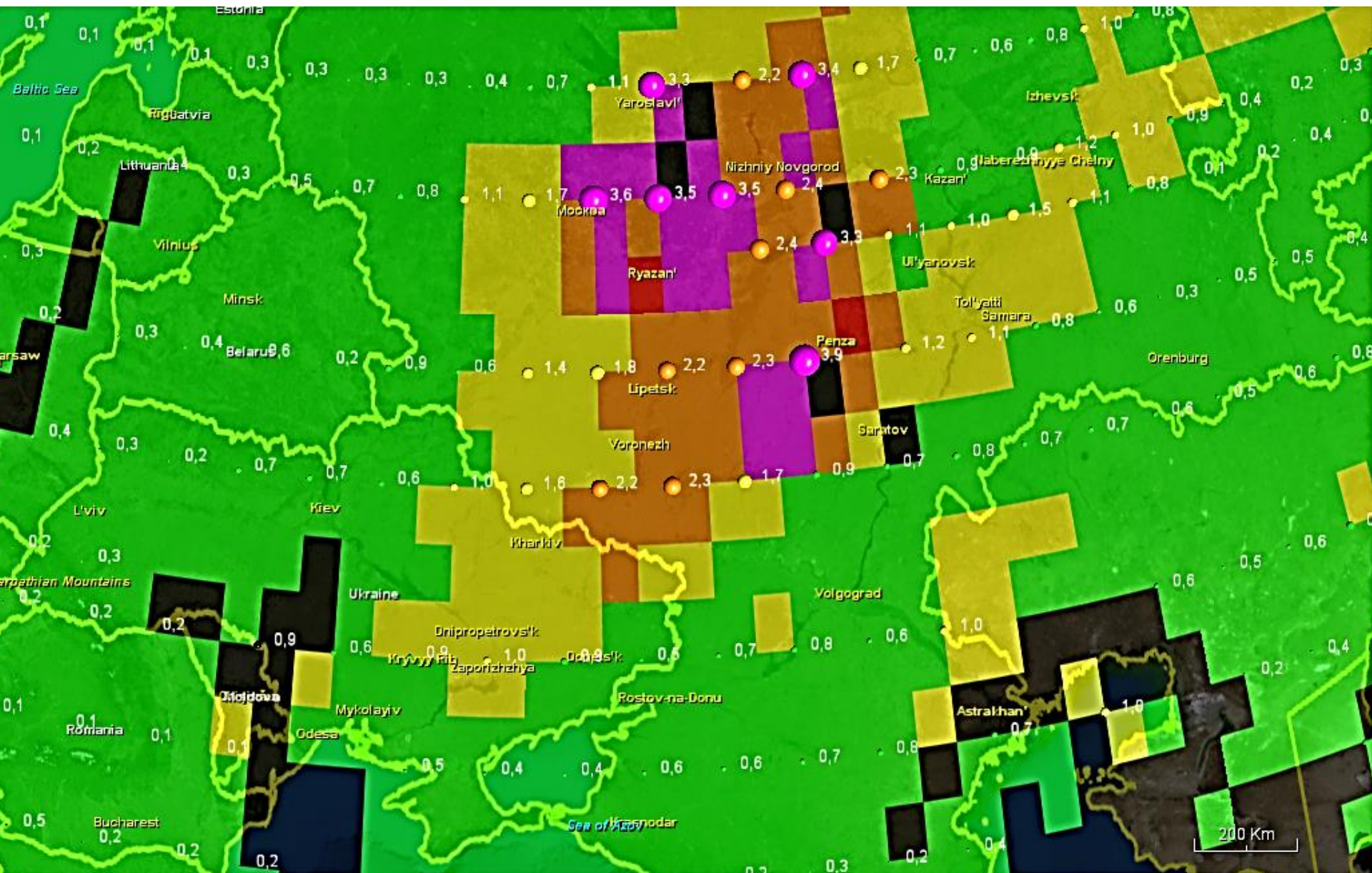
Огненная буря в России, Август 2010 г.



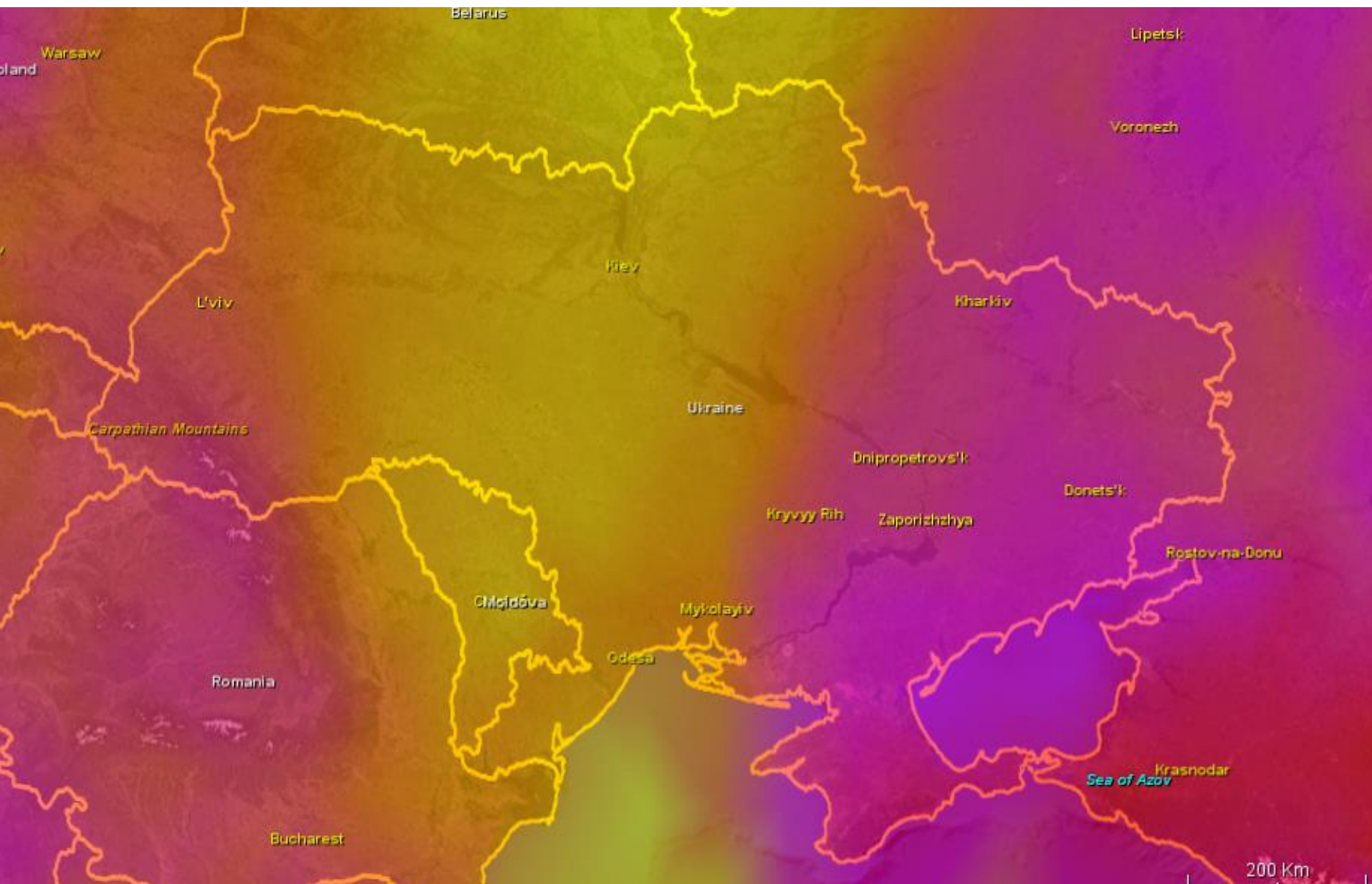
Москва, Красная Площадь

Огненная буря в России

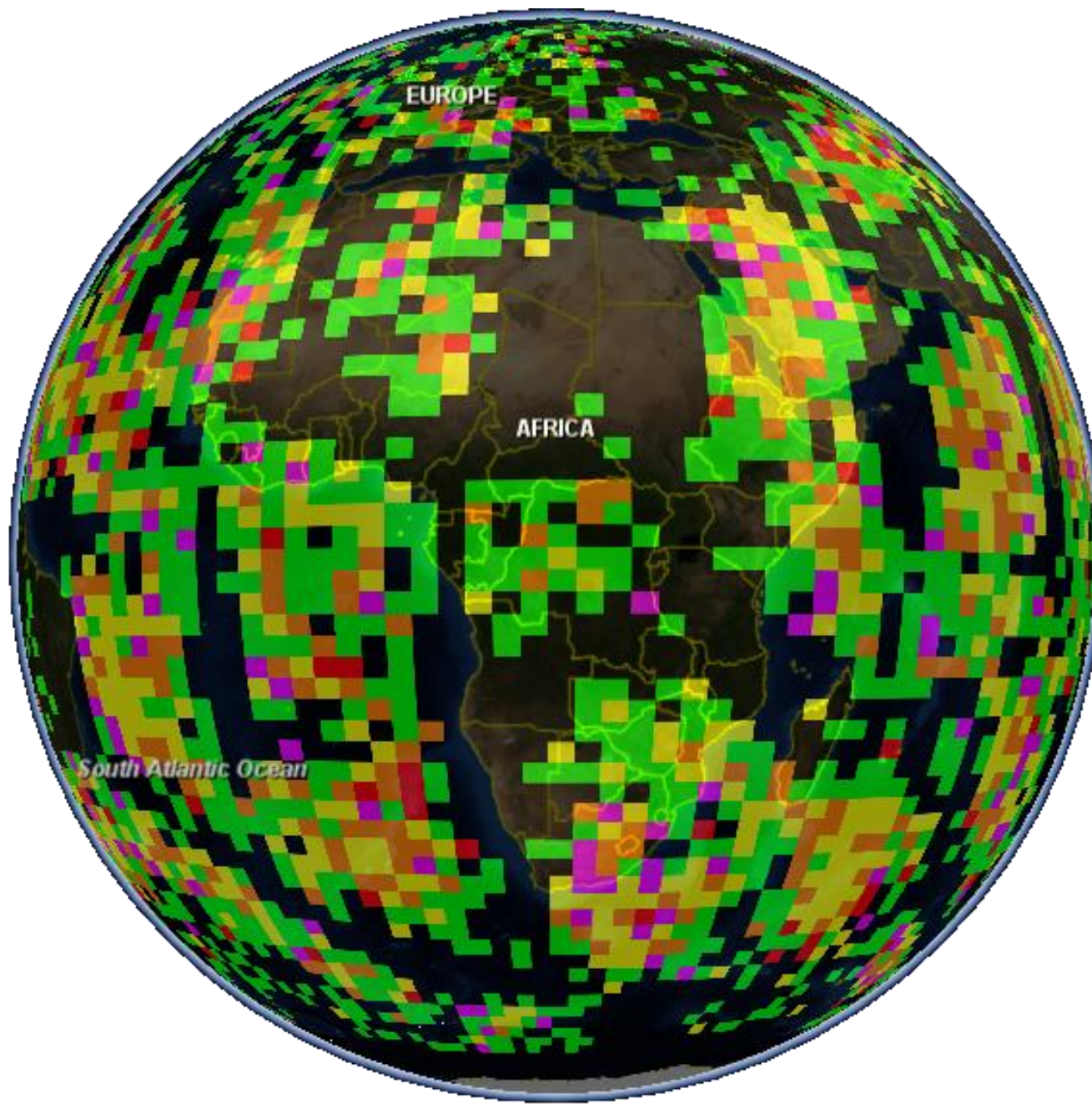
Оптическая толщина аэрозоля, август 2010 г.



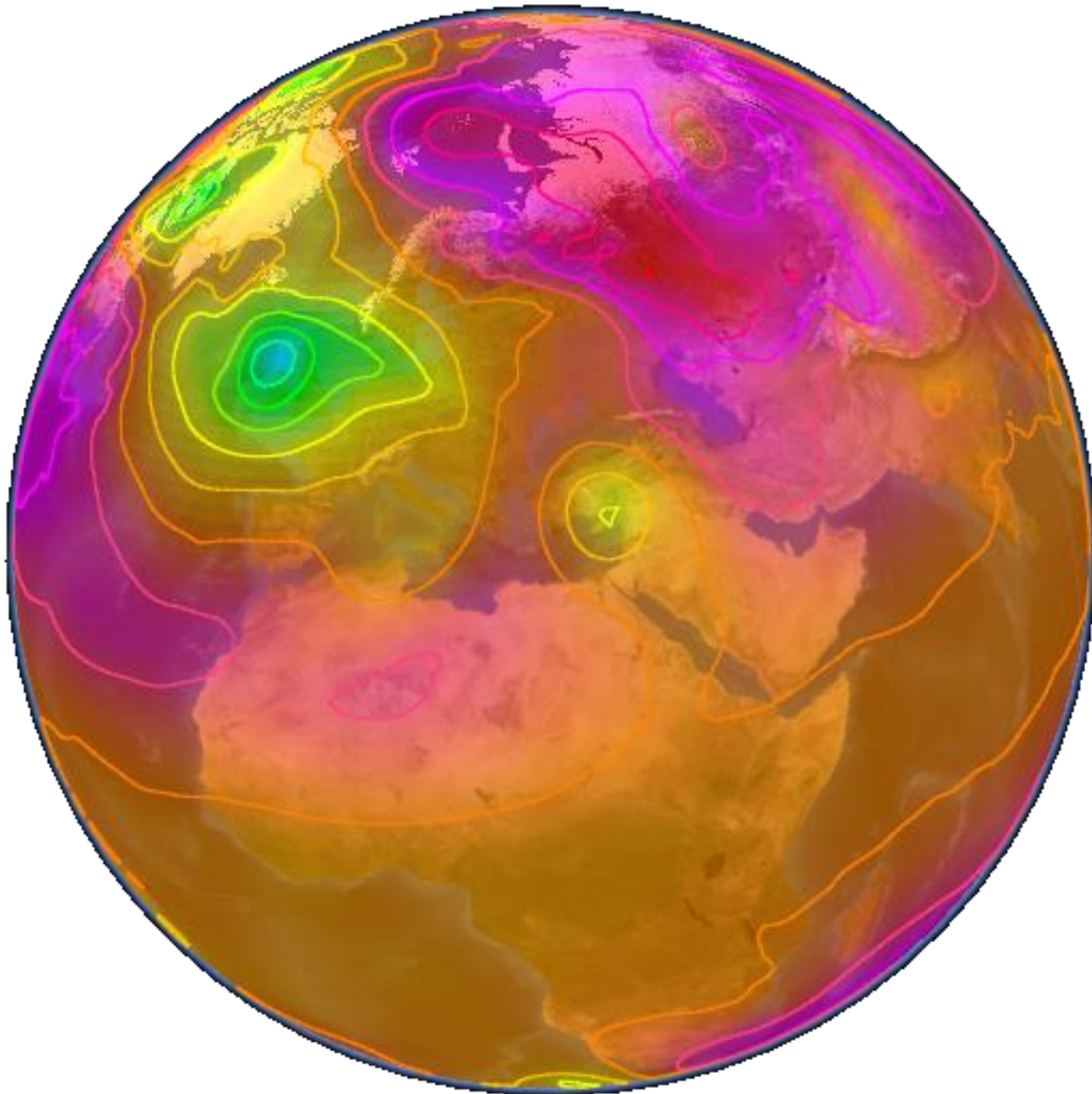
Озон, 1 мая 2006 г.



Диоксид углерода (CO₂)



Давление на уровне моря и изобары





Анализ данных: среда R

- Более 5000 пакетов
- Бесплатная
- Активно развивается
- Хорошая поддержка

The screenshot displays the RStudio environment with the following components:

- Source Editor:** Contains an R script with the following code:

```
1 # check whether na.approx works right for us
2 approx_test <- function (w, lat, lon) {
3   dev.new()
4
5   par( mfrow = c( 2, 1 ) )
6   par( mai = c(.1, .1, .1, .1) )
7   par( oma = c(.1, .1, .1, .1))
8
9   transposeData <- rCwience::readTransposeData(w, "Modis_L3_A
10
```
- Console:** Shows the following output:

```
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

[workspace loaded from ~/.RData]

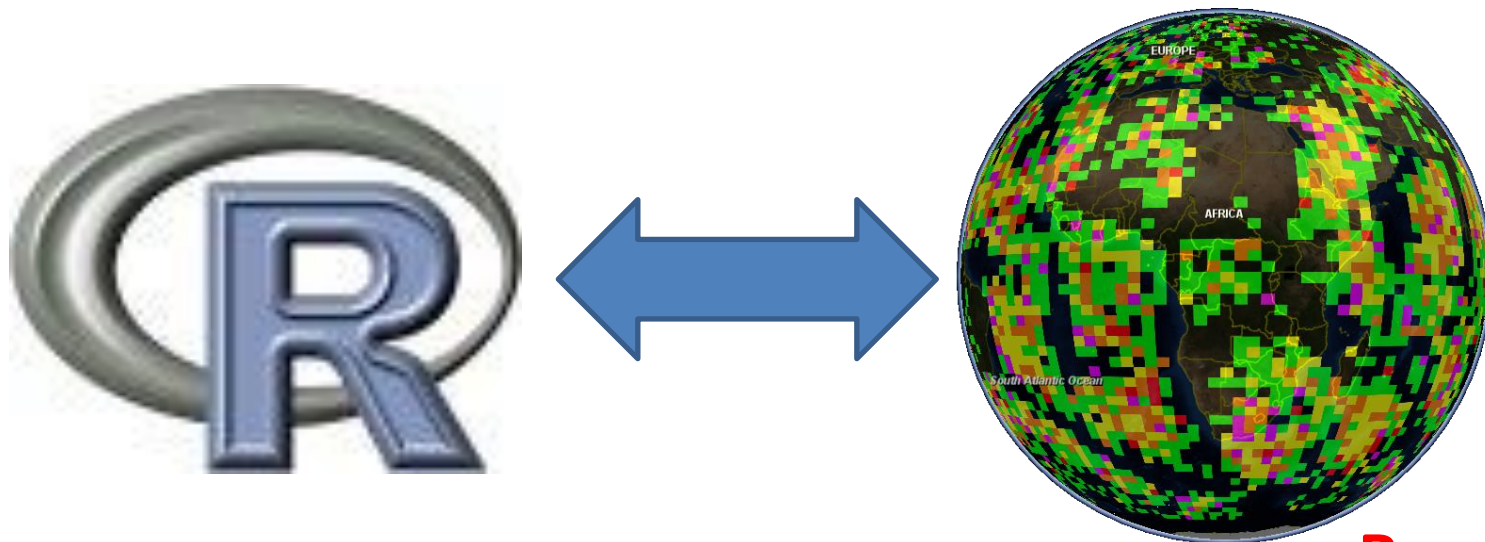
Loading required package: sp
Loading required package: raster
raster 2.0-41 (21-December-2012)
Loading required package: rJava
> |
```
- Workspace:** Lists the following objects:

Object Name	Size	Mode
CO2_monthly	98	ok
NO2_monthly	99	ok
O3_OMI_VS_MODIS	621	c
correlation	621	c
m	180x3	
mrg	4536	
no2_vs_o3	2820	
- Files:** Shows the file explorer with the following files:

File Name	Size	Mode
.RData	6.1 MB	20
.Rhistory	18.6 KB	20

RWikience

- Пакет для среды R
- Подключение к Climate Wikience и обмен данными



Всего
3 строки
кода

```
library(RWikience)  
w<-WikienceConnect()  
m <- getFloatMatrix(w, "CO2", "01 03 2005")
```

Все данные доступны из R

CRAN

<http://cran.r-project.org/web/views/Spatial.html>

<http://cran.r-project.org/web/views/TimeSeries.html>

129 + 137 = 266 пакетов

Анализ пространственных данных

Анализ временных рядов

Примеры решения практических задач

Новые возможности

- Существенное упрощение и единообразие доступа к тысячам глобальных измерений
- Проведение анализа больших объемов данных, не способных разместиться на одной рабочей станции
- Выполнение большого объема работ одним специалистом

**Даже простые подходы дают
существенные результаты**

Всего несколько строк в среде R

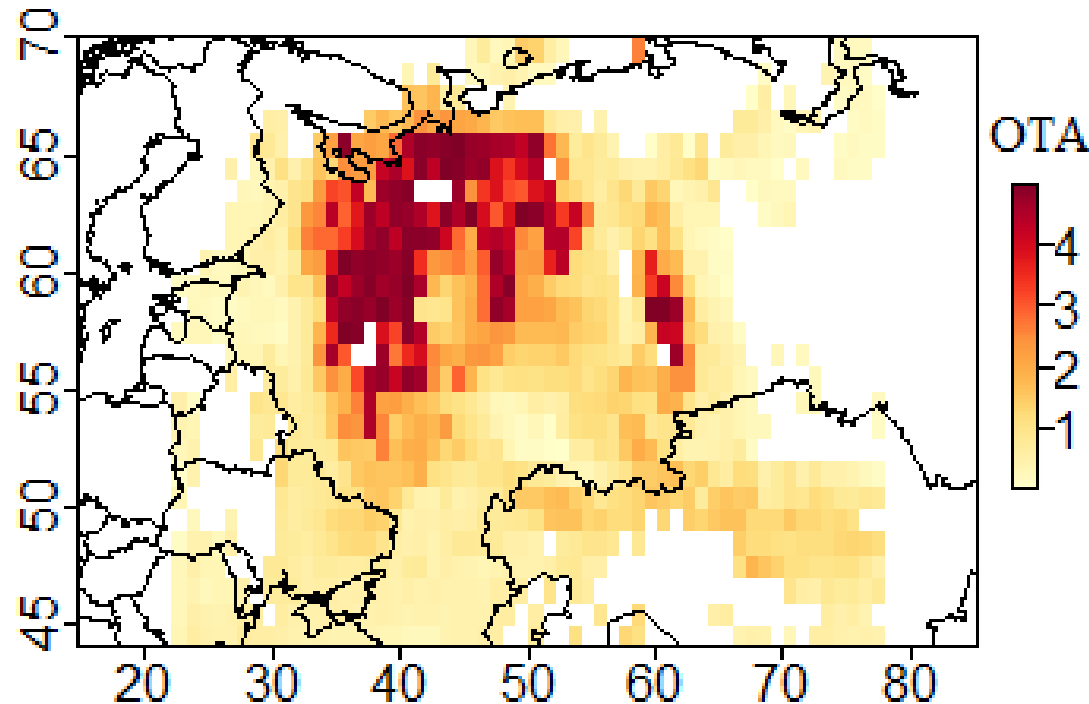
Пример

```
library(RWikience)
library(openair)
```

```
m <- getFloatMatrix(w,
  "Modis L3 Atmosphere.
  AEROSOL.
  LAND AND OCEAN.
  Optical Depth.Maximum",
  "09 08 2010")
```

```
r <- convertToRaster(m)
r_cut <- cutRaster(r, 70, 44, 22, 78)
```

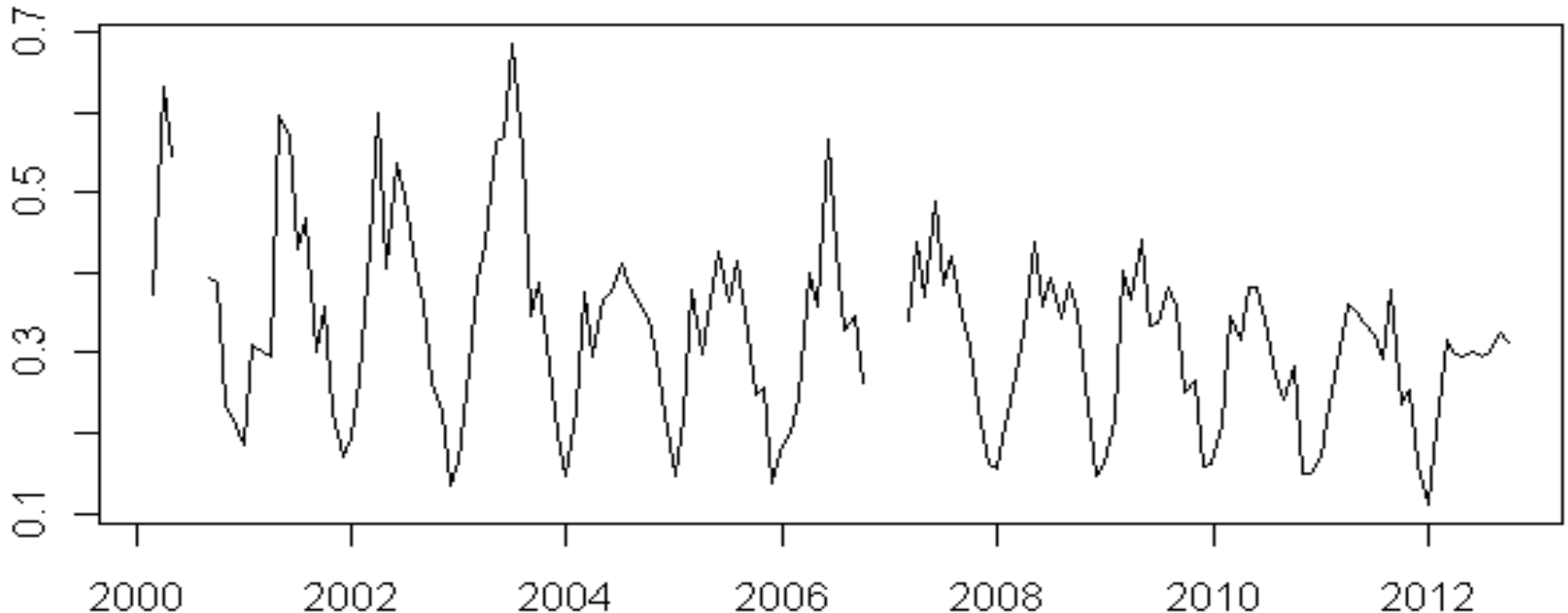
```
plot(r_cut, col = openColours("heat"))
plot(cshp.data, add=T, border="black")
```



Построение карты значений оптической толщины аэрозоля
за 09.08.2010 г. (торфяные пожары в России)

ОТА над Римом, Италия

```
t <- readTransposeData(w, "Modis L3 Atmosphere.  
Land.Optical_Depth_Land_And_Ocean.Maximum", 41, 12)  
  
t_avg <- aggregate(t["value"],  
                    format(t["date"], "%Y-%m"),  
                    mean, na.rm = TRUE)  
  
t_avg$date <- seq(min(t$date), max(t$date), length = nrow(t_avg))  
plot(t_avg$date, t_avg$value, type="l")
```



Исследуем над городом благодаря ВР для каждой ячейки

ОТА над Римом, Италия

```
ids <- which (t$value <= 2)
plot(as.factor(format(t$date[ids], "%m")), t$value[ids])
```

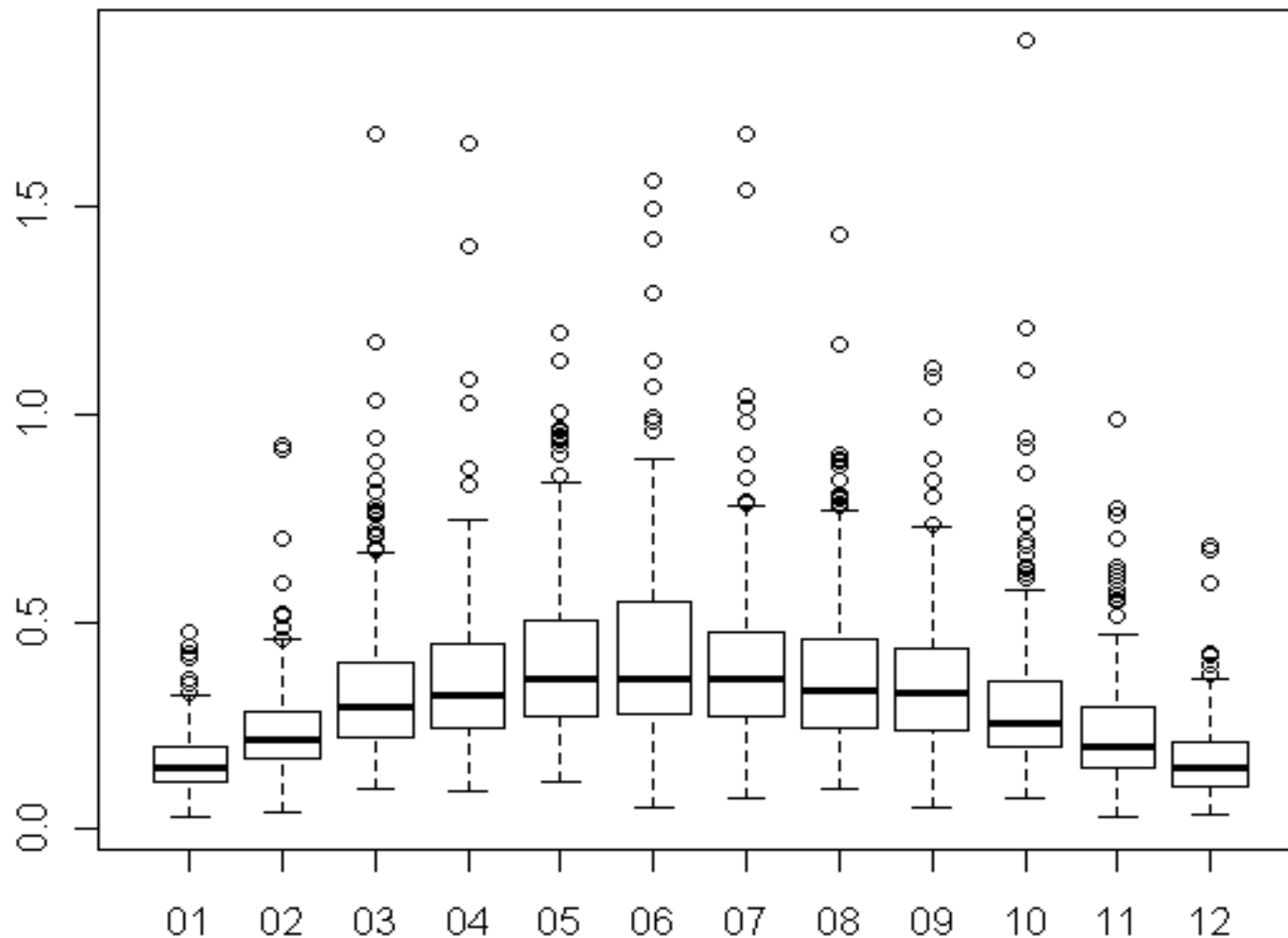
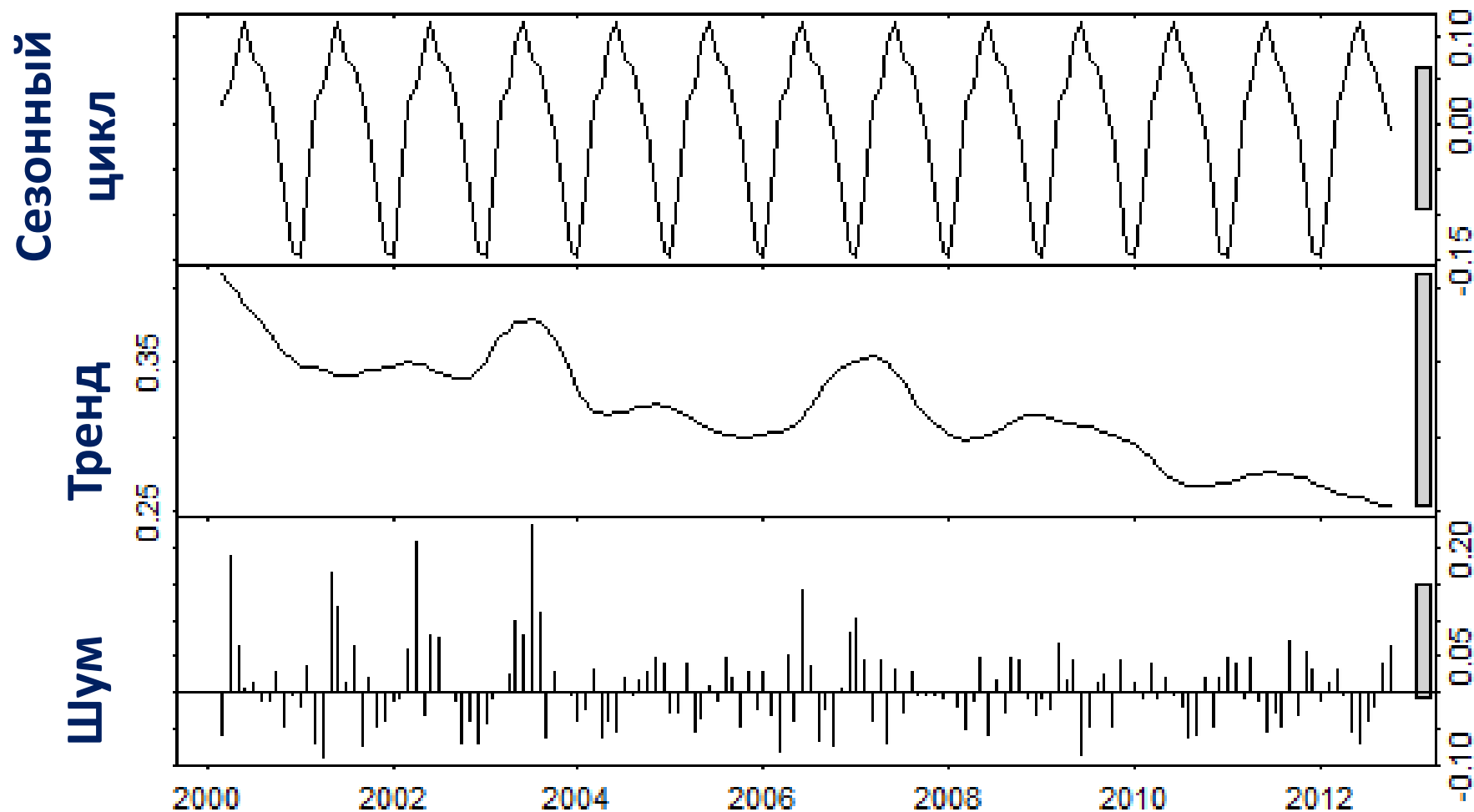


Диаграмма Тьюки

ОТА над Римом, Италия

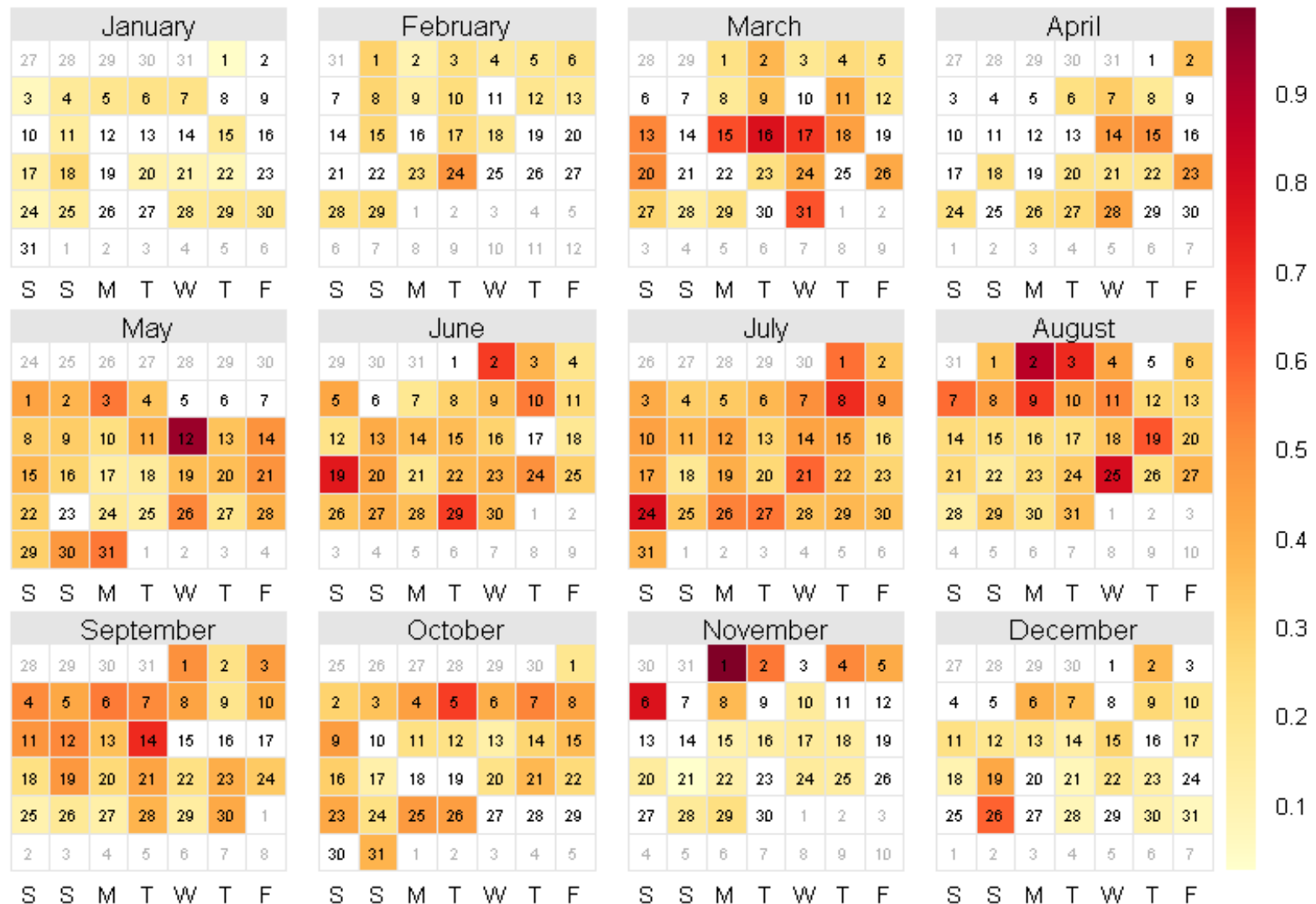
```
library(zoo)
t_avg.trim <- na.trim(t_avg)
t_avg.trim$value <- na.approx(t_avg$value)
t_avg.ts <- ts(t_avg.trim[,2], start=c(2000,3), freq=12)
plot(stl(t_avg.ts, s.window="periodic", robust=TRUE))
```



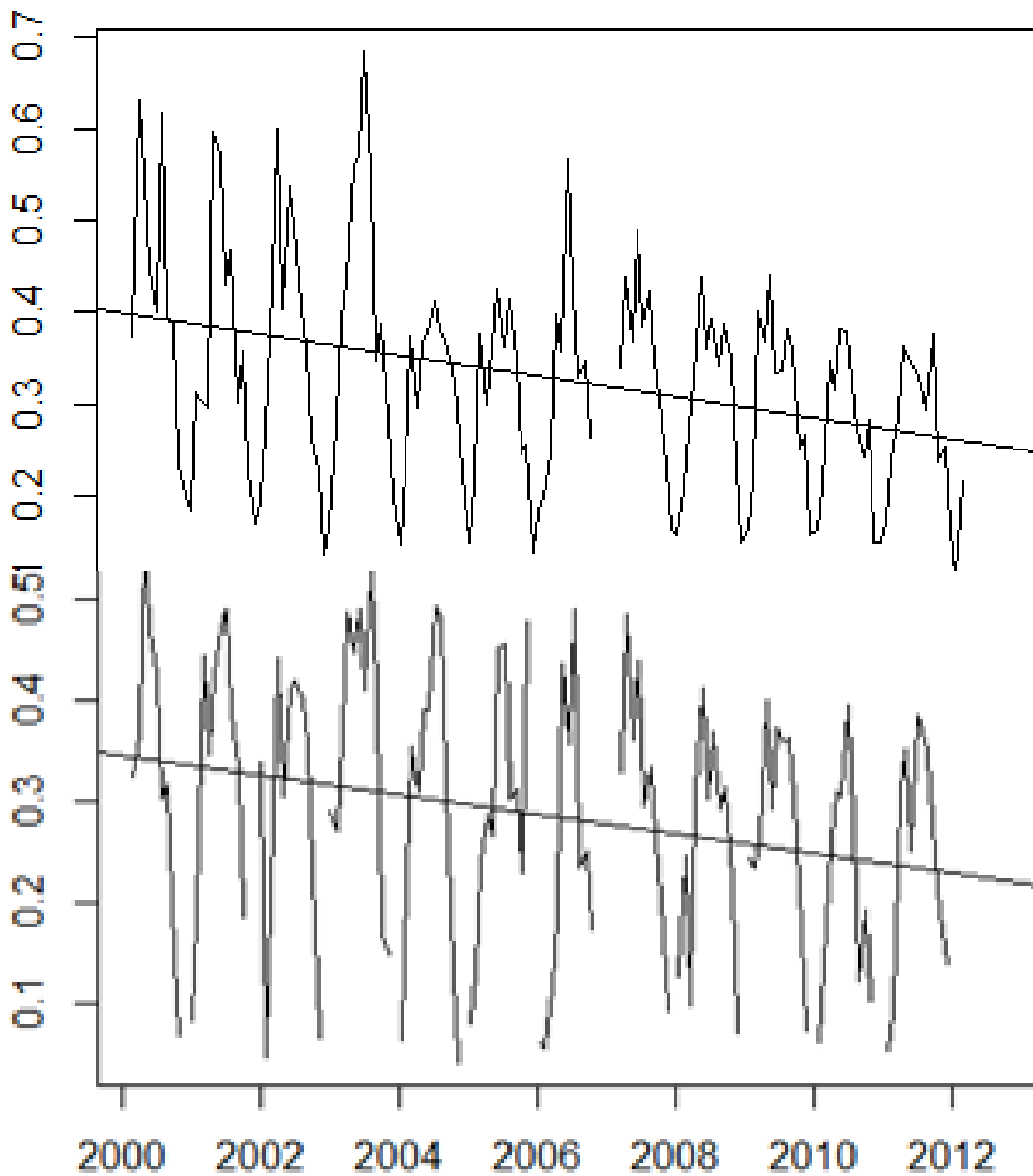
Декомпозиция методом STL (Рим)

ОТА над Римом, Италия

```
library(openair)  
calendarPlot(t, "value", 2004)
```



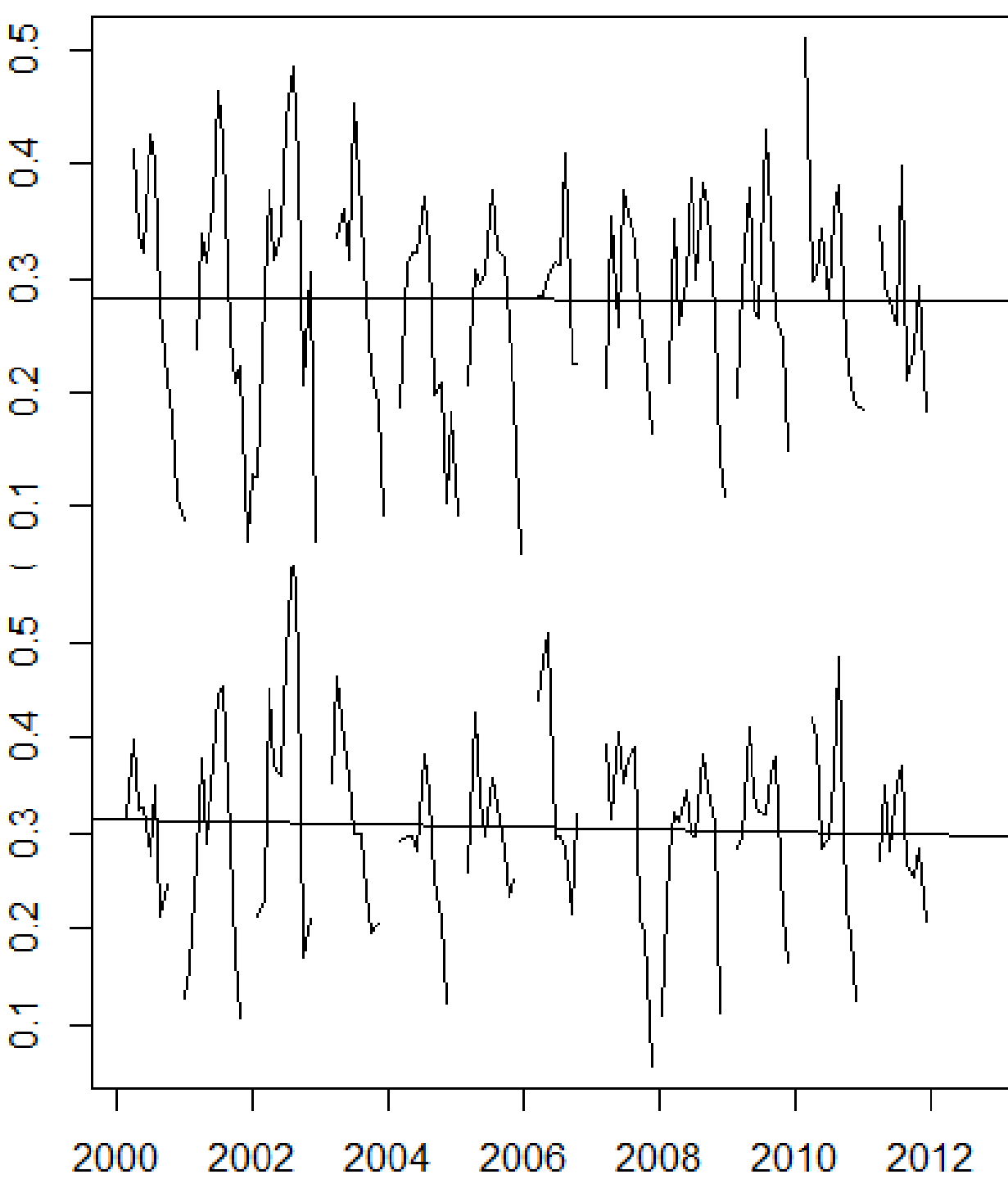
Ежедневное значение ОТА над Римом в 2004 г.



Рим

Лондон

Тренды ОТА

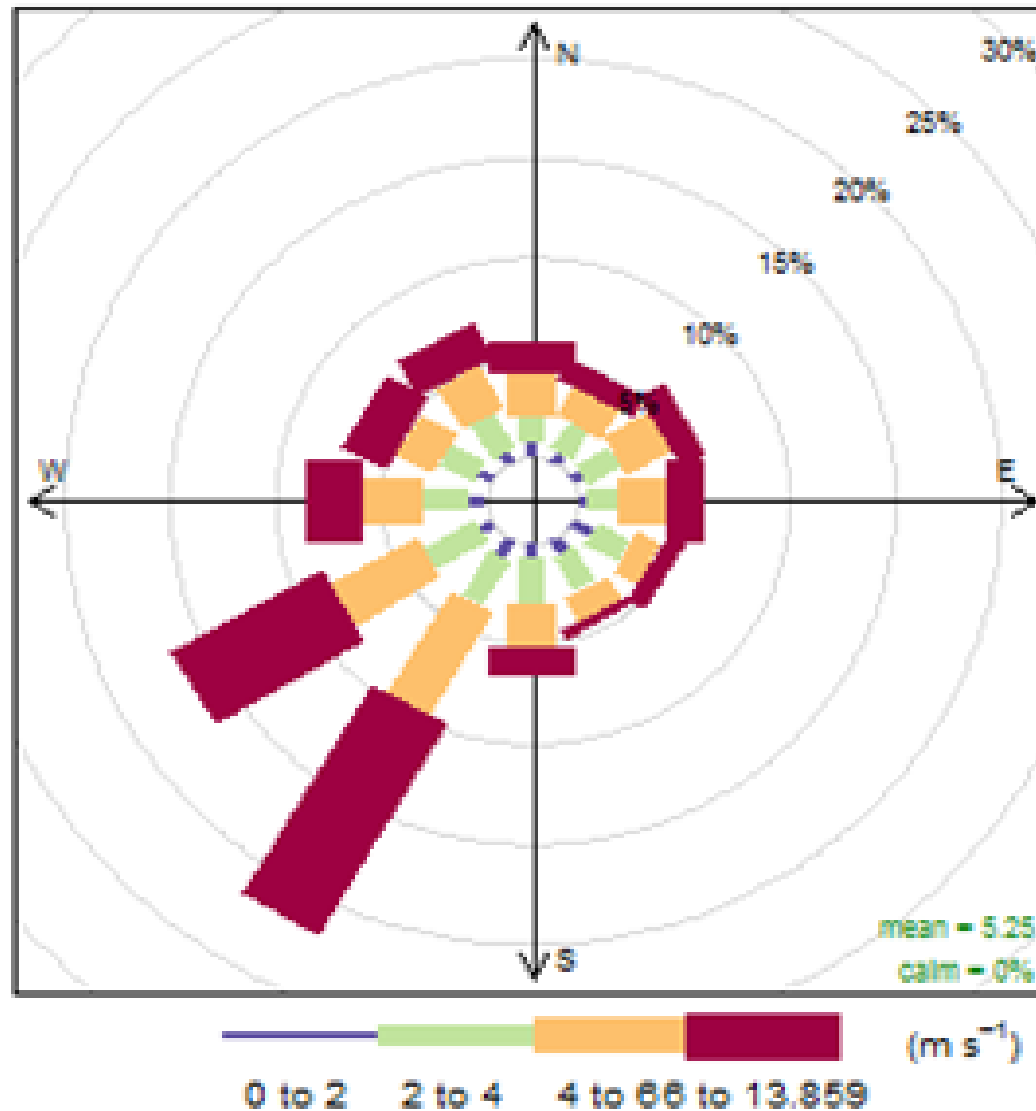


Донецк

Киев

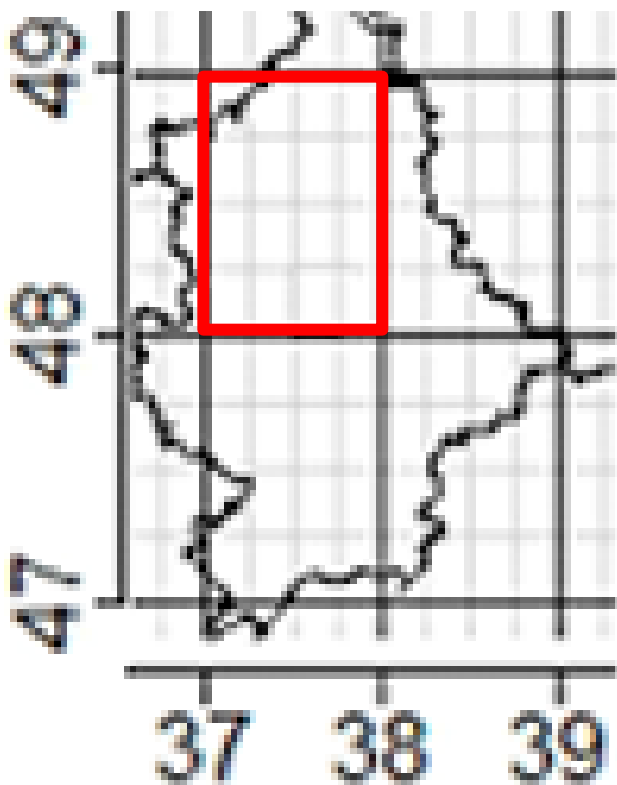
Тренды ОТА

Роза ветров для одного узла решетки

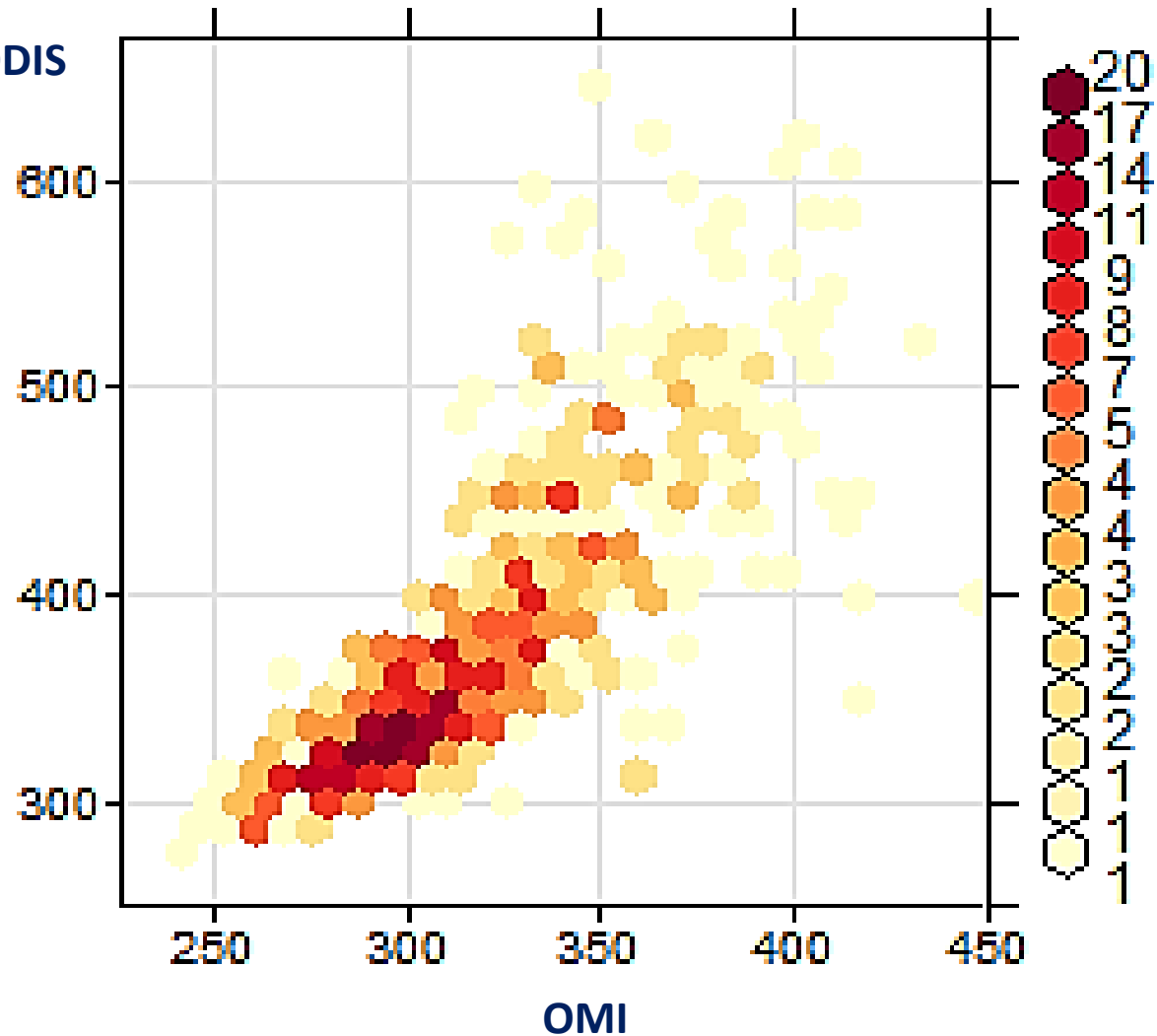


Можно построить для любой точки планеты

Сравнительный анализ содержания озона



MODIS



1 ячейка MODIS $1,0^{\circ} \times 1,0^{\circ}$

16 ячеек OMI $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$

Риски загрязнения атмосферного воздуха

**1 Где воздух более загрязнен в Украине:
на востоке либо на западе?**

**2 «Все ли плохо в Украине?» - сравнение с
Европейскими странами**

Геополитика?

Риски загрязнения атмосферного воздуха

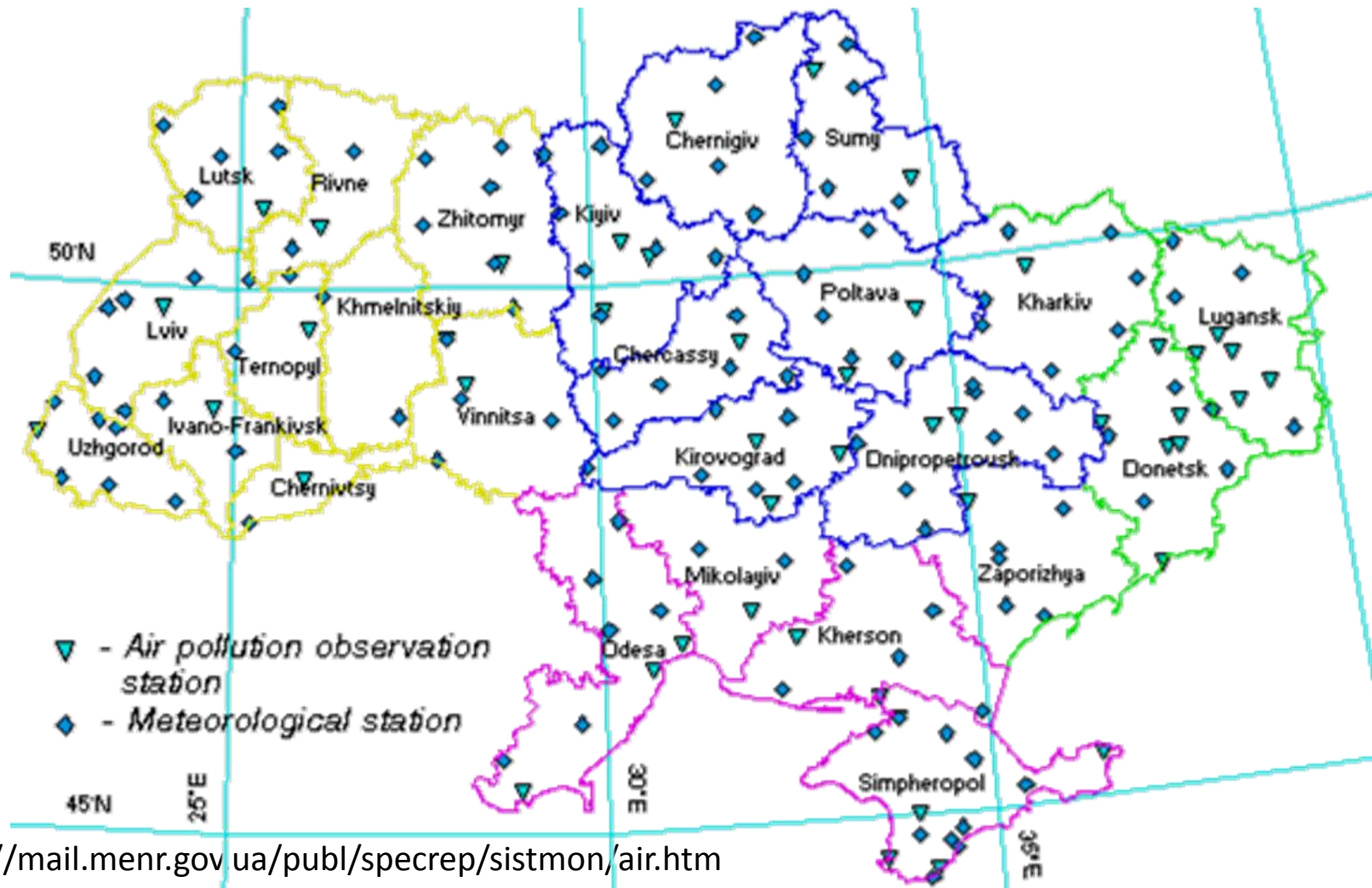
- Создание карт техногенно-экологических рисков загрязнения атмосферного воздуха до 2015 г. – одна из главных целей Закона Украины *«Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року»*

Кроме этого:

- Оценка трансграничного переноса
- Сравнение уровня загрязнения Украины с другими странами
- Сравнение областей Украины по уровню загрязнения
- Оценка выбросов

Актуальность

Малочисленная сеть постов наземного контроля атмосферного воздуха (162 стационарных поста Укргидромета в 53 городах страны)



Метод вычисления риска загрязнения воздуха

Риск – вероятность определенного уровня загрязнения воздуха веществом над изучаемой территорией

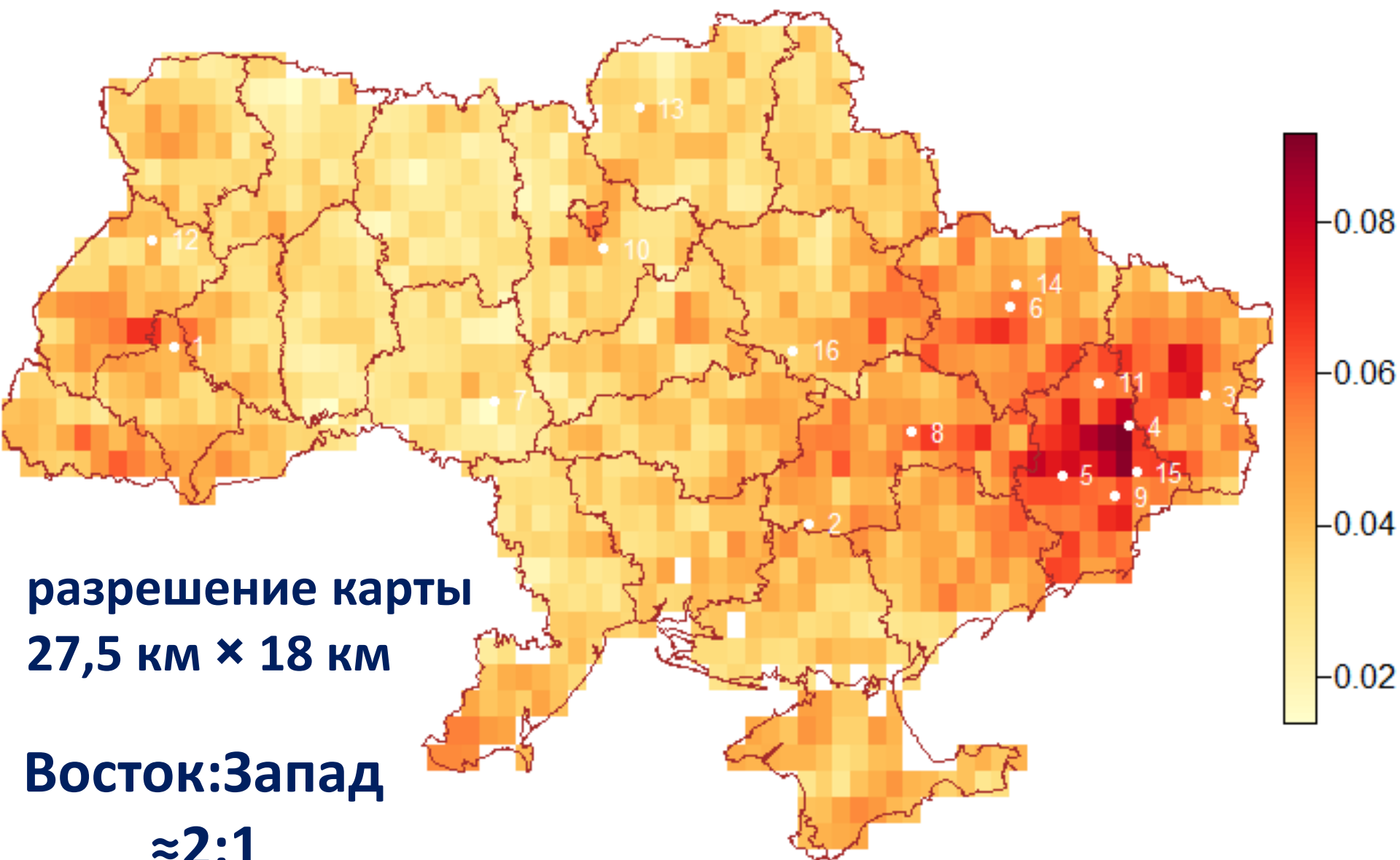
$$R(a, b) = S(a, b) / T$$

$S(a, b)$ = количество
дней с
концентрацией
вещества в
диапазоне $a..b$ еД

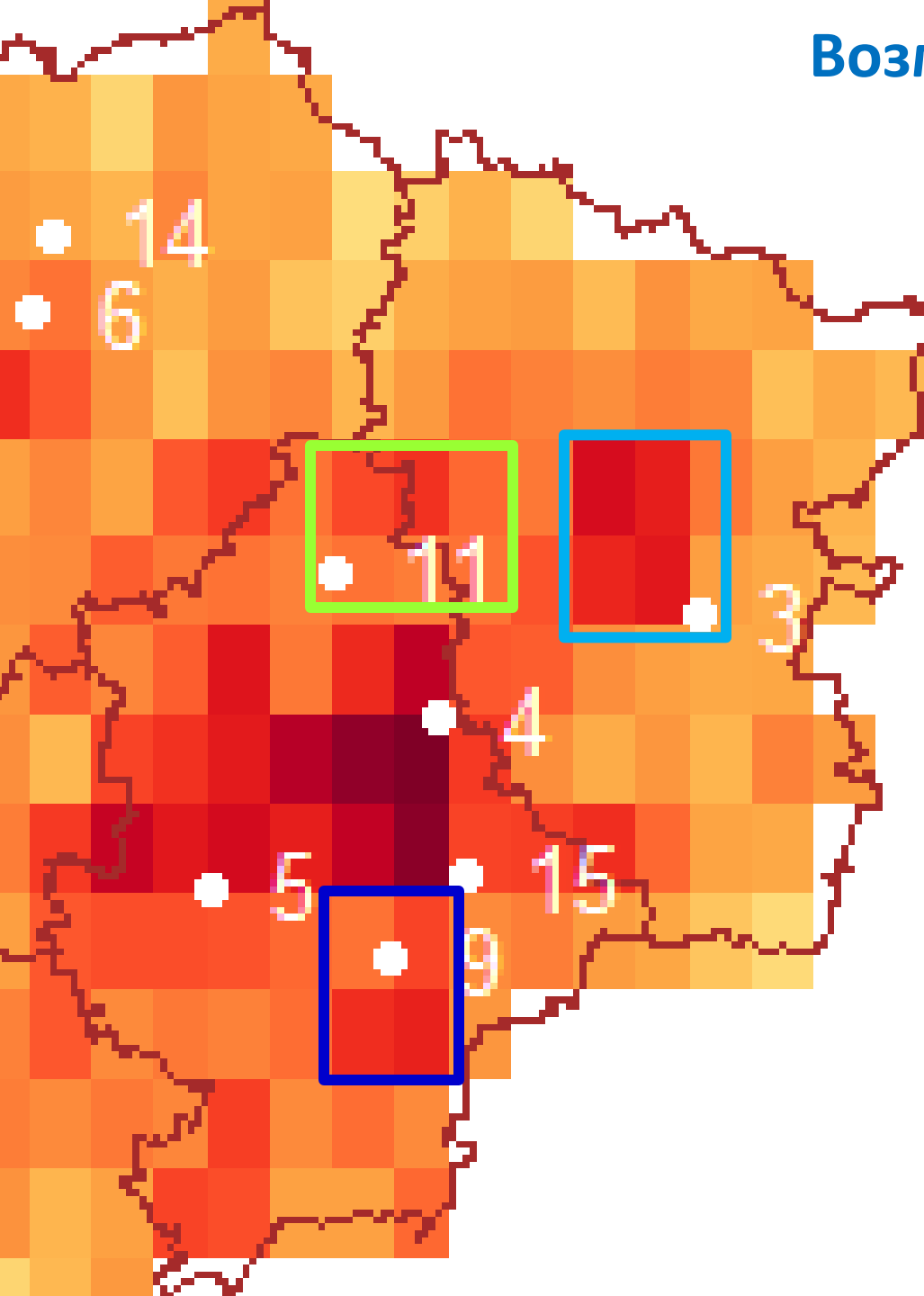
T = количество дней,
для которых
имеются данные
наблюдений для
ячейки

Рассчитывается для каждой ячейки

Риск умеренного уровня загрязнения воздуха диоксидом серы (SO_2)

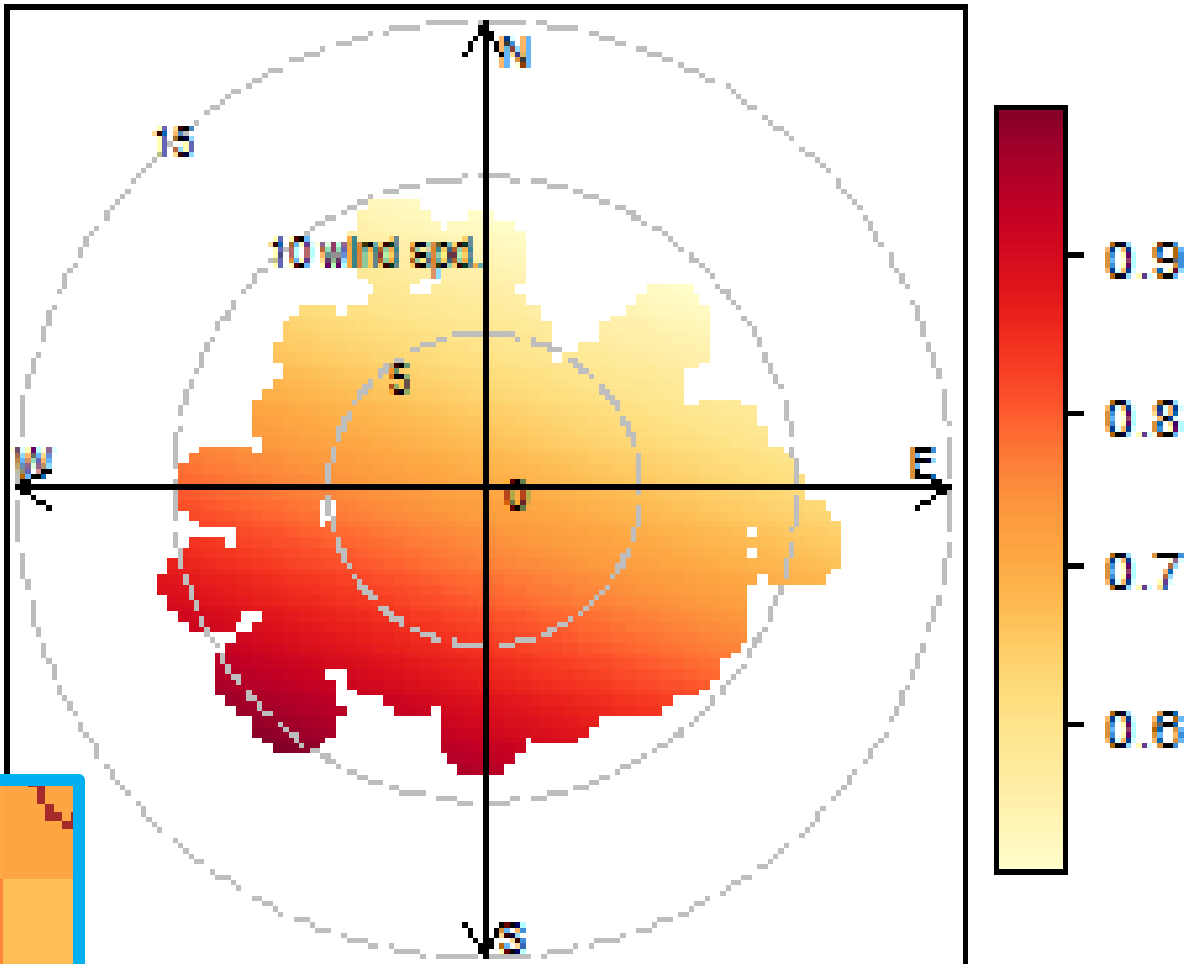
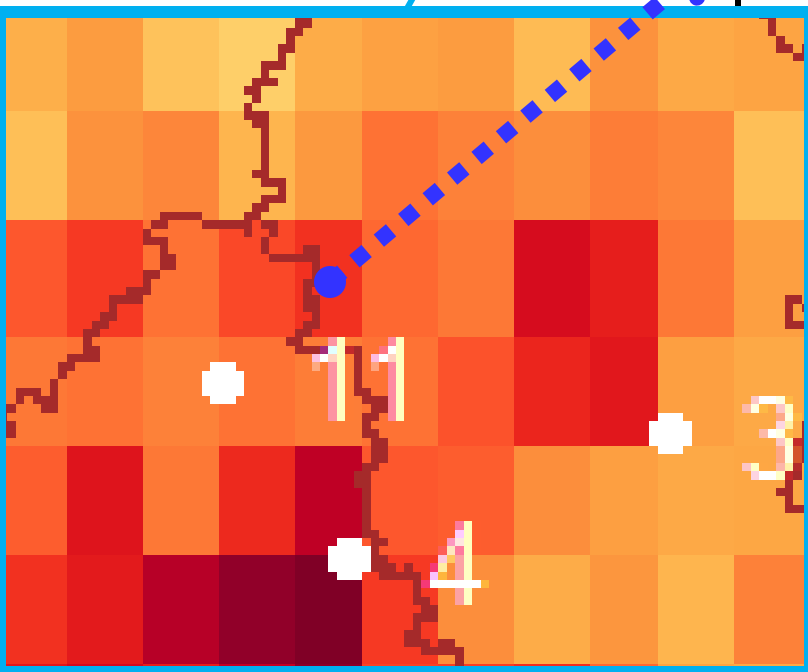
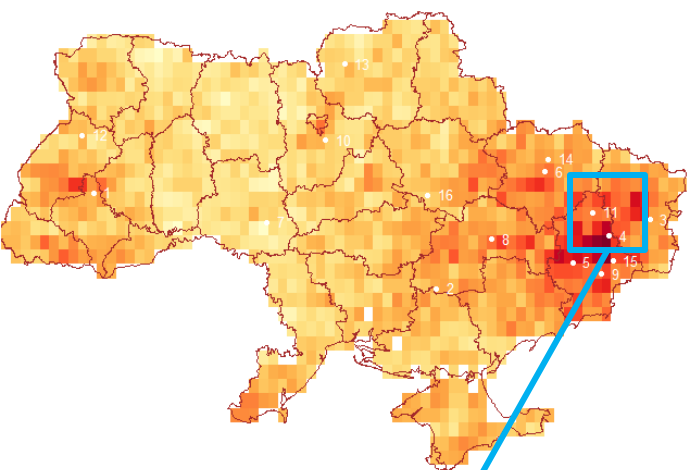


Возможные зоны влияния ТЭС



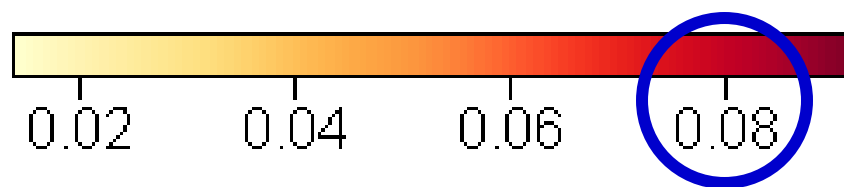
№	ТЕС/ТЕЦ	SO ₂ , т/го,
1	Бурштинська	121493
2	Криворізька	140472
3	Луганська	101724
4	Вуглегірська	89629
5	Курахівська	69706
6	Зміївська	65540
7	Ладизинська	62548
8	Придніпровська	54352
9	Старобішевська	51524
10	Трипільська	49610
11	Слов'янська	35258
12	Добротвірська	35258
13	Чернігівська	11000
14	ТЕЦ-2 Есхар	4241
15	Зуївська	?
16	Кременчуцька	31

Славянская ТЭС

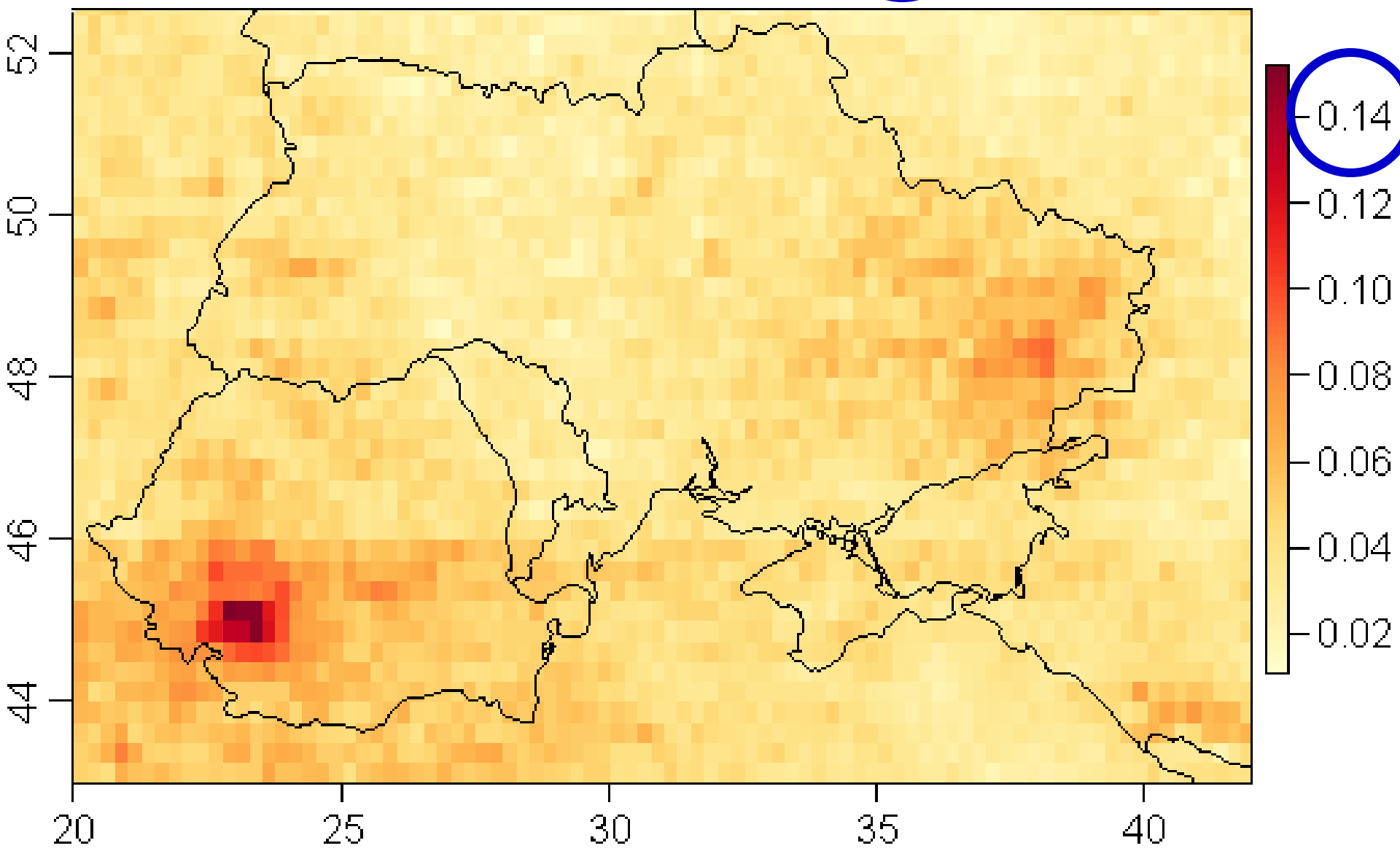


Зависимость
концентрации SO_2 в
ячейке от скорости и
направления ветра

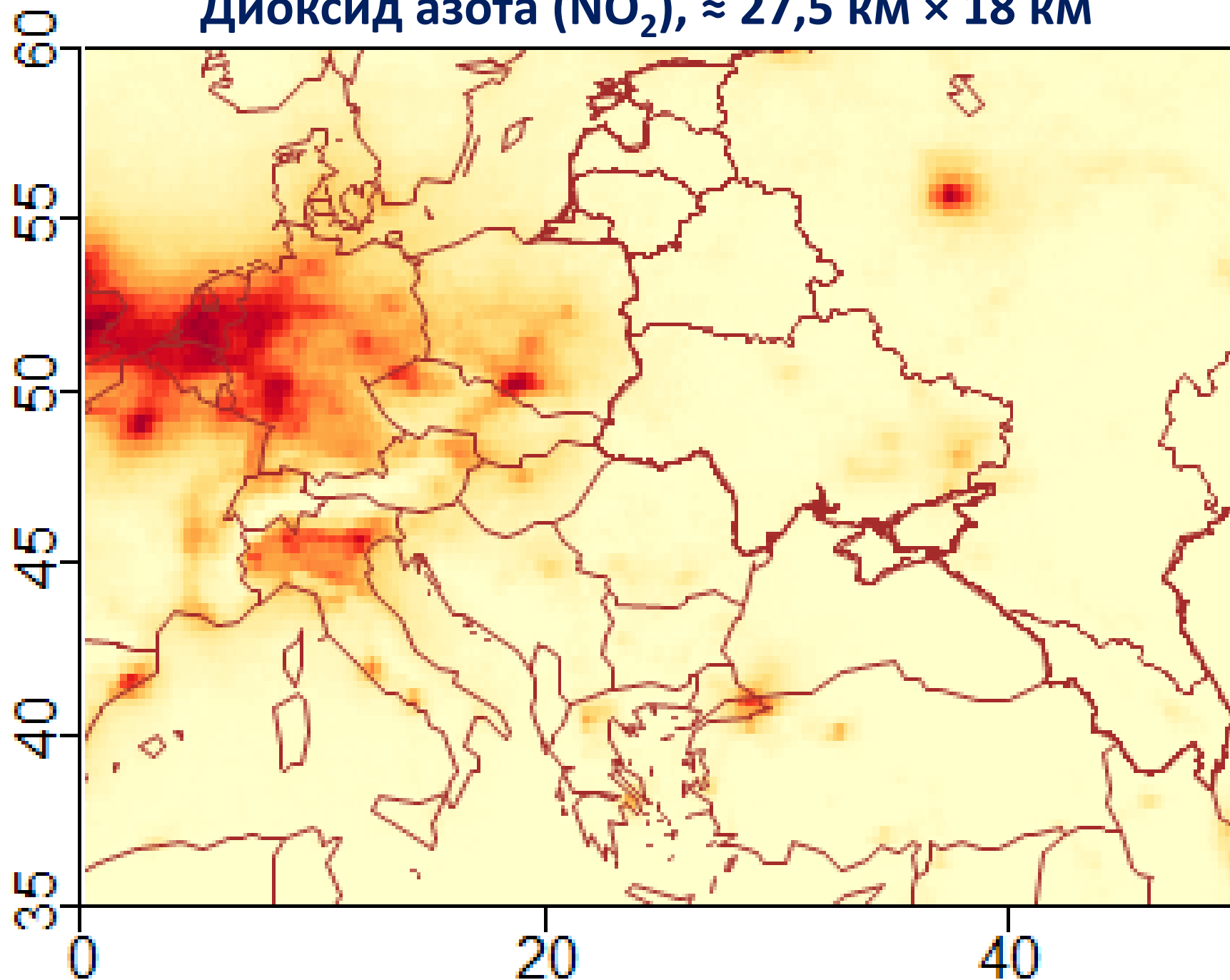
Сравнение с ближайшими территориями



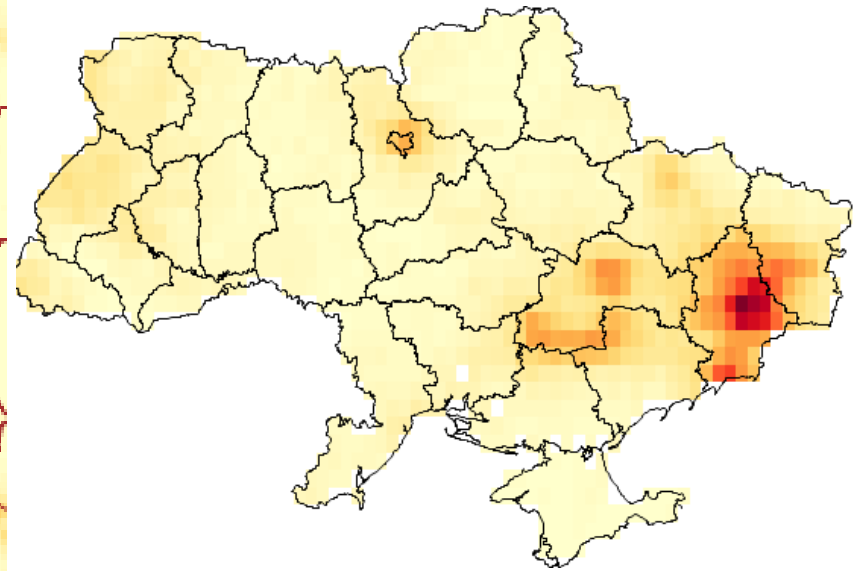
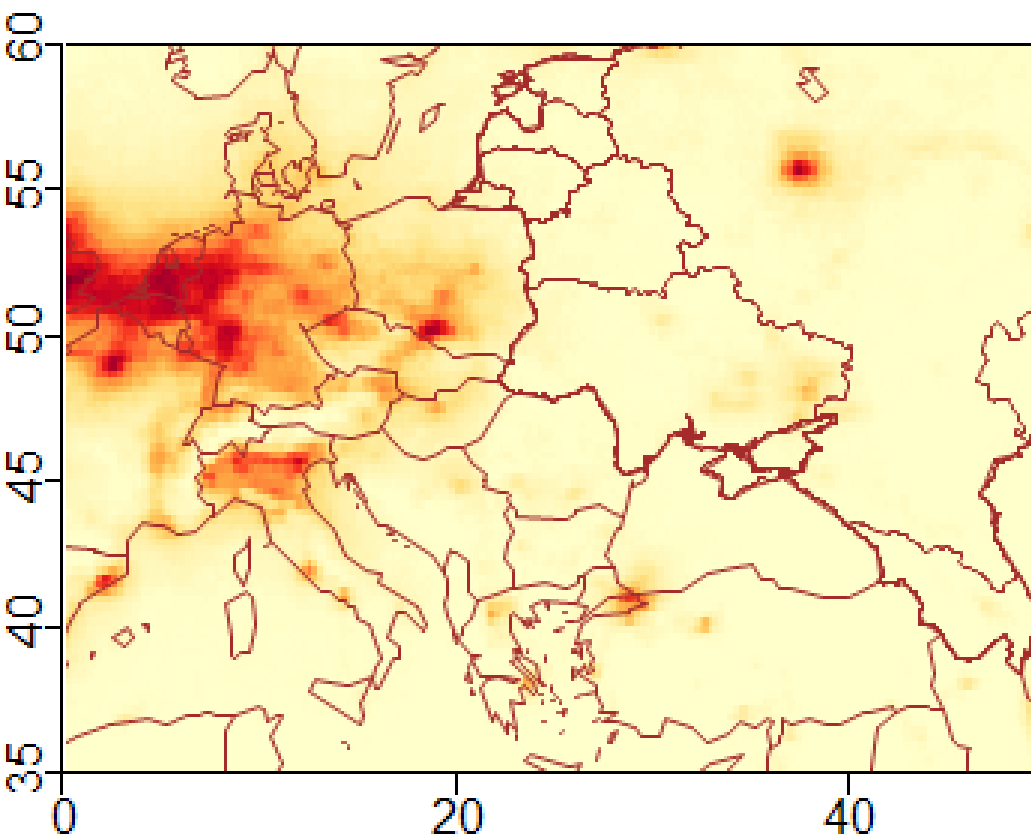
≈ в 2 раза



Диоксид азота (NO_2), $\approx 27,5 \text{ км} \times 18 \text{ км}$



Риск умеренного загрязнения NO₂



Риск (карта Европы)

0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5

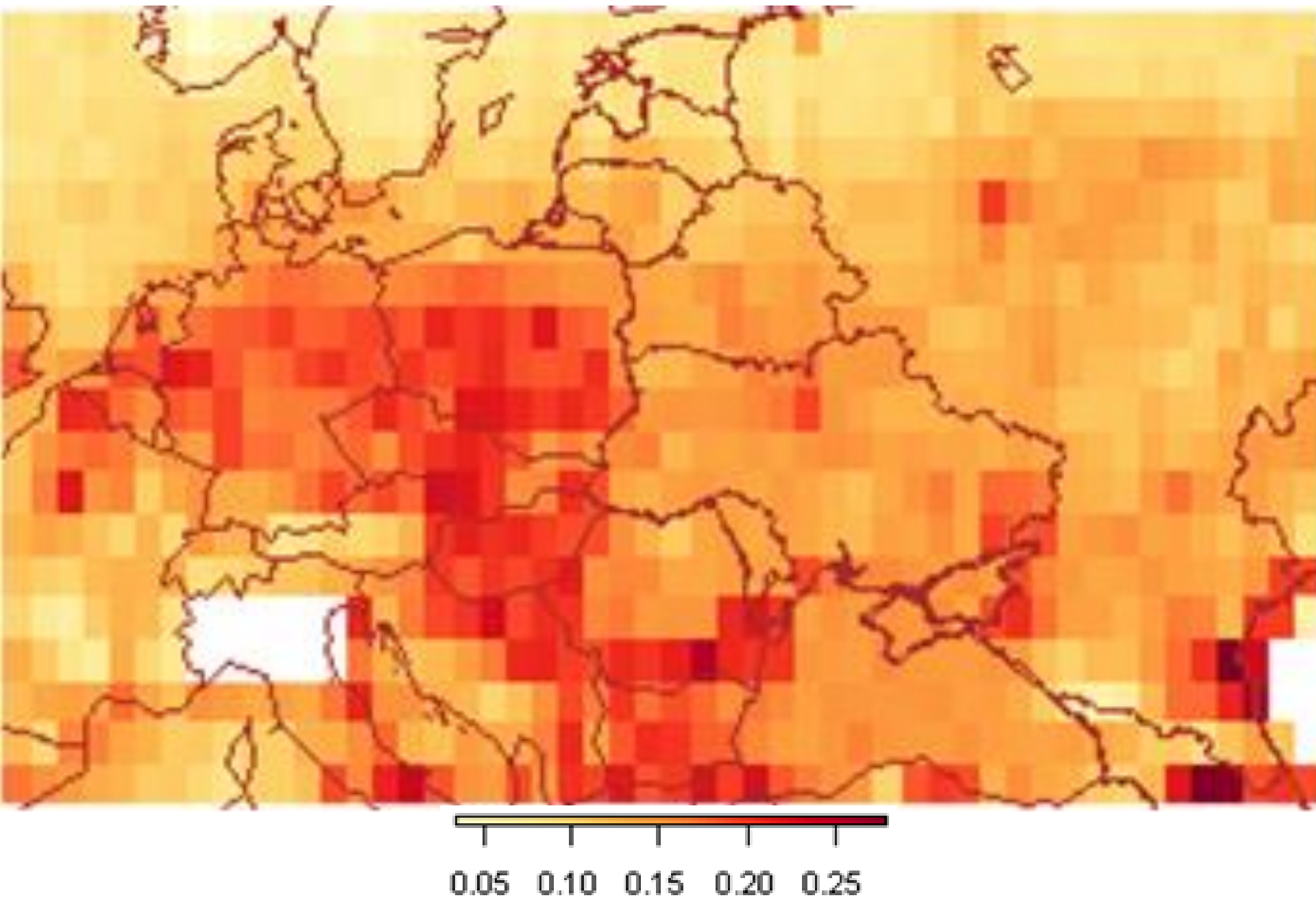


0.00 0.05 0.10 0.15

Риск (карта Украины)

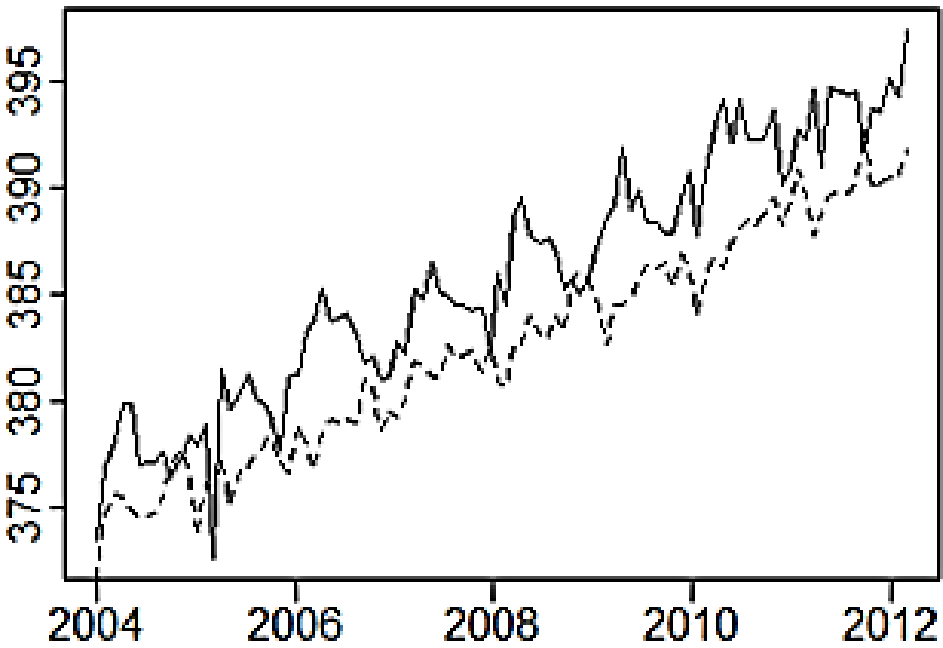
3:1

Риск умеренного уровня загрязнения (0,4..0,6)

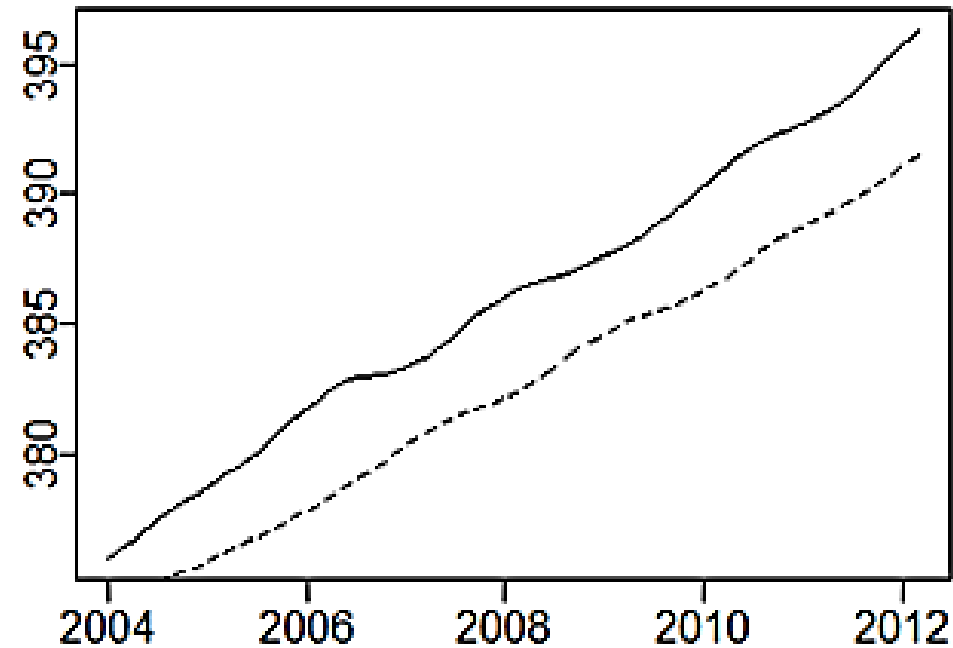


Динамики среднемесячной концентрации CO₂

ppm



Среднемесячная концентрация



Тренды (метод STL)

— Украина (47°, 35°)
- - - - Тропики (-11°, 15°)

Анализ динамики CO₂ над всем Земным шаром

Тренды (метод STL) для временного ряда

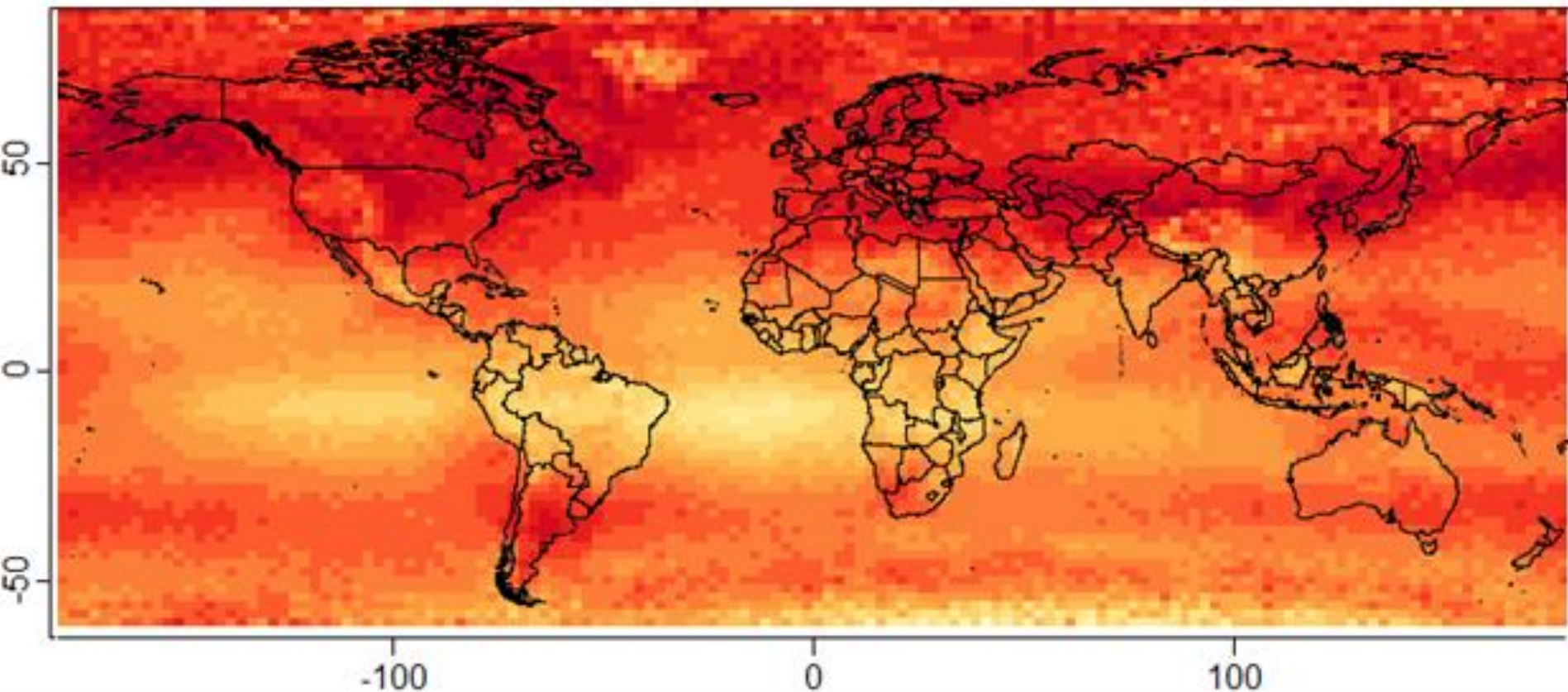
фиксированной ячейки $V = \langle V_1, V_2, \dots, V_{98} \rangle$

любой ячейки $W = \langle W_1, W_2, \dots, W_{98} \rangle$

$$\Delta \text{prpt} = \sum (v_i - w_i) / 98$$

Прибавив минимальный Δprpt ко всем
остальным, получим

Анализ динамики CO₂ над всем Земным шаром



6,5 ppm $\approx$ 2% среднемесячной концентрации

Использование в Вашей научной работе

Новые данные

Новые возможности



Новые идеи

Новые направления

Use-Hack

НЕ только климат

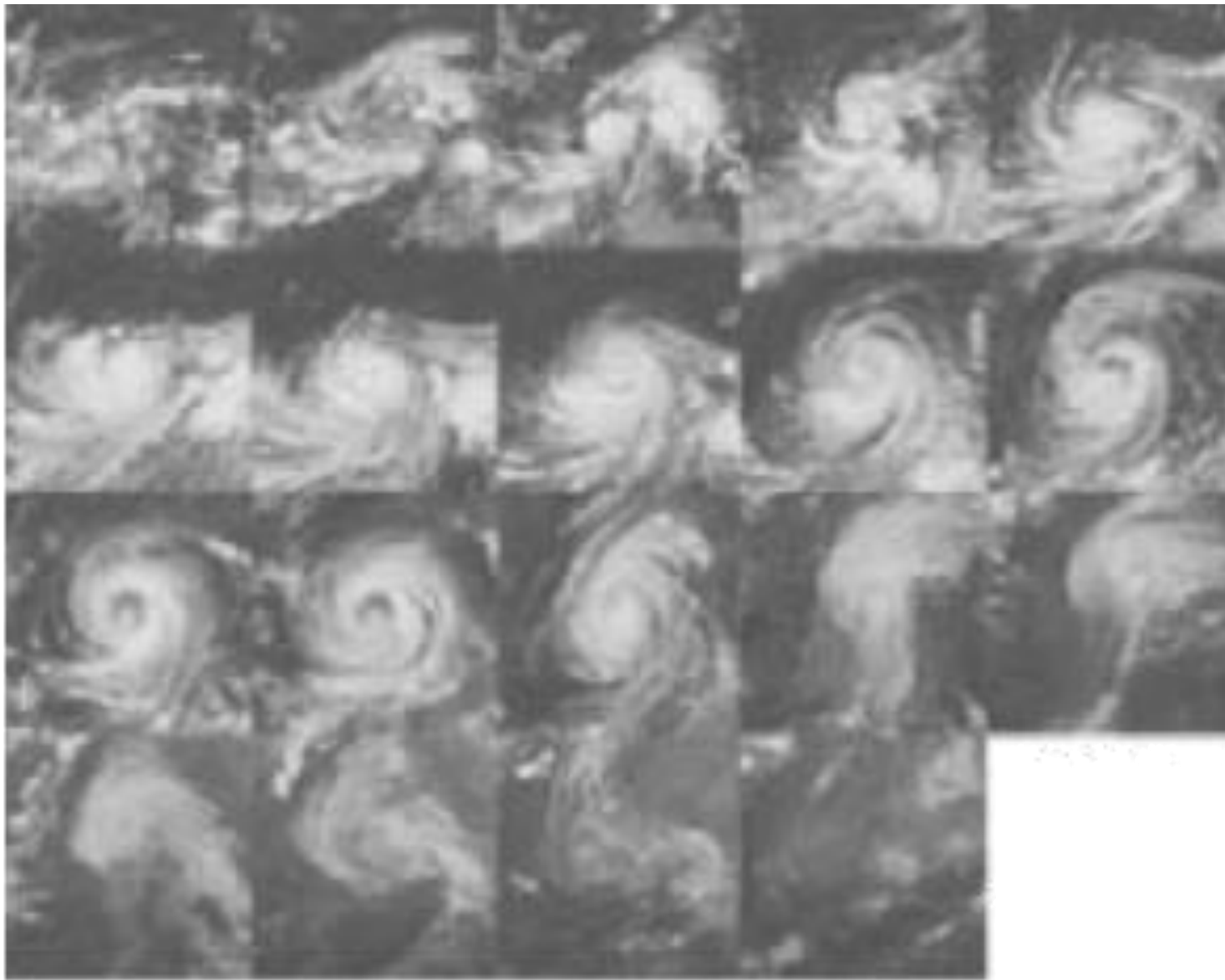
Google maps

We're a
**Favorite
Place**
on Google



Распознавание образов: циклоны

Используя данные облачности

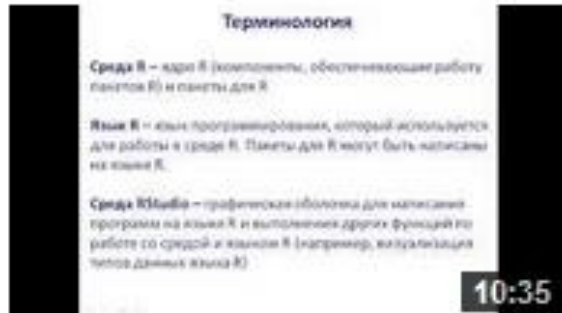


НЕ только климат

- Распознавание образов (компьютерные науки)
- Страховые компании (риски)
- Прогноз урожая (сельское хозяйство)
- Системы раннего оповещения (МЧС)
- Корреляция качества воздуха и воды с заболеваемостью населения (медицина)

Видео-руководства

<http://www.youtube.com/user/Wikience>



RWikience: Дополнения и уточнения

5 просмотров 1 месяц назад



RWikience: введение

18 просмотров 1 месяц назад



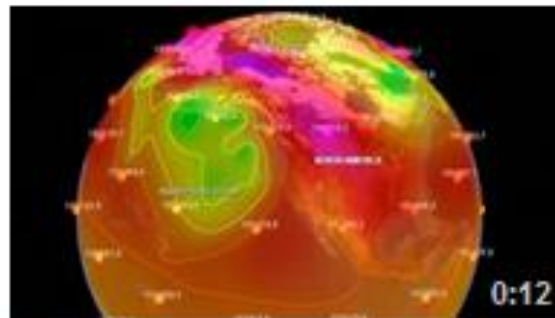
Настройка цветового градиента для отображен...

17 просмотров 1 месяц назад



01 Введение в интерфейс Climate Wikience

37 просмотров 1 месяц назад



Climate Wikience: Mean Sea Level Pressure

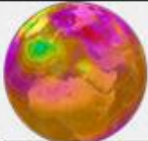
221 просмотр Год назад



Обратная связь: группа почтовой рассылки

- Ссылка доступна с домашней страницы
- Подпишитесь, чтобы быть в курсе всех новостей

Home Screenshots License Citing Data Downloads Tutorials About

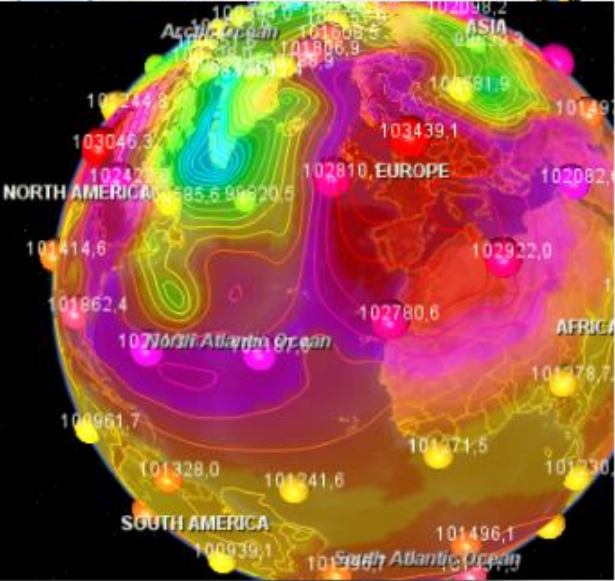
 **CLIMATE WIKINCE**

 **COMPUTER SYSTEMS FOR MONITORING DEPT.**
DONETSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY 

EXPLORE CLIMATE IN 3D

- 700+ global datasets
- 1979 – 2012 period
- Real-time

A mouse click to view



Google groups

Register your e-mail to ask questions and get maintenance

You Tube

Watch our video tutorials >>
Tutorials list >>

Blogger

Follow us & get the latest news >>

Дальнейшие семинары

1. Данные ДЗЗ и повторного анализа
2. Работа с Climate Wikience
3. Работа со средой R
4. ...

Вебинары?

- Экономия времени на дорогу
- Дайте знать, кто будет участвовать в вебинаре (пишите в группу Google)

Новые видео-руководства

Раздаточные материалы

1. Эта презентация (pdf)
2. Буклет Climate Wikience (pdf)
3. Научные статьи (pdf)

Climate Wikience, RStudio, RWikience, R
находятся в свободном доступе в
Интернет



**COMPUTER SYSTEMS FOR
MONITORING DEPT.**
DONETSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY



**Благодарю за внимание.
Вопросы, пожалуйста.**

Докладчик: Антонио
Родригес, доц., к.т.н.

<http://wikience.donntu.edu.ua/>