

Climate Wikience: 3D визуализация и анализ больших объемов данных экологического мониторинга

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 3

Эта страница опубликована в основном списке статей сайта по адресу <http://gis-lab.info/qa/climate-wikience.html>

[Climate Wikience](#) предоставляет возможность интерактивно исследовать в 3D и выполнять анализ более 700 показателей с глобальным покрытием за последние 13, 35 и 143 года в зависимости от показателя (см. раздел Данные и [брошюру](#)). Пользователю не требуется загружать на свой компьютер никаких файлов: данные загружаются автоматически по Интернет по мере надобности. Благодаря интеграции со средой R доступно более 5000 пакетов для анализа предоставляемых данных. Windows-приложение Climate Wikience свободно доступно для загрузки по адресу <http://www.wikience.org/ru>

Содержание

- [1 Данные](#)
 - [1.1 Данные повторного анализа](#)
 - [1.2 Данные дистанционного зондирования Земли](#)
 - [1.3 Временные ряды](#)
 - [1.4 Загрузка Ваших данных](#)
- [2 Возможности Climate Wikience](#)
 - [2.1 Трёхмерная визуализация данных](#)
 - [2.2 Цифровая модель рельефа](#)
 - [2.3 Инструменты навигации в данных](#)
 - [2.4 Другие возможности](#)
- [3 Инструменты анализа данных](#)
 - [3.1 Пример 1. Временной ряд концентрации CO₂](#)
 - [3.2 Пример 2. Торфяные пожары в России 2010 г.](#)
- [4 Пример решения практической задачи с помощью Climate Wikience](#)
 - [4.1 Оценка риска загрязнения атмосферного воздуха](#)
 - [4.2 Актуальность](#)
 - [4.3 Метод](#)
 - [4.4 Код на языке R](#)
 - [4.5 Результаты](#)
- [5 Видео-руководства и обратная связь](#)
- [6 Ссылки](#)

Данные

Climate Wikience предоставляет доступ к данным повторного анализа климата (AMIP/DOE Reanalysis aka NCEP/NCAR R2, ERA-Interim, MERRA, 20CR — 20 Century Reanalysis), дистанционного зондирования Земли (спутники Terra, Aqua, Aura, радиометры MODIS, OMI, MOPITT, AIRS) и временным рядам, которые построены в Climate Wikience на основе этих данных. Данные предоставлены несколькими организациями (NOAA/OAR/ESRL PSD Boulder Colorado, ECMWF, NASA) и хранятся на [компьютерном кластере Донецкого национального технического университета](#).

О том, что такое повторный анализ и данные Д33, а также о структуре данных (регулярной широтно-долготной решетке) можно узнать из [статьи¹](#) и [презентации](#).

Данные повторного анализа

В следующей таблице приведен перечень повторных анализов со своими характеристиками, к которым Climate Wikience предоставляет доступ.

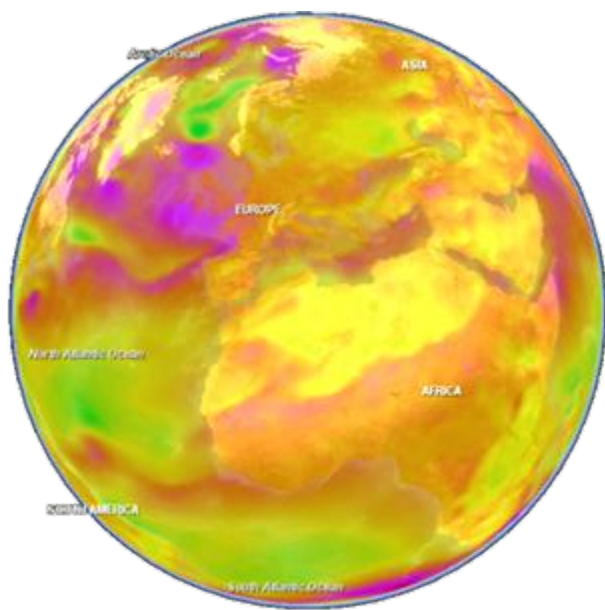
Краткое название	Организация	Пространственное разрешение	Шаг по времени	Сайт	Публикация
Reanalysis 2	AMIP/DOE	2,5°×2,5°	6	сайт	2
ERA-Interim	ECMWF	1,5°×1,5°	6	сайт	3
MERRA	NASA	2/3°×1/2°	1, 3, 6	сайт	4
20CR	NOAA	2,0°×2,0°	6	сайт	5

Данные повторных анализов Reanalysis 2, ERA-Interim, MERRA доступны с 1979 года по настоящее время, а повторного анализа 20CR с 1869 — 2012 гг. Шаг по времени указан в часах. Поскольку значения показателей размещены в узлах регулярной широтно-долготной решетки, то пространственное разрешение указывает на шаг решетки по широте и долготе.

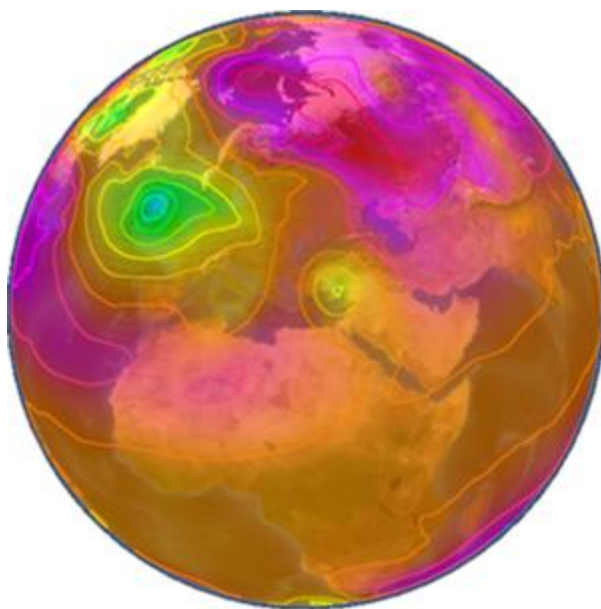
Посредством Climate Wikience доступны метеорологические показатели на разных вертикальных уровнях:

- давление
- температура
- влажность
- скорость и направление ветра
- геопотенциал

Пример трехмерной визуализации данных в Climate Wikience:



Скорость ветра (MERRA)



Давление на уровне моря с изобарами (ERA-Interim)

Кроме перечисленных показателей, повторные анализы также содержат другую информацию. Например, повторный анализ MERRA содержит около 100 показателей. К ним относятся альбедо земной поверхности, доля облачности, величина осадков над океаном и другие параметры. Таким образом, Climate Wikience предоставляет доступ не ко всем возможным показателям.

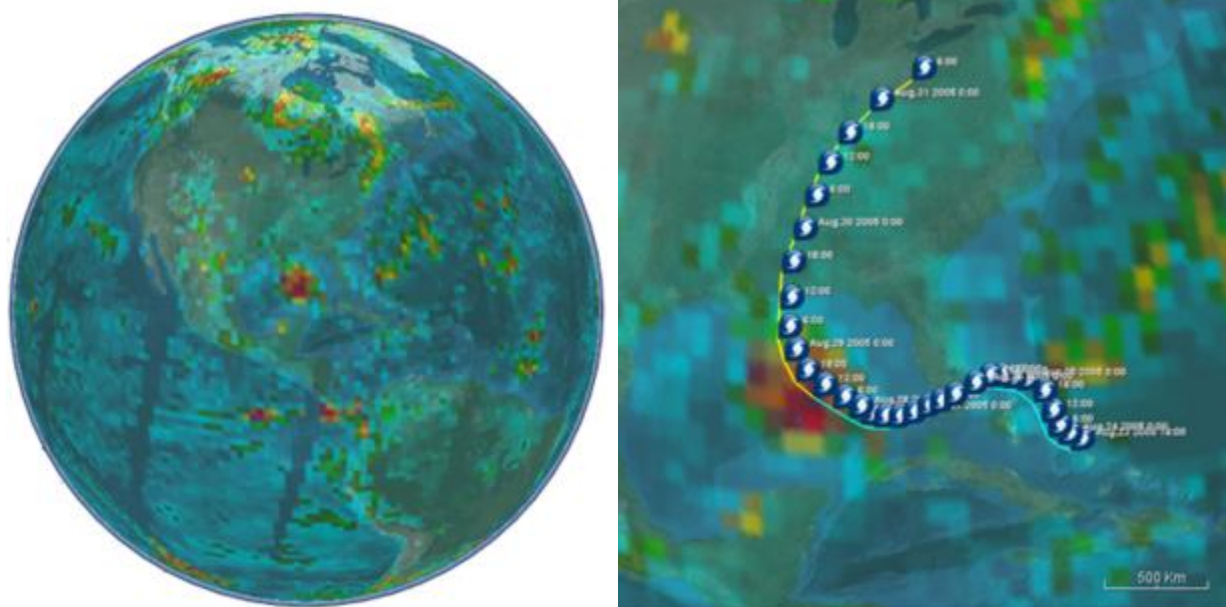
Разработчики Climate Wikience рассчитывают на диалог: если для Вашей работы нужны показатели, которые не доступны в Climate Wikience на текущий момент, [обращайтесь в группу Climate Wikience](#) и они могут появиться в Climate Wikience в ближайшее время.

Данные дистанционного зондирования Земли

Особое внимание заслуживают данные [радиометра MODIS спутника Terra](#), поскольку прибор имеет полосу обзора 2330 км и 36 спектральных каналов. Этот радиометр позволяет собирать наиболее широкий перечень экологических характеристик по сравнению с другими действующими радиометрами. Данные имеют полное глобальное покрытие всего Земного шара с разрешением 1,0°×1,0°. Данные доступны во временном диапазоне с марта 2000 года по настоящее время с интервалом в один день. В Climate Wikience доступен полный перечень показателей продукта [MODIS L3 Атмосфера](#):

- физические и радиационные свойства облаков, информацию о переходных фазах, радиус и дисперсность составных частиц облаков, оптическую плотность облаков, температуру, высоту, фазу, долю в дневное либо ночное время и другие характеристики;
- для аэрозолей: оптическую толщину, концентрацию масс, оптические свойства и радиационную силу;
- свойства водяного пара;

Пример трехмерной визуализации данных в Climate Wikience:



Оптическая толщина облаков и ураган Катрина (25 августа 2005 г. – пиковое развитие)

Путь урагана Катрина был взят из [проекта IBTrACS](#).

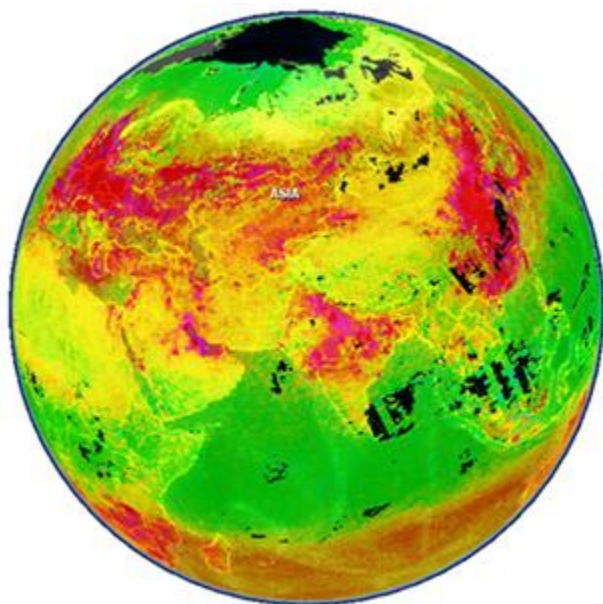
Кроме того, в Climate Wikience собрана коллекция данных ДЗЗ концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Показатель	Радиометр	Пространственное разрешение	Стартовая дата
Диоксид серы (SO ₂)	OMI	0,25°×0,25° 27,5×18 км	01.10.2004
Диоксид азота (NO ₂)			
Озон (O ₂)			
Оптическая толщина аэрозоля, ОТА (для 0,55 мкм)	MODIS	1,0°×1,0° 110×72 км	02.03.2000
Озон (O ₃)			
Оксид углерода (CO)	MOPITT	1,0°×1,0° 110×72 км	03.03.2000
Диоксид	AIRS	2,0°×2,5° 220×144 км	01.01.2004

углерода (CO ₂)			
-----------------------------	--	--	--

Данные ДЗЗ концентрации загрязняющих веществ доступны со стартовой даты (указана в таблице) по настоящее время с интервалом в один день. Второй строкой под пространственным разрешением данных в градусах, приведено примерное пространственное разрешение в километрах, которое соответствует 48° широты (параллель 48° СШ проходит через территорию Украины).

Пример трехмерной визуализации данных в Climate Wikience:



Диоксид азота NO₂ (Aura OMI)

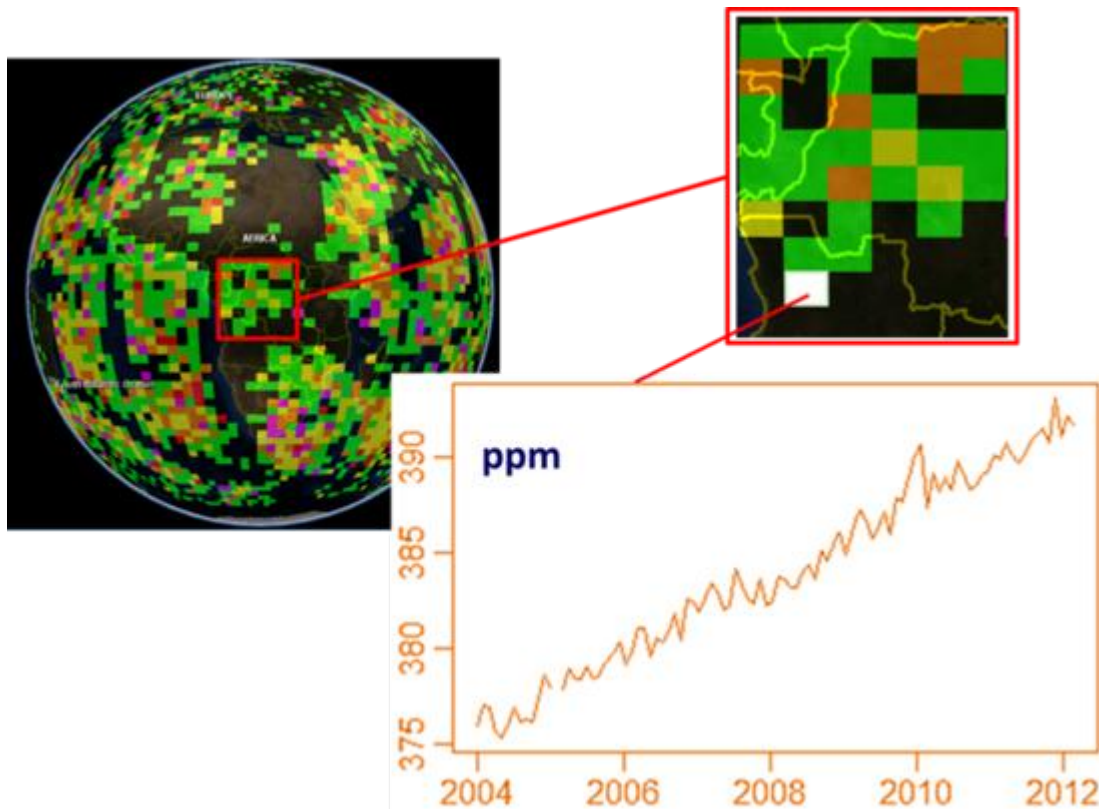


Диоксид углерода CO₂ (Aqua AIRS)

Пожалуйста, [обращайтесь в группу Climate Wikience](#), чтобы сообщить какие ещё данные ДЗЗ Вы бы хотели видеть в Climate Wikience.

Временные ряды

Climate Wikience предоставляет временные ряды показателей для каждой ячейки регулярной широтно-долготной решетки. Для этого достаточно задать название показателя и координаты, чтобы получить временной ряд в среде R. В распоряжении пользователя [более 100 пакетов](#) среды R для анализа временных рядов.



Временной ряд концентрации CO₂ над частью Африки.

Измерения спутника НАСА. Ежедневные данные усреднены за месяц для наглядности

Код на языке R для получения временного ряда на рисунке выше представлен в разделе «Инструменты анализа данных».

Climate Wikience заранее создает и хранит данные временных рядов в специальном формате, который позволяет быстро извлекать временной ряд для отдельной произвольной ячейки. Преимуществом данного подхода является быстрое повторное использование временных рядов и обеспечение возможности анализа динамики показателей для территорий, площадь которых сравнима с площадью ячейки, например, городов и теплостанций (с зонами их влияния).

Более подробно представление данных экологического мониторинга в виде временных рядов описано в [статье \(формат PDF\)](#)⁶

На данный момент временные ряды построены не для всех показателей, поскольку нет информации о том, для каких именно показателей пользователям необходимы временные ряды. Разработчики Climate Wikience рассчитывают на диалог: если Вы будете уверены, для каких показателей Вам нужны временные ряды, они могут быть созданы по запросу: [обращайтесь в группу Climate Wikience](#).

Загрузка Ваших данных

У Вас могут быть собственные данные, которые при трехмерной визуализации в Climate Wikience будут выглядеть нагляднее. Можно предоставить к данным открытый доступ либо оставить их приватными. Данные становятся доступными для анализа из среды R. Также Climate Wikience позволяет обращаться к данным только по дате и названию показателя, что гораздо легче для восприятия и более удобно, чем работа с множеством отдельных файлов.

Если Вы желаете видеть Ваши данные в Climate Wikience, то [обращайтесь в группу](#) и вносите свои предложения.

Возможности Climate Wikience

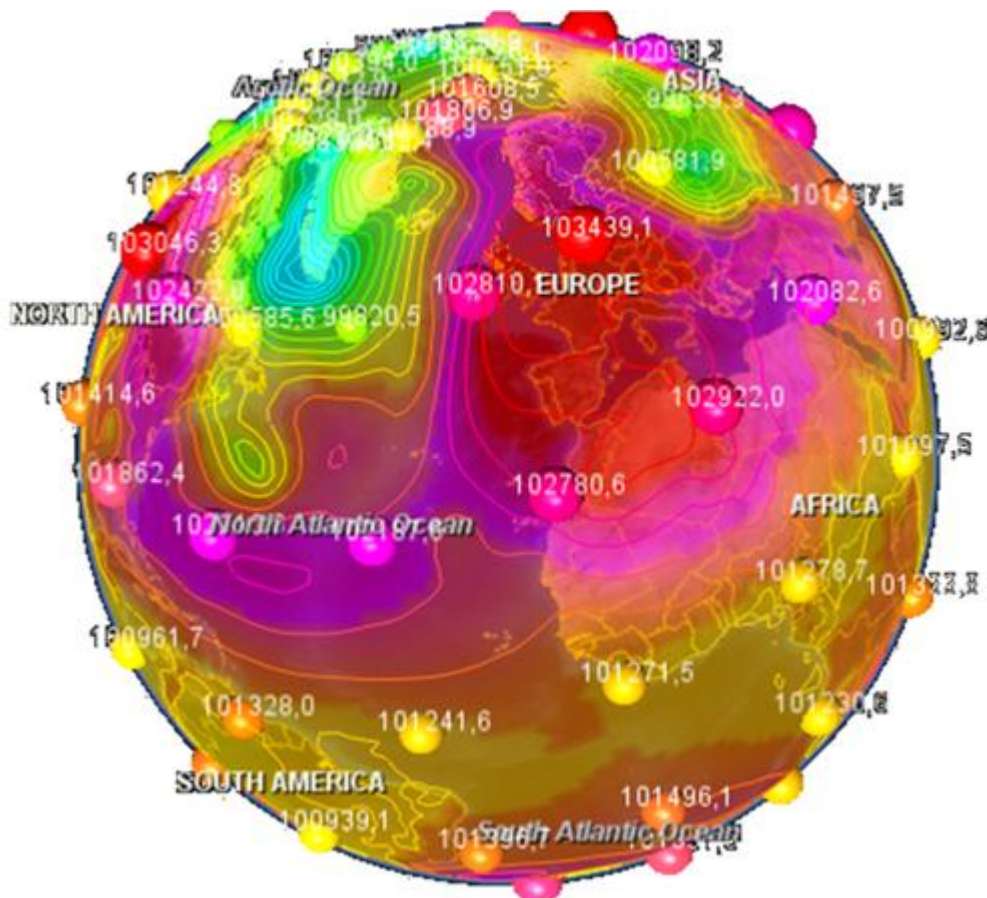
Видео-руководство [Введение в интерфейс Climate Wikience](#) служит наглядной демонстрацией работы с интерфейсом Climate Wikience. В разделах ниже приведено описание основных возможностей интерфейса Climate Wikience.

Трехмерная визуализация данных

Climate Wikience визуализирует показатели в трехмерном режиме. Поддерживается визуализация трех видов:

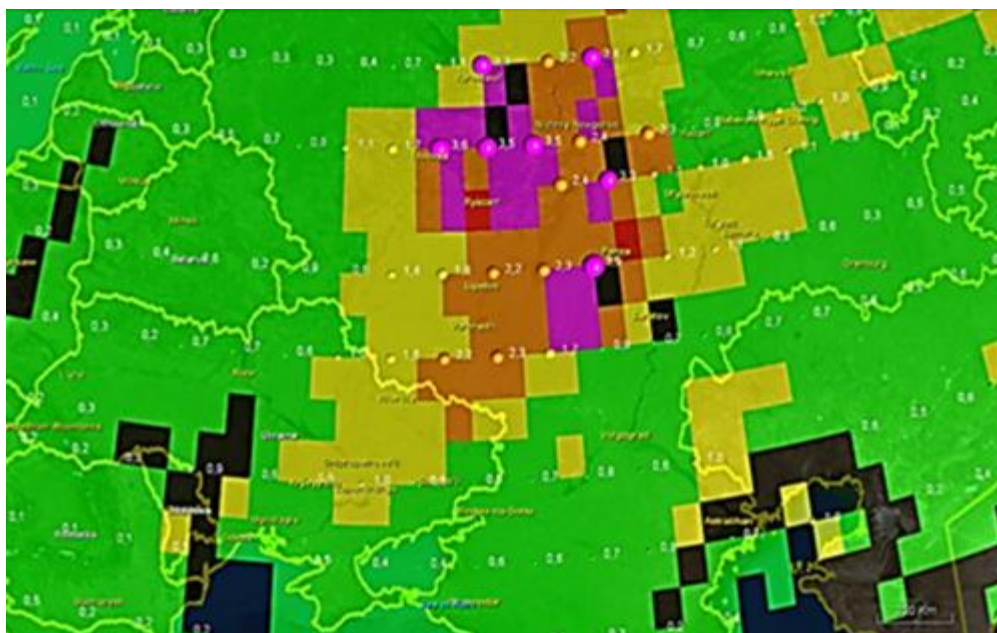
- в виде маркеров в узлах регулярной широтно-долготной решетки, размер и цвет которых пропорциональны значениям данных;
- трехмерных изолиний;
- трехмерных поверхностей с интерполяцией цветов.

На рисунке ниже одновременно показаны все три способа визуализации:



Давление на среднем уровне моря (единица измерения: паскаль), ERA-Interim

Маркеры соответствуют значениям исходных данных. Рядом с каждым маркером указано значение показателя. Например, количество паскалей (давление), градус Кельвина (температура). Цвет маркеров отличается для того, чтобы еще больше разграничить и ориентироваться в значениях показателей. На изображении ниже для примера приведен резкий контраст размеров и цветов маркеров.



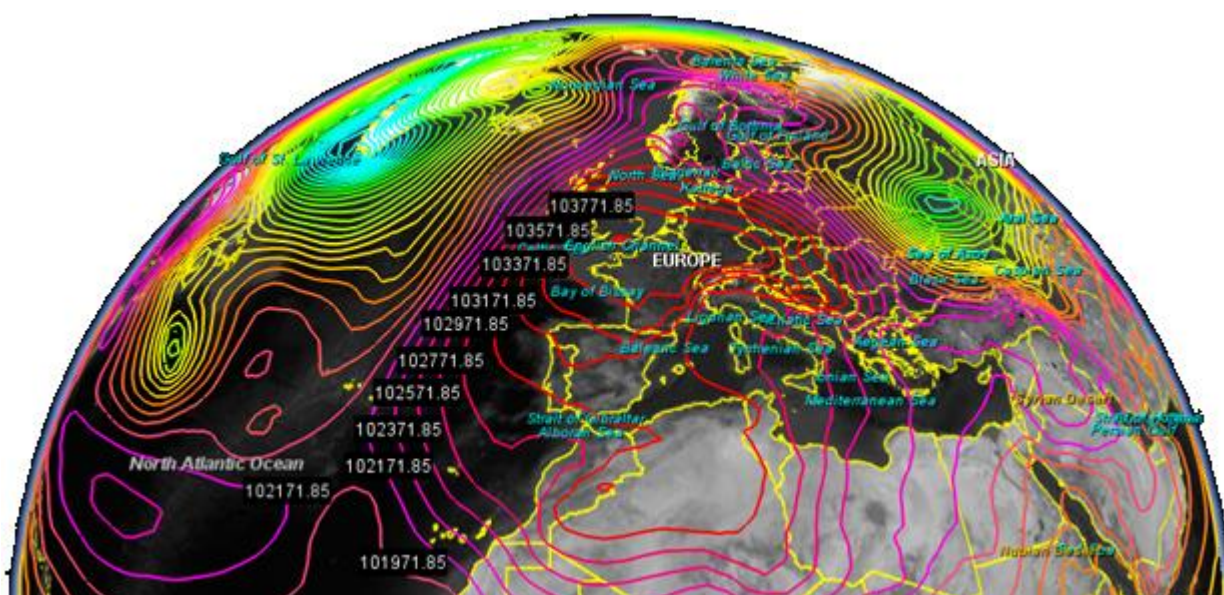
Огненная буря в России
Оптическая толщина аэрозоля, Terra MODIS, август 2010 г.

Можно устанавливать толщину изолиний при отображении, шаг с которым они отображаются и цветовую схему. Когда отображение поверхности отключено, может понадобиться визуализировать глобус в оттенках



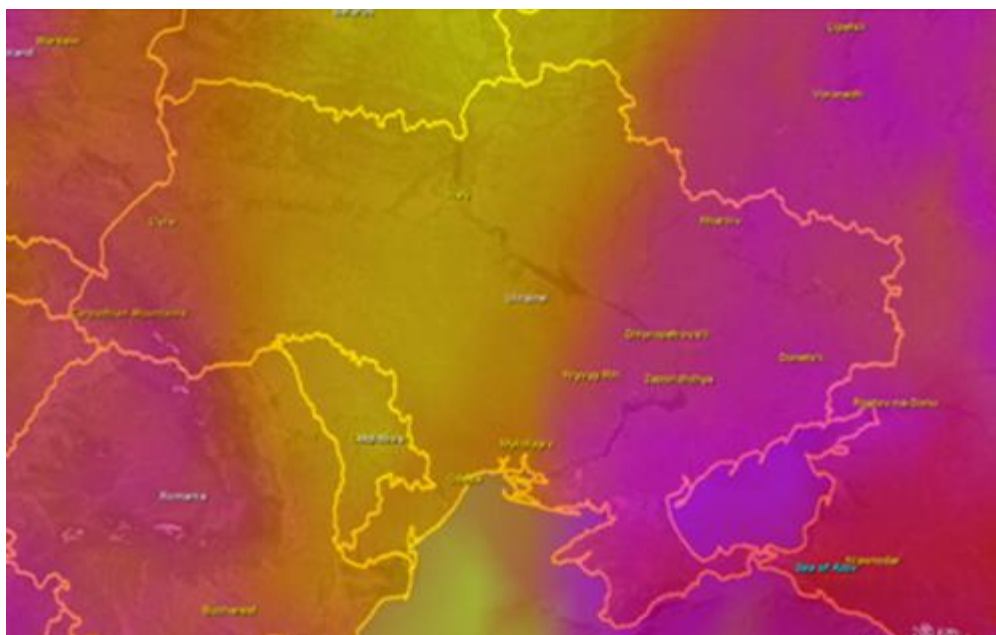
серого для придания изображению контрастности. Для этого служит кнопка на панели инструментов под главным меню.

На любой изолинии можно поставить надпись со значением показателя (напр. величиной давления), выполнив щелчок указателем мыши по любой точке изолинии. Это является преимуществом перед автоматической расстановкой надписей, поскольку при этом надписи не загромождают общую картину, надписи показываются не для всех изолиний и они размещены точно в тех местах, в которых пользователь считает их нанесение целесообразным. Убрать надпись можно щелкнув по любой точке этой же изолинии.



Изолинии на сером фоне с подписями (величина давления, паскаль)

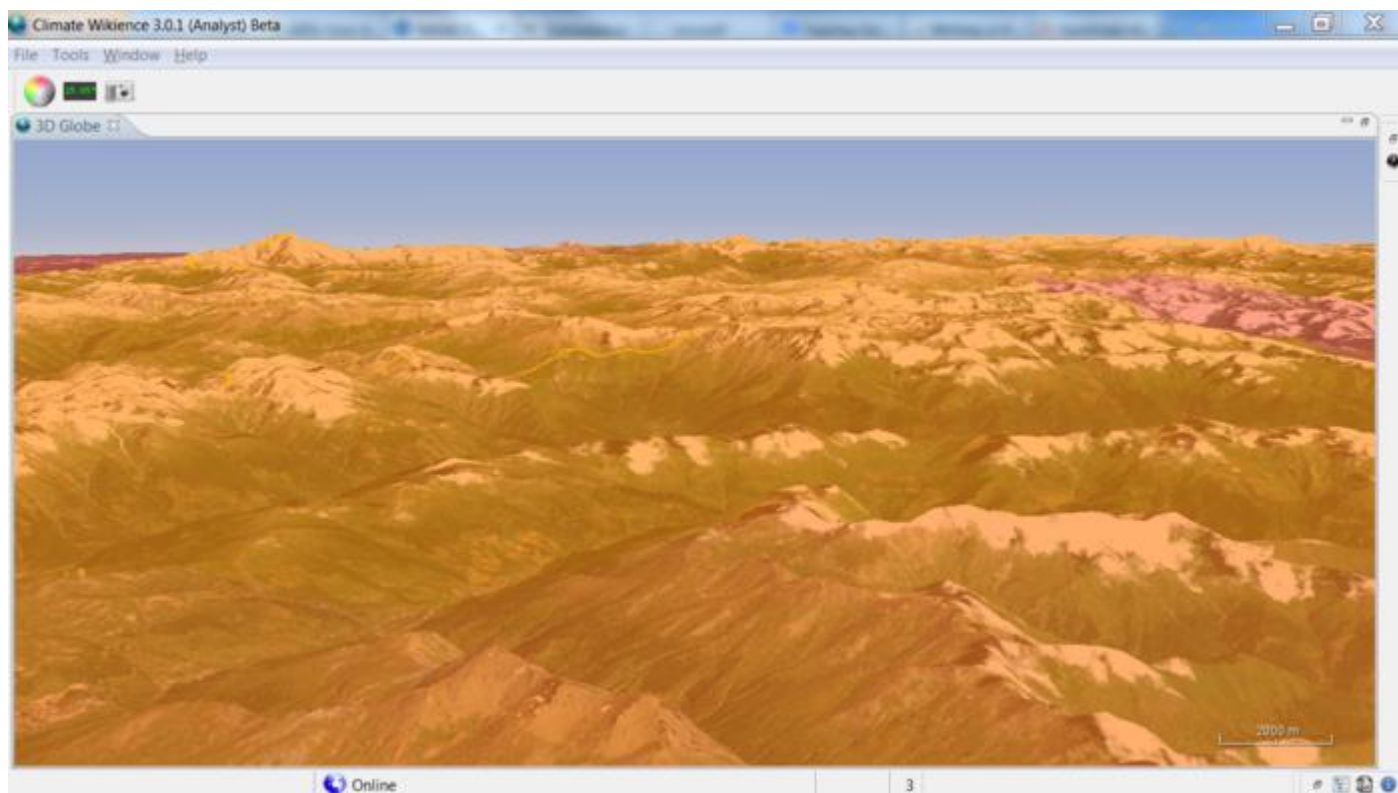
Поверхности могут отображаться без интерполяции цветов и с интерполяцией.



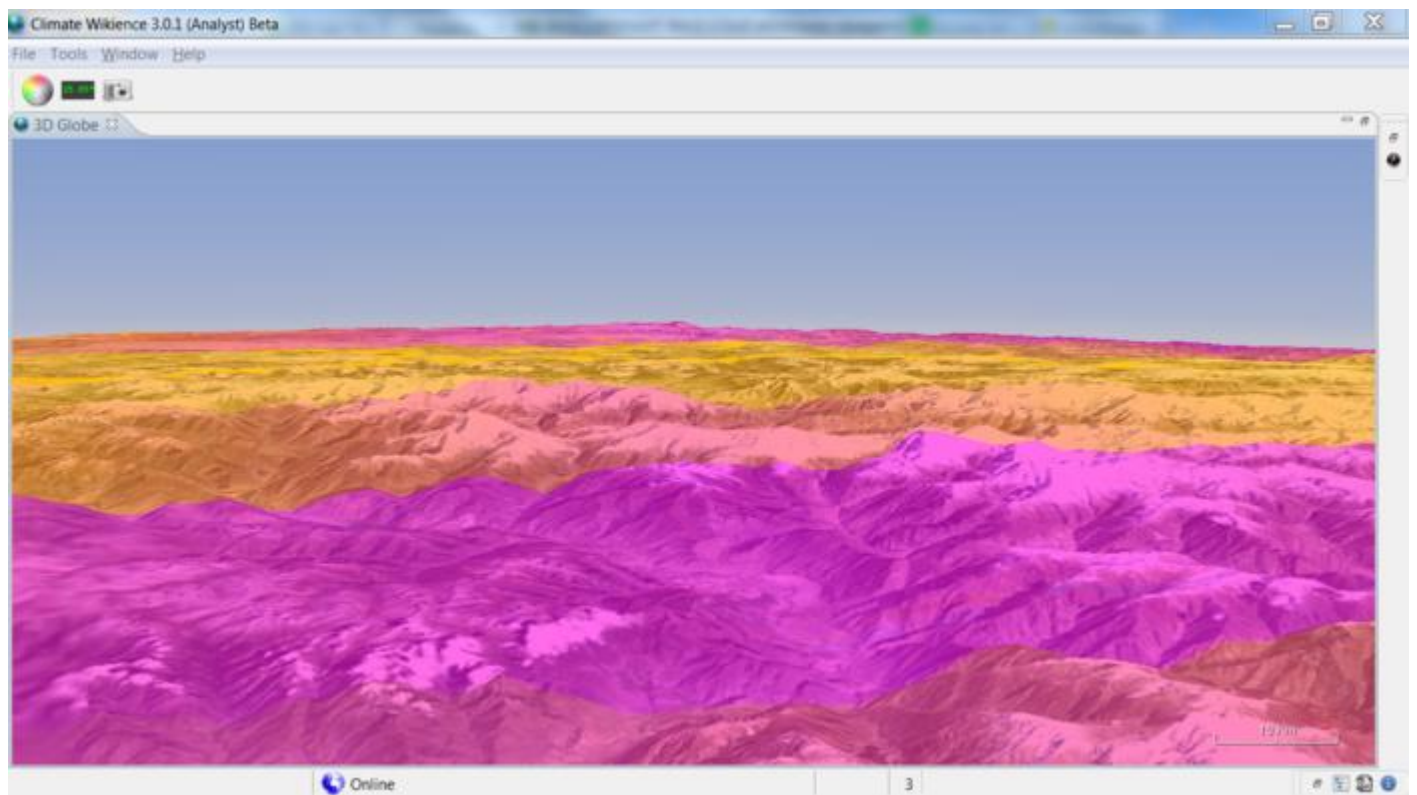
Озон, Terra MODIS (1 мая 2006 г.), интерполяция цветов

Цифровая модель рельефа

Используется цифровая модель рельефа для трехмерной визуализации. Например, можно увидеть температуру поверхности Альпийских гор за 30 апреля 2011 г. (повторный анализ MERRA, Surface Skin Temperature):



Обратите внимание на выступы на горизонте: по ним очень хорошо заметен горный рельеф. Для просмотра трехмерного рельефа, достаточно приблизиться к поверхности Земли с помощью колеса мыши, а затем воспользоваться правой кнопкой мыши, чтобы развернуть трехмерный глобус в «горизонтальное» положение.

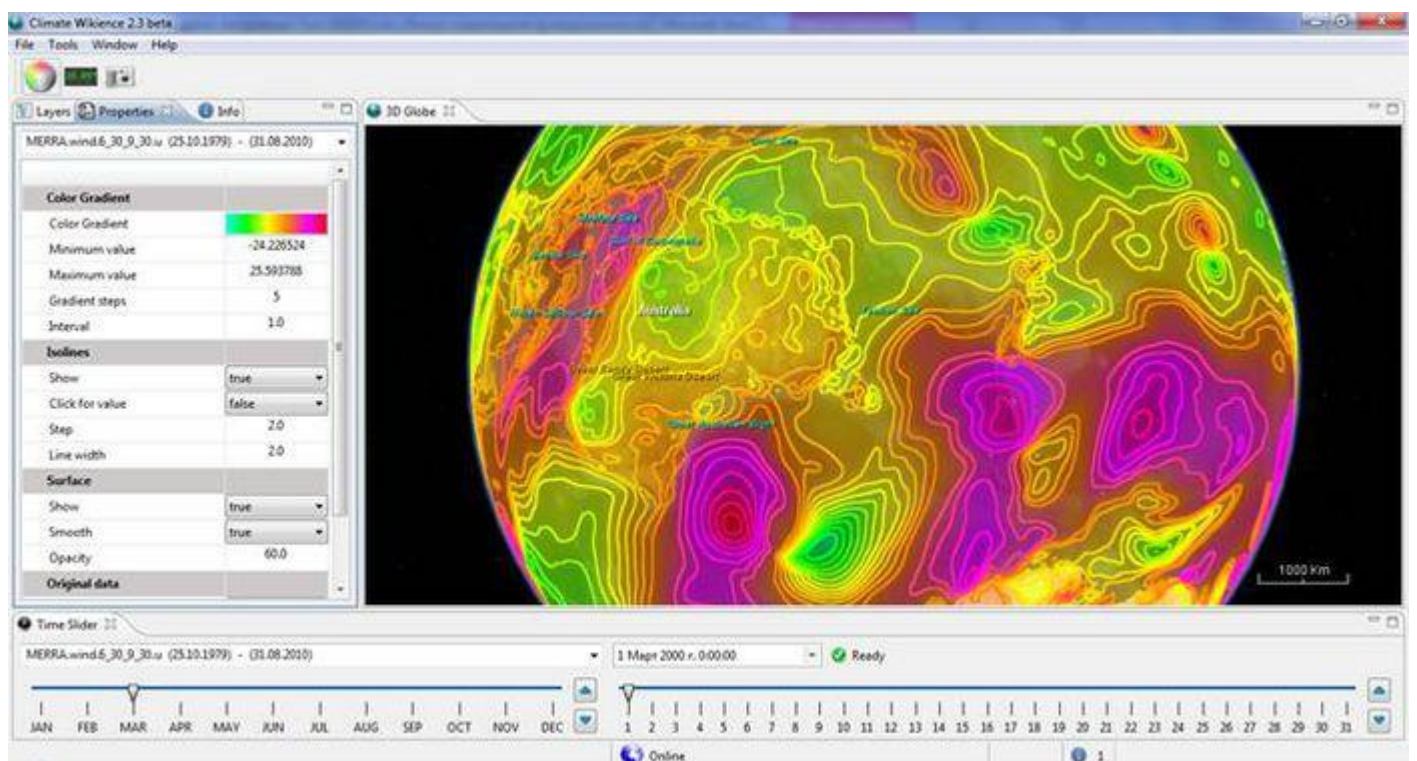


Температура поверхности Гималаев за 30 апреля 2011 г.

Инструменты навигации в данных

Climate Wikience содержит новые наглядные инструменты навигации в данных геомониторинга. [Видео-руководство](#) наглядно демонстрирует работу с инструментами навигации. В данном разделе указаны только основные возможности инструментов.

Все инструменты компактно размещены вместе в одном окне системы:



Временная шкала

Временная шкала компактно и наглядно отображает весь временной интервал показателя, который доступен для навигации. В выпадающем списке слева приведен перечень включенных для отображения показателей.

Вновь включённые показатели автоматически добавляются в список.

Поскольку временное разрешение показателей отличается, временная шкала автоматически подстраивает количество делений на шкале выбора дня и часа для выбранного показателя. При выборе другого показателя из выпадающего списка либо при включении нового показателя для отображения, временная шкала подстраивается под показатель автоматически.

Например, на рисунке показаны два экранных снимка временной шкалы. На первом из них шкала подстроена под шаг 1 день (оптическая толщина аэрозоля, Terra MODIS), а на втором под шаг в 6 часов (повторный анализ ERA-Interim).



Выбор месяца

Выбор дня и часа

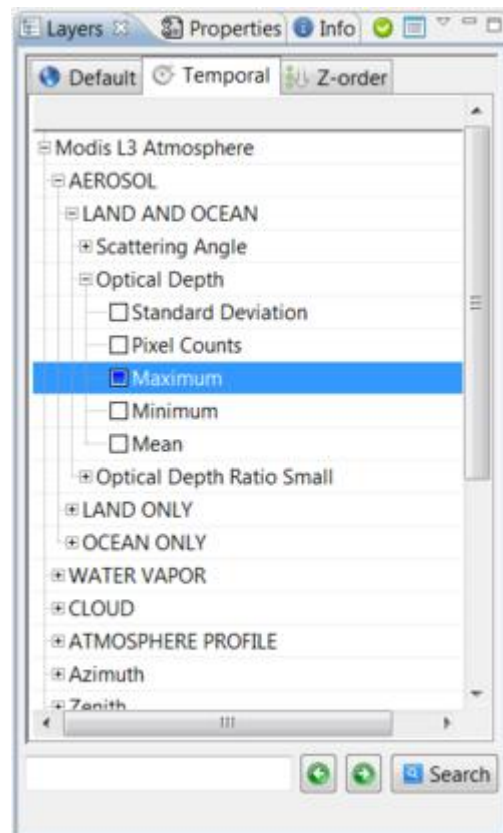
С помощью временной шкалы можно задать время, за которое будут отображаться данные. Для этого нужно установить на шкале месяц (с помощью ползунка выбора месяца), а также день и час (с помощью ползунка выбора дня и часа). Благодаря дизайну слайдеров, время можно задать точно, используя только мышь и не прибегая к клавиатуре.

При перемещении ползунка месяца либо ползунка дня, устанавливается новая дата. Данные для всех показателей автоматически загружаются за новую дату и отображаются на трехмерном глобусе.

Наглядно работа временной шкалы показана в [видео-руководстве](#).

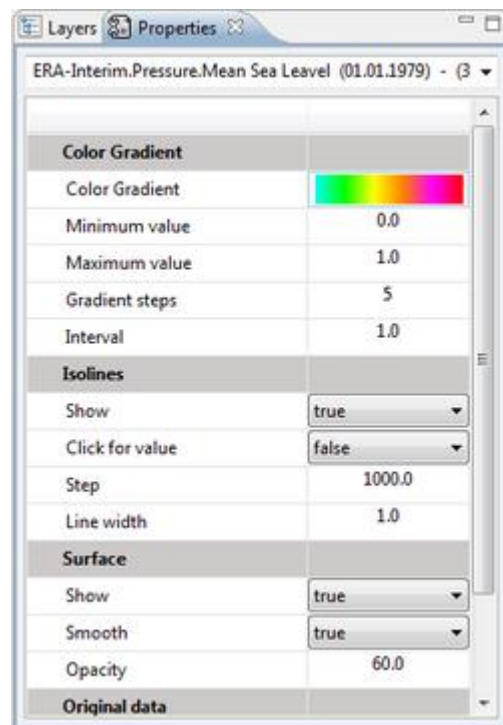
Дерево показателей

Climate Wikience интегрирует множество данных, которые имеют разные типы и форматы. Чтобы организовать единообразный доступ ко всем показателям независимо от типа и формата, они были вручную сгруппированы по классам и объединены в единое древовидное представление. Это облегчает ориентацию в данных и позволяет визуализировать любой показатель одним щелчком мыши, выбрав его в дереве.



Дерево показателей

Список свойств в виде пар «имя свойства»–«значение свойства» позволяет оперативно сориентироваться в доступных возможностях визуализации. Например, можно включить и отключить отображение маркеров, изолиний и поверхности; задать шаг отображения изолиний и их толщину; включить и отключить сглаживание поверхности, задать степень ее прозрачности.



Окно свойств отображения

Используя свойства из категории «Color Gradient» можно гибко настроить цветовую схему, в которой отображаются маркеры, изолинии и поверхности выбранного показателя. Видео-руководство [Настройка цветового градиента для отображения показателя](#) подробно описывает данную возможность.

Другие возможности

Сохранение и восстановление свойств отображения

Climate Wikience при закрытии сохраняет список включенных показателей, свойств их отображения, текущую дату и положение камеры. При следующем запуске Climate Wikience восстанавливает перечисленные параметры. Это позволяет начать работу с того момента, откуда она завершена до закрытия приложения. Также в случае непредвиденного сбоя, при следующем запуске Climate Wikience предложит диалог, в котором будет указан перечень включенных ранее показателей. Отмеченные пользователями показатели будут восстановлены вместе с положением камеры и остальными параметрами отображения.

Кэширование данных

Приложение Climate Wikience автоматически загружает по Интернет небольшие порции данных, которые необходимы для отображения. Чтобы повторно не расходовать время и трафик для получения часто используемых данных, Climate Wikience сохраняет такие данные на локальном компьютере (выполняет кэширование). Повторный доступ к данным, которые находятся в кэше, происходит намного быстрее, поскольку при этом не требуется передача данных по Интернет.

Размер кэша настраивается из пункта главного меню "Tools/Preferences".

Оповещения

Вкладка «Info» содержит список важных оповещений. Пожалуйста, следите за оповещениями, поскольку они могут содержать важную информацию. Например, о появлении новой версии Climate Wikience и необходимости выполнить ее обновление на Вашем компьютере.

Снимок экрана

Чтобы выполнить снимок области, в которой находится трехмерный глобус с отображенными на нем



показателями, необходимо нажать кнопку на панели инструментов, которая расположена сверху главного окна.

Координаты курсора и значение показателя

Включить отображение координат (широта, долгота) для точки, которая находится под указателем мыши



можно нажатием кнопки на панели инструментов, которая расположена сверху главного окна.

Если при этом необходимо также отображать значение показателя, соответствующее текущим координатам курсора мыши, необходимо установить свойство показателя «Annotation» в разделе «Original data» в «True».

Инструменты анализа данных

Все данные доступны непосредственно из среды R (<http://www.R-project.org/>). Для доступа к данным необходимо установить в R пакет RWikience, который разработан специально для связи Climate Wikience и среды R.

Достаточно трех команд для получения данных:

```
# Загрузка пакета RWikience
library(RWikience)

# Подключение к Climate Wikience
w <- WikienceConnect()

# Вызов функции получения данных.
# Достаточно передать в качестве параметров название показателя и дату.
m <- getFloatMatrix(w, "Modis L3 Atmosphere.AEROSOL.LAND AND OCEAN.Optical
Depth.Maximum", "09 08 2010")
```

Такой подход позволяет воспользоваться всеми инструментами и преимуществами среды R, которая содержит более 5000 пакетов на сегодняшний день. Среда R активно развивается, имеет свой язык и среды

интегрированной разработки, например, RStudio (<https://www.rstudio.com/>)

В видео-руководстве [RWikience: введение](#) подробно показана работа со средой R и пакетом RWikience.

Пример 1. Временной ряд концентрации CO₂

Код на языке R получения графика временного ряда концентрации диоксида углерода (CO₂), который фигурирует в разделе «Данные/Временные ряды» приведен ниже.

```
# Загрузка пакета для обращения из R в Climate Wikience за данными
library(RWikience)

# Подсоединение к Climate Wikience
w <- WikienceConnect()

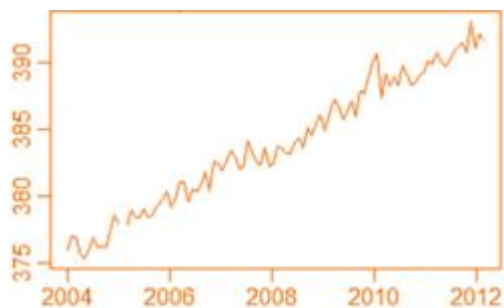
# Получение временного ряда концентрации диоксида углерода (CO2)
# для координат (1 градус СШ, 0 градусов ВД)
t_co2 <- readTransposeData(w,
"AIRS_AMSU.CO2.mole_fraction_of_carbon_dioxide_in_free_troposphere", 1, 0)

# Перевод концентрации в ppm
t_co2$value = t_co2$value*1000000;

# Получение среднемесячного значения из ежедневных данных
CO2_monthly <- aggregate(t_co2["value"], format(t_co2["date"], "%Y-%m"), mean, na.rm =
TRUE)
CO2_monthly$date <- seq(min(t_co2$date), max(t_co2$date), length = nrow(CO2_monthly))

# Визуализация временного ряда
plot(CO2_monthly$date, CO2_monthly$value, type="l")
```

Полученный график:



Из графика можно сделать вывод, что концентрация парникового газа CO₂ стабильно возрастает. Больше результатов по анализу динамики концентрации CO₂ можно найти в [презентации](#) и в [статье](#)⁷.

Пример 2. Торфяные пожары в России 2010 г.

Экологическая катастрофа ([торфяные пожары](#)), произошедшая в России в 2010 г. оказала влияние на состояние атмосферного воздуха над всей планетой. При определенных величинах скорости и направления ветра, дым от пожаров распространялся также над территорией восточной Украины. Построим с помощью R и Climate Wikience карту оптической толщины аэрозоля (ОТА) для одной из таких дат.

```
# Загрузка пакета для обращения из R в Climate Wikience за данными
library(RWikience)

# Пакет нужен для цветовой схемы, в которой отображается карта
library(openair)

# Пакет с векторными картами границ государств
library(cshapes)
```

```

# Получение из Climate Wikience матрицы данных ОТА за 9 августа 2010 г.
m <- getFloatMatrix(w, "Modis L3 Atmosphere.AEROSOL.LAND AND OCEAN.Optical
Depth.Maximum", "09 08 2010")

# Преобразуем матрицу в тип данных «растр» среды R
# (функция реализована в пакете RWikience)
r <- convertToRaster(m)

# Вырежем из растра область (от 44 градусов СШ до 70, от 22 градусов ВД до 78)
# Функция «cutRaster» определена ниже
r_cut <- cutRaster(r, 70, 44, 22, 78)

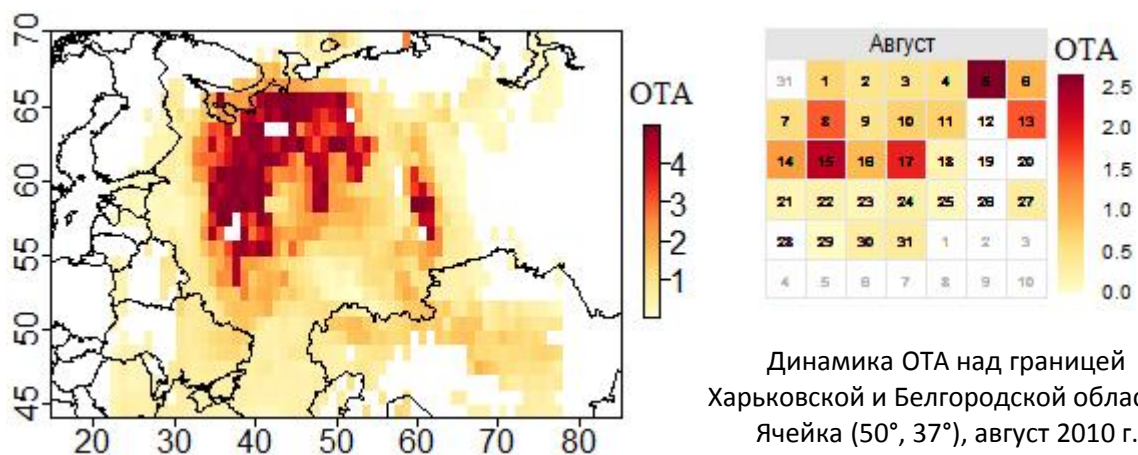
# Визуализируем вырезанный фрагмент карты
plot(r_cut, col = openColours("heat"))

# Нанесение границ государств на карту
plot(cshp(), add=T, border="black")

# Функция вырезки фрагмента карты
cutRaster <- function(r, lat_top, lat_bottom, lon_left, lon_right) {
  p<-rasterToPoints(r)
  new_p <- p[p[,2] >= lat_bottom & p[,2] <= lat_top & p[,1] >= lon_left &
p[,1] <= lon_right,]
  return(rasterFromXYZ(new_p))
}

```

Здесь мы ограничились построением карты. Также в среде R можно вычислить, например, площадь территории, над которой наблюдается повышенная ОТА, а используя временные ряды исследовать динамику ОТА над заданной территорией:



Код на языке R построения динамики ОТА не приведен.

Дополнительные примеры анализа данных можно найти в [презентации](#) и [статье](#).

Пример решения практической задачи с помощью Climate Wikience

Оценка риска загрязнения атмосферного воздуха

Будет приведен пример построения карты рисков загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота (NO₂) над территорией Европы с помощью Climate Wikience, данных дистанционного зондирования Земли и среды R.

Карта рисков высокого разрешения наглядно отражает характерную картину загрязнения атмосферного воздуха и позволяет ответить на ряд актуальных вопросов экологической безопасности. Например, какой регион страны имеет самые высокие риски загрязнения атмосферного воздуха и какова степень загрязнения атмосфер стран по сравнению друг с другом. По карте рисков загрязнения атмосферного воздуха можно также судить о степени техногенной нагрузки промышленности на отдельные регионы стран и эффективности природоохранных мероприятий.

Актуальность

На сегодняшний день, имеющаяся информация о загрязнении атмосферного воздуха основывается на наблюдениях разреженной сети стационарных постов контроля атмосферного воздуха, расположенных в основном крупных городах. Например, в Украине функционирует 162 поста гидрометеоцентра в 53 городах. По этим данным получить целостную и достоверную картину загрязнения атмосферы над территорией всего государства невозможно.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют получать экологическую информацию с высоким разрешением, достоверностью, покрытием и частотой. Например, спутниковые измерения диоксида азота (NO_2) ведутся радиометром OMI спутника Aura с 01 октября 2004 г. ежедневно. Данные доступны для Украины с разрешением примерно 18×27 км, что дает 2304 ячейки в пределах территории Украины. Таким образом, спутниковые данные предоставляют в 14 раз больше покрытие ($2304/162$), чем наземные посты Украинского гидрометеоцентра.

Создание карт рисков является одной из стратегических направлений экологической политики Украины. Законом Украины «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» одной из главных целей предусмотрено создание до 2015 г. карт техногенно-экологических рисков загрязнения атмосферного воздуха территории Украины.

Метод

Для суждения о характере загрязнения атмосферного воздуха, необходимо учитывать длительный промежуток времени, чтобы свести к минимуму влияние облачности (концентрация атмосферного газа над заданной территорией не может быть измерена радиометром на борту космического аппарата, если во время зондирования над этой территорией наблюдается облачность), погрешностей в измерениях и частных случаев повышенного уровня загрязнения за определенные даты.

Для этого был разработан простой для понимания и реализации метод [7 89](#), которой при этом дает наглядное представление о «характерной» (типичной) картине загрязнения атмосферного воздуха над обширными территориями с использованием данных ДЗЗ.

В предложенном методе под риском загрязнения атмосферы понимается вероятность случаев, когда наблюдается определенный уровень загрязнения воздуха веществом над изучаемой территорией.

Для каждой ячейки регулярной широтно-долготной решетки подсчитывается количество дней $S(a, b)$ в пределах всего доступного временного интервала измерений с концентрацией загрязняющего вещества в диапазоне значений $a..b$ ед¹⁰, а также количество дней T , для которых имеются данные наблюдений. Риск загрязнения для ячейки полагается равным $R(a, b) = S(a, b) / T$.

Код на языке R

Ниже приведен полный код на языке R построения карты рисков загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота (NO_2) над территорией Европы, реализующий предложенный метод.

```
library(raster) # Пакет работы с растровыми данными в языке R
library(cshapes) # Векторные карты границы государств
library(openair) # Пакет нужен для цветовой схемы, в которой отображается карта
library(RWikience) # Пакет для обращения из R в Climate Wikience за данными

# Подсоединение к Climate Wikience
w <- WikienceConnect()
```

```

# Получим матрицу загрязнения диоксидом азота за любую дату
# Нам нужна не концентрация вещества за эту дату: позже мы извлечем координаты ячеек
# из полученной карты
matrix_NO2 <- getFloatMatrix(w, "OMI.Nitrogen
dioxide.ColumnAmountNO2TropCloudScreened", "01 10 2004")

# Преобразуем ее в тип данных «растр» среды R
# (функция реализована в пакете RWikience)
raster_CO2 <- convertToRaster(matrix_CO2)

# Вырежем из растра территорию Европы
# (от 35 градусов СШ до 60, от 0 градуса ВД до 50).
# Функция «cutRaster» приведена выше в разделе «Инструменты анализа данных»
raster_NO2 <- cutRaster(raster_NO2, 60, 35, 0, 50)

# Вычислим риски по предложенному методу для выбранной территории
NO2_risk <- NO2_Iterate(w, raster_NO2)

# Отобразим полученную карту рисков в цветовой схеме «heat»
plot(NO2_risk, col=openColours("heat"), horizontal=T)

# Нанесем на карту рисков границы государств
plot(cshp(), border="brown", add =T)

```

Метод вычисления рисков оперирует с каждой ячейкой регулярной широтно-долготной решетки. При этом он итеративно запрашивает временные ряды концентрации диоксида азота (NO₂) для каждой ячейки отдельно, а не карту загрязнения для всей заданной территории. Это возможно благодаря созданию с помощью Climate Wikience временных рядов показателей для каждой ячейки решетки и предоставлять к ним доступ из среды R.

```

# Функция, реализующая метод вычисления рисков по описанному методу
# Принимает на вход подключение к Climate Wikience (для извлечения временных рядов)
# и область, для которой необходимо вычислить риски
NO2_Iterate <- function(wikience, raster)
{
  values(raster) <- 0

  # Получаем координаты ячеек регулярной широтно-долготной решетки
  p <- rasterToPoints(raster)

  # Определяем одну единицу Добсона для преобразования данных
  one_DU <- 2.69e16

  # Выводим количество ячеек, по которым будет выполняться проход
  print(length(p[,3]))

  # Цикл по каждой ячейке фрагмента регулярной широтно-долготной решетки
  for (m in 1:length(p[,3])){
    # Запрос к Climate Wikience для извлечения временного ряда
    # диоксида азота для ячейки с координатами (pm,2-0.125, pm,1-0.125)
    time_series<- rCwikience::readTransposeDataNoDate(wikience,
      "OMI.Nitrogen dioxide.ColumnAmountNO2TropCloudScreened",
      p[m,2]-0.125,
      p[m,1]-0.125)

    # В Climate Wikience координата ячейки - координата ее юго-западного
угла,

    # а в R - координата центра ячейки. Поскольку размер ячейки 0.25 x 0.25,
    # переход от одной координаты к другой выполняется вычитанием 0.125
(0.25/2)

    # Преобразование в единицы Добсона
    time_series$value <- time_series$value / one_DU
  }
}

```

```

# Подсчет количества дней с концентрацией диоксида азота
# в диапазоне 0,2..0,4 еД
time_series$value[time_series$value>0.4]<-0
time_series$value[time_series$value<=0.2]<-0
time_series$value[time_series$value>0.2 & time_series$value<=0.4]<-1

p[m,3]<-sum(time_series$value, na.rm=TRUE)

}

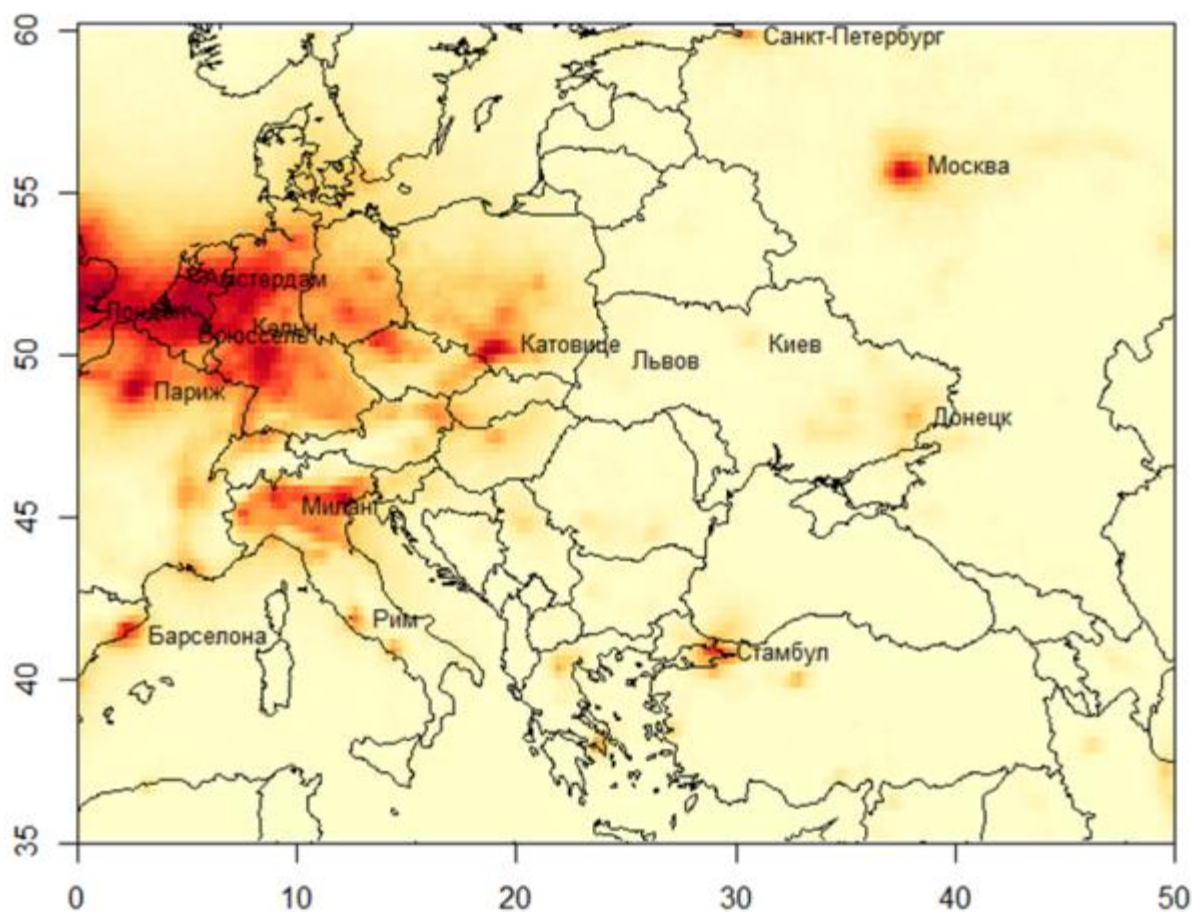
print ("Ready")

return(rasterFromXYZ(p))
}

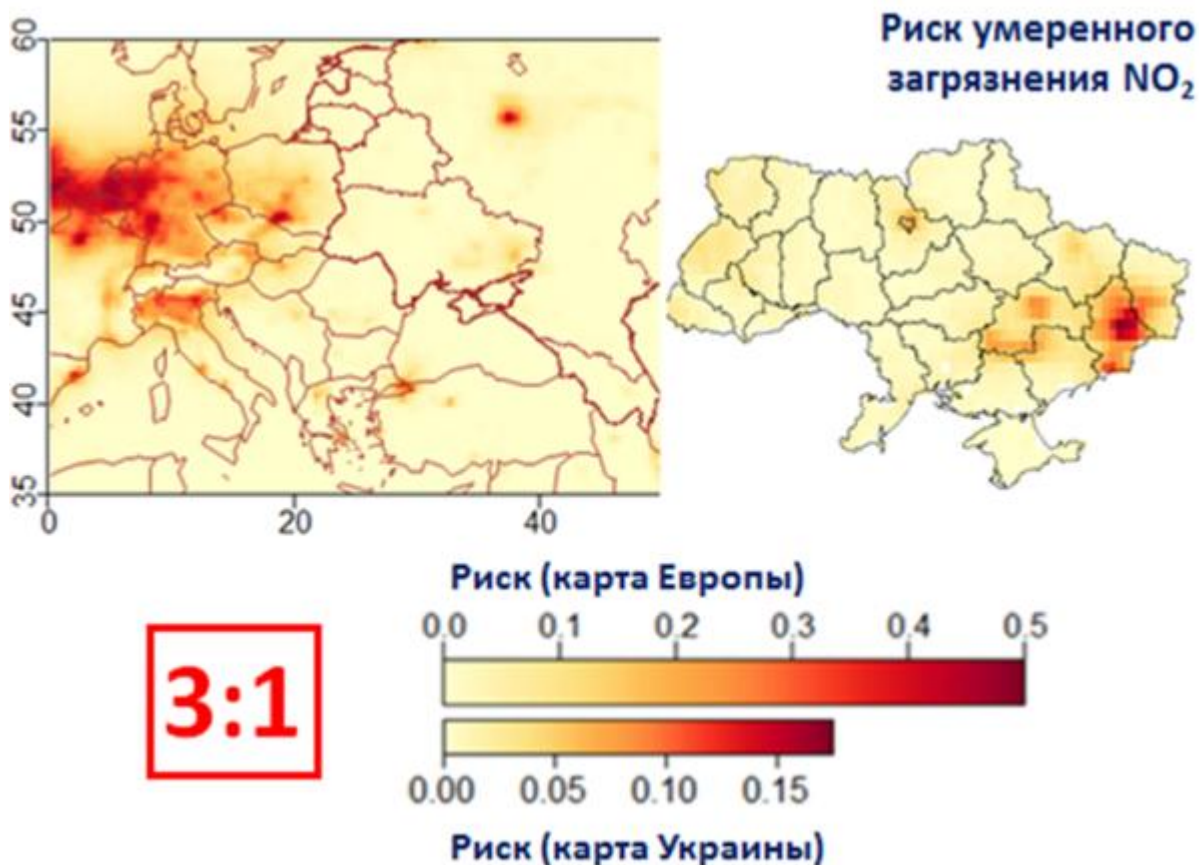
```

Результаты

Ниже крупным планом представлена карта рисков умеренного уровня загрязнения воздуха диоксидом азота (NO₂) над территорией Европы.



Можно отдельно сопоставить уровни рисков территории Европы и Украины (путем вырезки из общей карты территории Украины). Изобразим для наглядности в отдельной цветовой шкале риски для территории Украины.



Легко видеть, что максимальные риски умеренного загрязнения диоксидом азота атмосферы Европы и Украины относятся как 3:1. Воздух в городах Европы просто чище, потому что опасные предприятия вынесены за территорию городов и существуют решения обеспечения экологически эффективного движения транспорта. Однако этого нельзя сказать обо всей атмосфере развитых стран Европы.

Видео-руководства и обратная связь

На YouTube (<https://www.youtube.com/user/Wikience/>) размещены подробные русскоязычные видео-руководства по работе с Climate Wikience. Также по вопросам установки Climate Wikience, работы с системой и анализу данных создана [почтовая группа Google](#). В этой же группе есть возможность сообщить о том, какие еще показатели Вы бы хотели видеть в системе либо сообщить о желании загрузки собственных данных в Climate Wikience. Дополнительные материалы можно также найти в [русскоязычной презентации](#) и статьях по адресу: <http://www.wikience.org/publications/>

Ссылки

1. ↑ Родригес Залепинос Р.А. Данные и методы интеллектуального анализа данных для исследования окружающей природной среды. Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе (САИТ-2011), стр. 94–107. Выпуск 1 – Донецк: ДонНТУ, – 2011. – 214 с. [статья \(формат PDF\)](#)
2. ↑ Kanamitsu, M. NCEP–DOE AMIP-II Reanalysis (R-2) / M. Kanamitsu, et al. // Bull. Amer. Meteor. Soc., № 83(11), 2002. – P. 1631 – 1643.
3. ↑ Dee, D.P. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system / D.P. Dee, et al. // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, № 137 (656), 2011. – P. 553 – 597.
4. ↑ Rienecker, M. MERRA: NASA's Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications / M. Rienecker, et al. // J. Climate, № 24, 2011. – P. 3624 – 3648.
5. ↑ Compo, G.P. and Coauthors, 2011: The Twentieth Century Reanalysis Project. Quarterly J. Roy. Met. Soc., 137, 1-28.
6. ↑ Rodrigues Zalipynis R.A., Representing Earth remote sensing data as time series, Journal of system analysis and information technology in environmental and social sciences, № 1(2) – 2(3), 2012. – 212 pp. – P. 135 – 145. http://www.wikience.org/rodrigues/publications/C3_02_Rodrigues_eng.pdf статья (формат PDF)
7. ↑ [7.0](#) [7.1](#) Rodrigues Zalipynis R.A., The place of Ukraine in Europe according to the level of air pollution using Earth remote sensing data, Proceedings of IV All-Ukrainian Congress of Ecologists with International

- Participation, Vinnytsia, Ukraine, 25 – 27 September, 2013. – 552 pp. – P. 130 – 132. [статья \(формат PDF\)](#)
8. [↑](#) Родригес Залепинос, Р.А. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы над территорией Украины / Р.А. Родригес Залепинос, Г.В. Аверин // труды Второго международного научно-практического семинара «Повховские научные чтения». – под общ. ред. А.Б. Ступина. – Донецк: ДонНУ, 20 декабря 2012 г. –335 с. – С. 131 – 137. [Статья \(формат PDF\)](#), [слайды доклада \(формат PDF\)](#)
 9. [↑](#) Rodrigues Zalipynis R.A., Aerosol pollution over Europe study using Earth remote sensing data, Journal of system analysis and information technology in environmental and social sciences, № 1(2) – 2(3), 2012. – 212 pp. – P. 93 – 98. [статья \(формат PDF\)](#)
 10. [↑](#) еД, единицы Добсона <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/dobson.html>

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 3

Последнее обновление: 2014-08-17 15:50

Дата создания:

Автор(ы): [antonio.2](#)