



# Thematic virtual research environment for analyzing climate change and its regional effects

Gordov E.P. and Team IMCES SB RAS, Russia

# Motivation

- Big georeferenced data (Petabytes)
- Data            Information    Knowledge
- “For efficiency, accuracy, and transparency in Earth science, we need to develop and adopt standard sets of well-tested tools for all our analyses”.. Greene, C. A., and K. Thirumalai (2019), *Eos*, 100,

## VRE as a response

# Outlines

The state of the art (world/Russia)

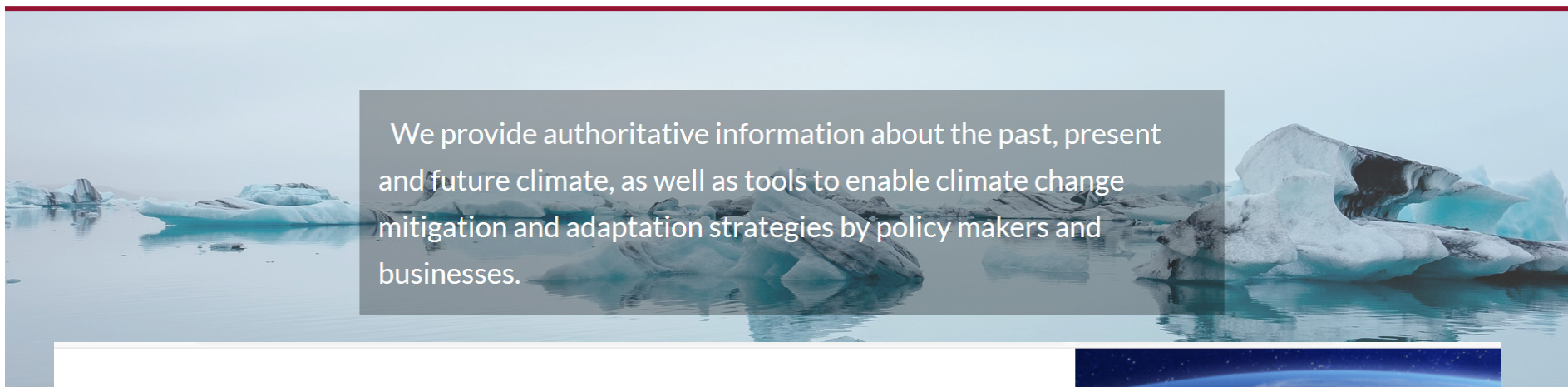
The thematic VRE Climate (approach, technology, new functionalities, applications)

Conclusion and plans

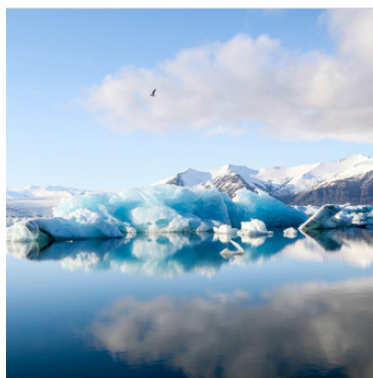




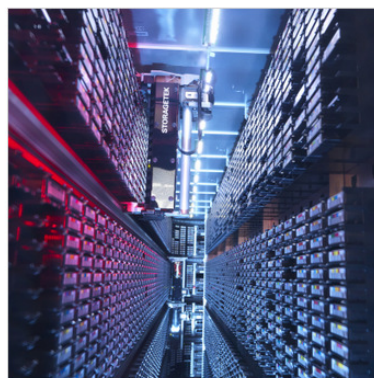
✕close



## Key products and services



Climate bulletins



Climate Data Store



Data in action



In focus

The *European State of the Climate 2018*, an essential snapshot of the region and a useful benchmark for future assessments of the environment.

Read More ▶

The Data Library offers free access to hundreds of high-value datasets (climate, geophysical, health and agriculture ) and provides the tools and training to perform analysis. It can revolutionize the way individuals and organizations approach their work.

## IRI/LDEO Climate Data Library

The IRI Data Library is a powerful and freely accessible online data repository and analysis tool that allows a user to view, analyze, and download hundreds of terabytes of climate-related data through a standard web browser.

It is a powerful tool that offers the following capabilities at no cost to the user:

- access any number of datasets;
- create analyses of data ranging from simple averaging to more advanced EOF analyses using the Ingrid Data Analysis Language;
- monitor present climate conditions with maps and analyses in the [Maproom](#);
- create visual representations of data, including animations;
- download data in a variety of commonly-used [formats](#), including GIS-compatible formats.

### Latest from our [What's New](#) blog

### IRI Climate and Society Map Room

The climate and society maproom is a collection of maps and other figures that monitor climate and societal conditions at present and in the recent past. The maps and figures can be manipulated and are linked to the original data. Even if you are primarily interested in data rather than figures, this is a good place to see which datasets are particularly useful for monitoring current conditions.

### Data by Source

Datasets organized by source, i.e. creator and/or provider.

### Data By Category

Selected Datasets for particular topics

### Dataset and Map Room Browser

Find datasets and maps organized by many characteristics and keywords

### Navigating Through the IRI Data Library: A Tutorial

The goal of this tutorial is to introduce you to the structure of the Data Library and the many ways to navigate through it.

### Statistical Techniques in the Data Library: A Tutorial

Statistical techniques are essential tools for analyzing large datasets; this statistics tutorial thus covers essential skills for many data library users.

### Function Index

Index for functions that can be used to analyze data within the Data Library.

### Help Resources

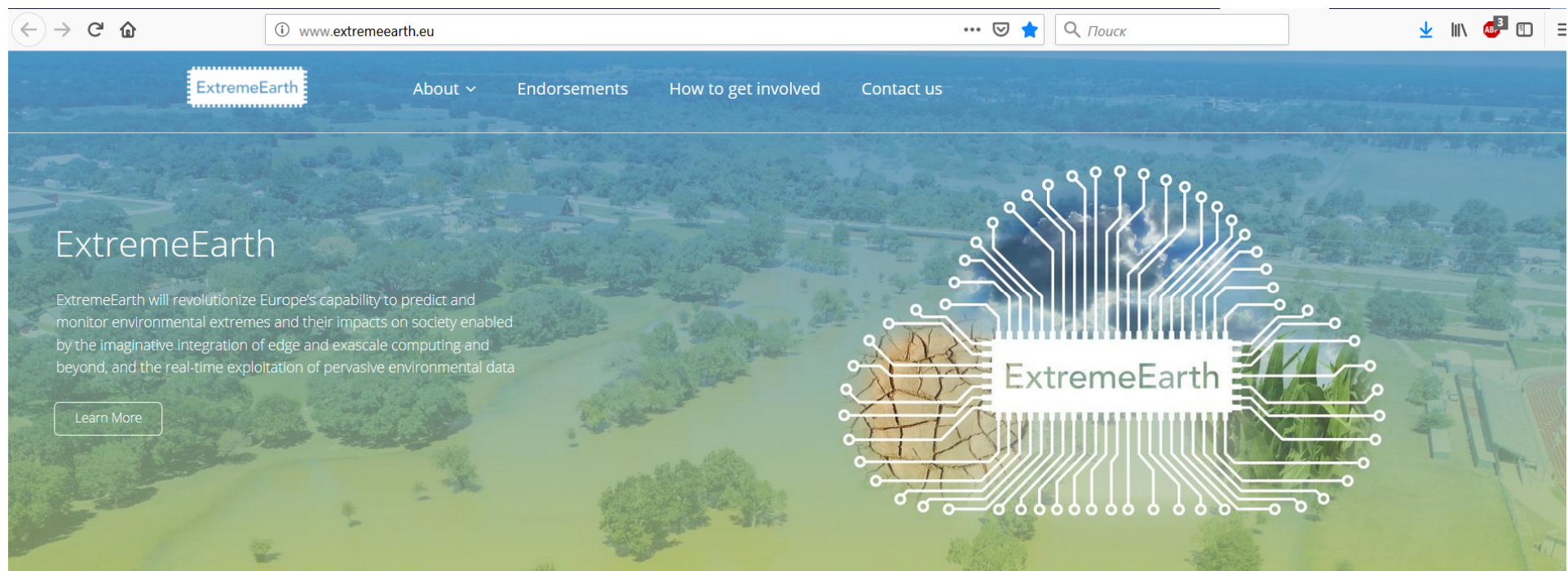
The Help Resources include basic and statistics tutorials, function documentation, and other resources to help you get the maximum utility out of the Data Library

## IRI for Climate and Society

<https://iri.columbia.edu/resources/data-library/>



# EU Flagship Project ( ca 1 bln Euro)



Russia

Lack of targeted programs

Initiative projects with sporadic funding



<http://gis.gcras.ru/> — Интеллектуальная ГИС "Данные наук о Земле на территории России"

**ОШИБКА**

**Запрошенный URL не может быть получен**

# Our input Thematic VRE CLIMATE

Access via the specialized bilingual geoportal

<http://www.sclimate.scert.ru/>

ВЕБ-ГИС  
**Климат**  
АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Гость

Образовательные ресурсы ▾ Для населения Библиотека данных Глоссарий Ссылки Архив климатических характеристик Веб-ГИС для вычислений

RU EN

**КЛИМАТ**

Специализированный геоportal для анализа региональных климатических и экологических изменений обеспечивает доступ к ресурсам четырем категориям пользователей.

- Раздел **"Для населения"** содержит базовый информационный курс по климатическим изменениям для широких слоев населения. В рамках курса излагаются и популярно иллюстрируются основные понятия и проблемы современных климатических изменений и их возможных последствий.
- В разделе **"Образовательные ресурсы"** студентам и аспирантам профильных ВУЗов доступен курс и практические задания, основной целью которых является всесторонний анализ современных климатических изменений и их возможных последствий.
- Специалистам в профильных и смежных областях портал дает полный доступ к инструментарию для поддержки моделирования и мониторинга региональных климатических изменений на основе сервисов пространственных данных в разделе **"Климатический анализ"**.
- Раздел **"Библиотека климатических данных"** для лиц, принимающих решения, предлагает готовые пакеты данных по ключевым характеристикам и экстремальным проявлениям климата в различных форматах для скачивания и дальнейшей работы с ними в настольных ГИС.

Полная функциональность портала обеспечивается только для зарегистрированных пользователей. Регистрация и авторизация проводится в разделе, помеченном иконкой

© ИМКЭС СО РАН 2018

Resources are aimed at four categories of users.

The section "**General Public**" contains basics on climate change. The course outlines and popularly illustrates the major concepts and problems of modern climate changes and their possible consequences.

The section "**Climate Characteristics Database**" aimed at decision makers. It offers ready-made data packages on key characteristics and extreme climate manifestations in various formats for downloading and further working with them in desktop GIS.

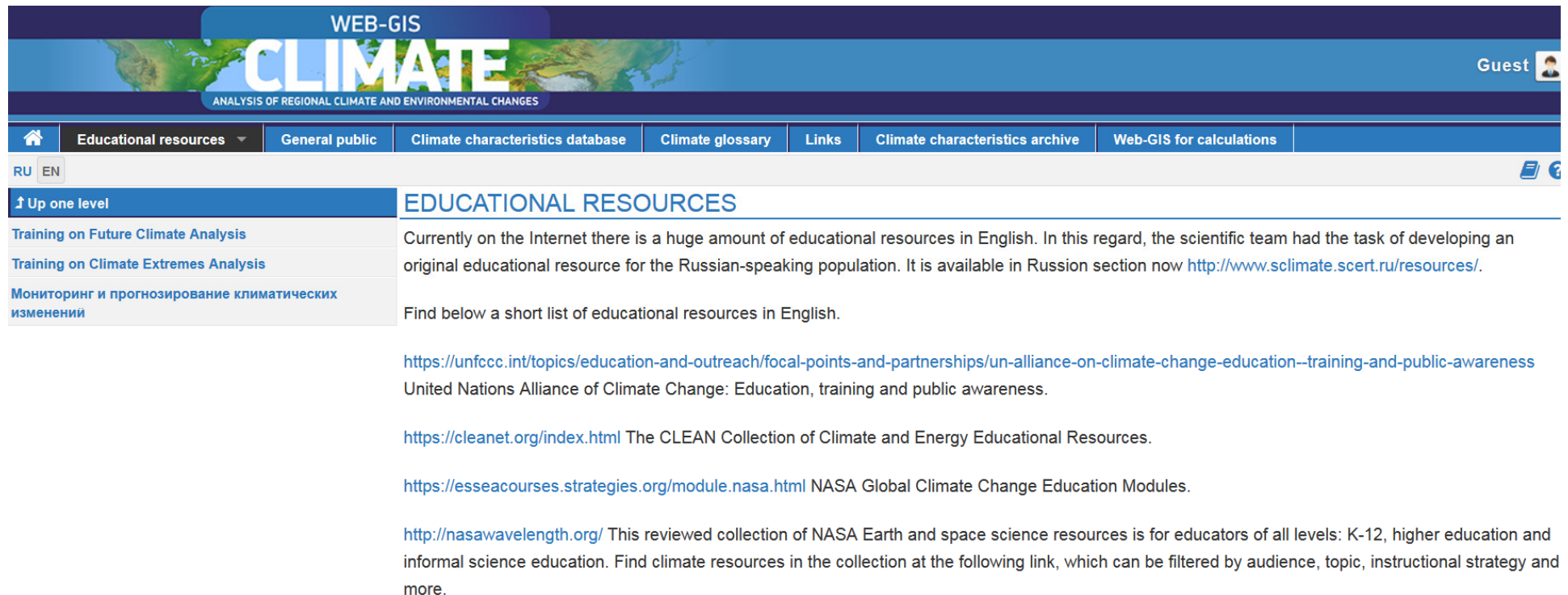
Due to limitation of computation recourses full computational functionality is provided for registered users only.

In the "**Educational Resources**" section, **undergraduate and graduate students** have access to a course and practical tasks, the main purpose of which is a comprehensive analysis of current climate changes and their possible consequences.


The portal provides access to tools for supporting the modeling and monitoring of regional climate change based on spatial data services in the "**Climate Analysis**" section.



**Undergraduate and graduate students** have access to a course and practical tasks, the main purpose of which is a comprehensive analysis of current climate changes and their possible consequences.



WEB-GIS  
**CLIMATE**  
ANALYSIS OF REGIONAL CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGES

Guest 

[Home](#) [Educational resources](#) [General public](#) [Climate characteristics database](#) [Climate glossary](#) [Links](#) [Climate characteristics archive](#) [Web-GIS for calculations](#)

RU EN

[Up one level](#)

### EDUCATIONAL RESOURCES

Currently on the Internet there is a huge amount of educational resources in English. In this regard, the scientific team had the task of developing an original educational resource for the Russian-speaking population. It is available in Russian section now <http://www.sclimate.scert.ru/resources/>.

Find below a short list of educational resources in English.

<https://unfccc.int/topics/education-and-outreach/focal-points-and-partnerships/un-alliance-on-climate-change-education-training-and-public-awareness>  
United Nations Alliance of Climate Change: Education, training and public awareness.

<https://cleanet.org/index.html> The CLEAN Collection of Climate and Energy Educational Resources.

<https://esseacourses.strategies.org/module.nasa.html> NASA Global Climate Change Education Modules.

<http://nasawavelength.org/> This reviewed collection of NASA Earth and space science resources is for educators of all levels: K-12, higher education and informal science education. Find climate resources in the collection at the following link, which can be filtered by audience, topic, instructional strategy and more.

[Мониторинг и прогнозирование климатических изменений](#)

ВЕБ-ГИС



Гость 

АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Образовательные ресурсы

Для населения

Библиотека данных

Глоссарий

Ссылки

Архив климатических характеристик

Веб-ГИС для вычислений

RU EN

↑ Выше на уровень

Вводная лекция

Дополнительный материал №1

Лекция № 2

Дополнительный материал №2

Лекция №3

Лекция №4

Лекция №5

Дополнительный материал №5

Лекция №6

Лекция №7

Лекция №8

Дополнительный материал №8

Лекция №9

Дополнительный материал №9

Лекция №10

Лекция №11

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Основной темой созданного курса является всесторонний анализ современных климатических изменений и их возможных последствий. Как и многие геофизические проблемы в отличие от классических проблем физики эта задача имеет одну отличительную особенность: она не допускает прямого физического эксперимента. Более того, в силу специфических особенностей климатической системы адекватные лабораторные эксперименты, как правило, также представляются весьма проблематичными. Поэтому важнейшим средством изучения как климатической системы, в целом, так и протекающих в ней отдельных геофизических процессов, описывающих, в том числе и климатические изменения, является математическое (численное) моделирование, базирующееся на иерархии моделей: от глобальных, основу которых составляют модели общей циркуляции атмосферы и океана, до микромасштабных моделей турбулентности. Восприятие курса целиком посвященного современному климатическому и экологическому моделированию требует достаточно глубоко знания общей физики, хорошей математической подготовки и умения анализировать большие массивы получаемых в результате численного моделирования данных. К сожалению, студенты метеорологических кафедр в большинстве своем не обладают такой подготовкой и не готовы к восприятию такого углубленного курса. Поэтому мы старались построить его в более доступной для восприятия форме, для чего в первых лекциях представили общий анализ проблемы изменений климата и современных подходов к ее решению. Здесь же введена основная терминология и на достаточно простом уровне обсуждаются основные физические эффекты и механизмы, обуславливающие изменчивость климата. В последующих лекциях эти же вопросы рассматриваются более детально и глубоко, с привлечением необходимого математического аппарата. Только после этого дается достаточно подробное изложение материала, посвященного собственно математическому моделированию, как основе изучения климата.

Курс разработан проф. Гордовым Е.П. на основе монографии авторов Е.П. Гордова, В.Н. Лыкосова, В.Н. Крупчатникова, И.Г. Окладникова, А.Г. Титова, Т.М. Шульгиной «[Вычислительно-информационные технологии мониторинга и моделирования климатических изменений и их последствий](#)», изд. «Наука», Новосибирск, 2013 г.

ния

Библиотека данных

Глоссарий

Ссылки

Архив климатических характеристик

Веб-ГИС для вычислений

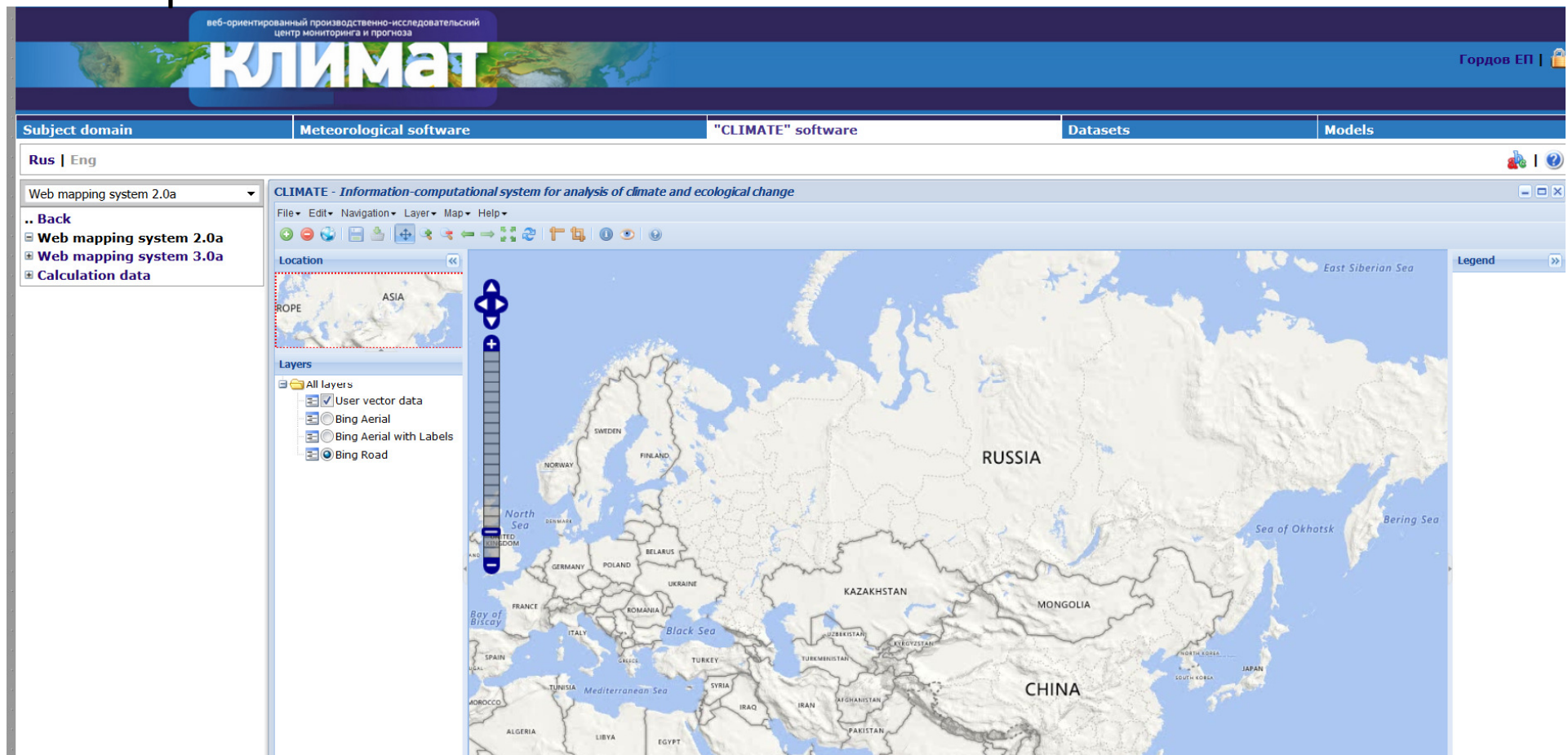
## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ «АНАЛИЗ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА»

1. Введение
2. Характеристики экстремальных климатических явлений
3. Методы анализа временной динамики климатических характеристик
4. Библиотека характеристик экстремальных климатических явлений
5. Методика проведения исследования в веб-ГИС «КЛИМАТ»
6. Список использованной литературы
7. Приложение А. Расчетные формулы экстремальных климатических характеристик
8. Приложение Б. Последовательность работы с веб-Гис «Климат» для выполнения лабораторных работ студентами
9. Приложение В. Задания на лабораторные работы

# Web-GIS “Climate” for calculations

Due to limited computational resources this functionality is provided by the portal to registered users only. Registration and authorization are under the heading labeled with a special icon.

Open Demo version illustrating the system functionality is under development now.





## New functionality: absolute difference and correlation computation

Cartographical layer creation wizard

Single meteorological parameter selection and processing: step 1 of 3    **Pair of meteorological parameters selection and processing: step 1 of 3**

**Data source and calculation index**

DRC geoportal node: IMCES SB RAS    Calculation index: Correlation coefficient

**Parameter #1**

**Dataset**

Collection: Select parameter...  
Scenario: Select parameter...  
Spatial resolution: Select parameter...  
Time step: Select parameter...

**Characteristic**

Meteorological parameter: Select parameter...  
Altitude level: Select parameter...  
Units:

**Data processing**

Processing class: Select parameter...  
Calculation parameter: Select parameter...  
Trend calculation: ☐  
Threshold:

**Time period**

Time period type: Given time period  
Start date: Start year Month Day  
End date: End year Month Day

**Parameter #2**

**Dataset**

Collection: Select parameter...  
Scenario: Select parameter...  
Spatial resolution: Select parameter...  
Time step: Select parameter...

**Characteristic**

Meteorological parameter: Select parameter...  
Altitude level: Select parameter...  
Units:

**Data processing**

Processing class: Select parameter...  
Calculation parameter: Select parameter...  
Trend calculation: ☐  
Threshold:

**Time period**

Time period type: Given time period  
Start date: Start year Month Day  
End date: End year Month Day

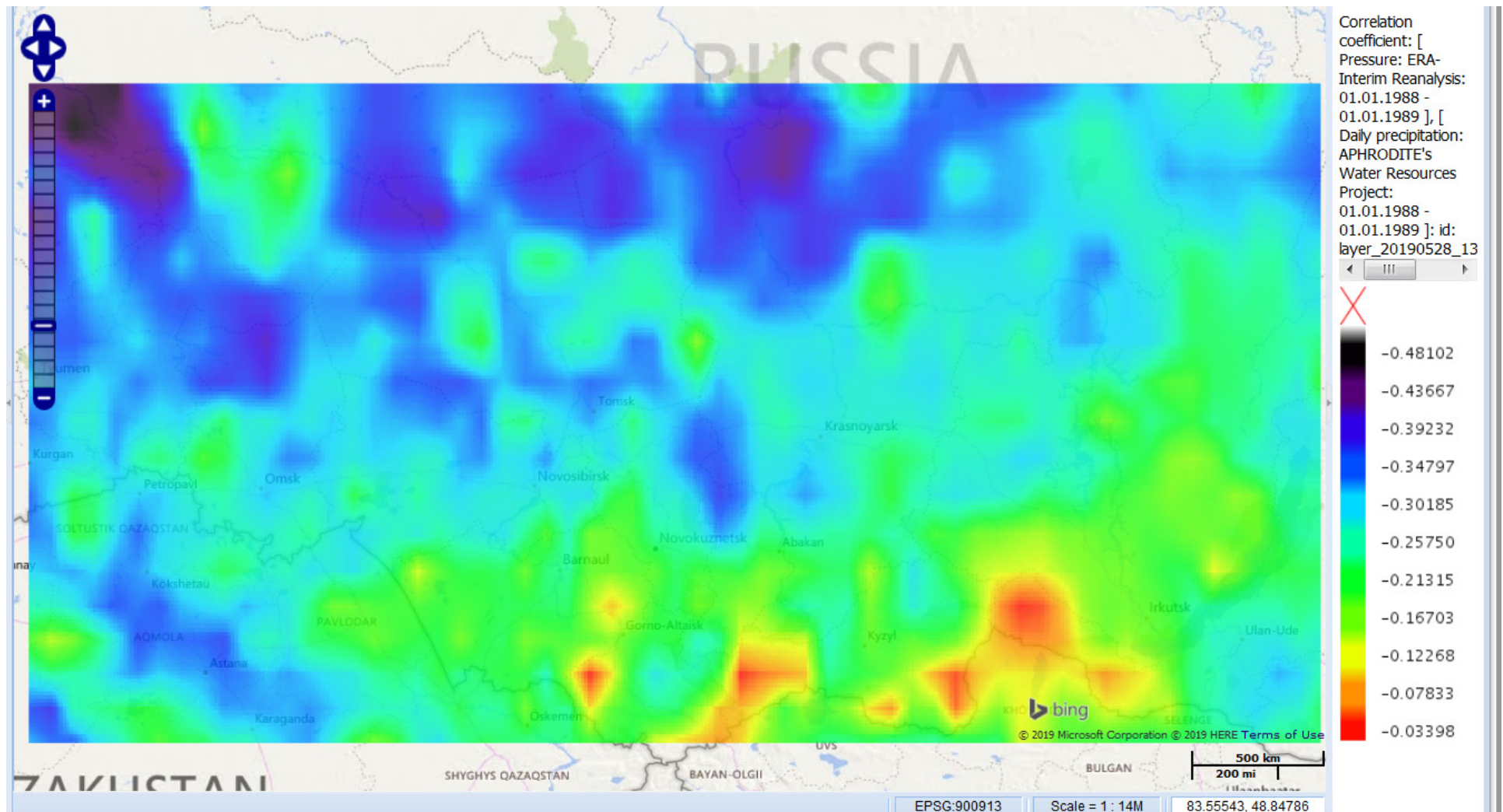
Reset form    Backward    Forward

Correlation coefficient:

[ Pressure: ERA-Interim Reanalysis: 01.01.1988 - 01.01.1989 ],

[ Daily precipitation: APHRODITE's Water Resources Project: 01.01.1988 - 01.01.1989 ]:

id: layer\_20190528\_134



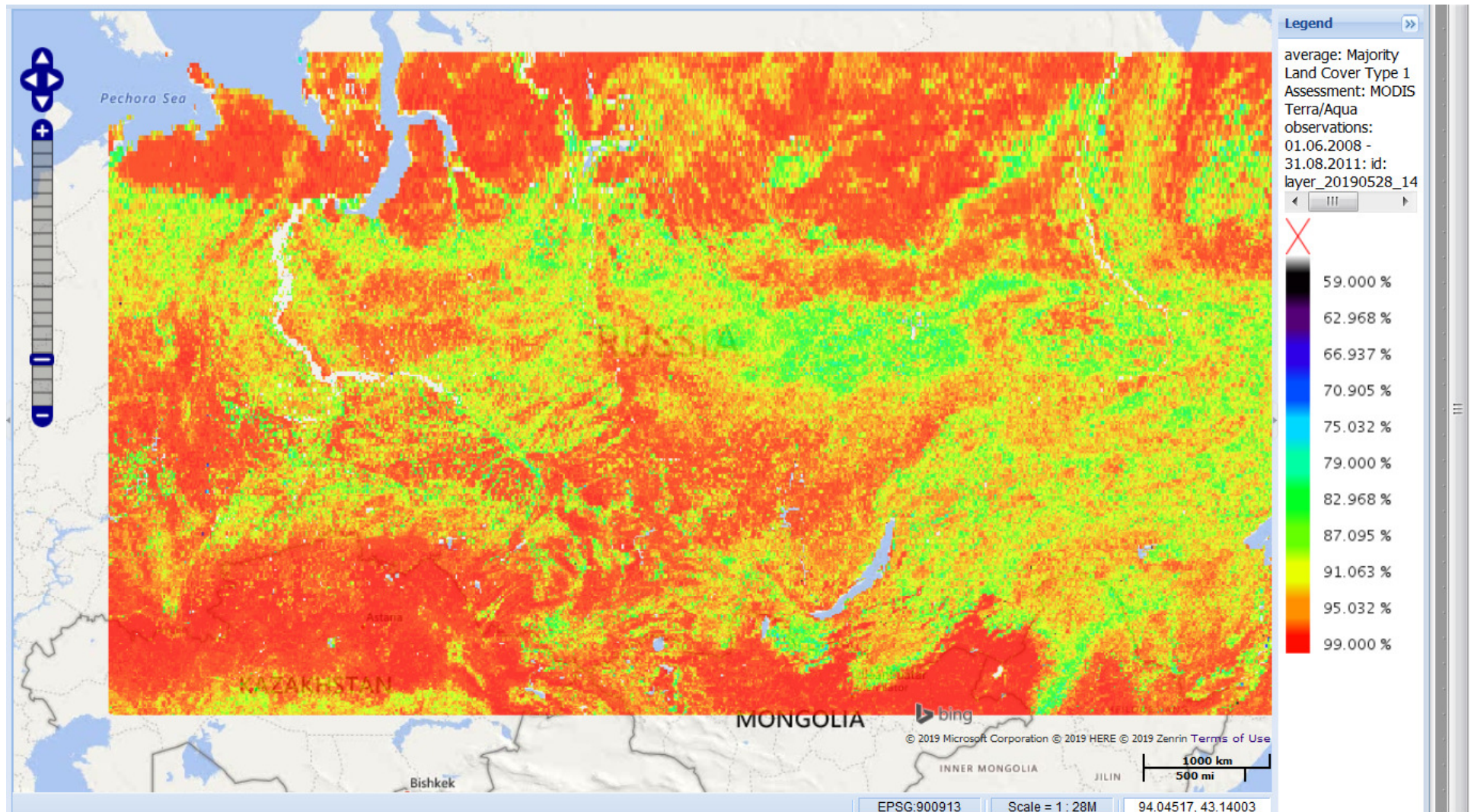


# Satellite data usage

average: Majority Land Cover Type 1 Assessment: MODIS Terra/Aqua

observations: 01.06.2008 - 31.08.2011:

id: layer\_20190528\_14






Open Demo version illustrating the system functionality is under development

Access <http://passport.climate.scert.ru>


Login: visitor Password: visitor

 Паспорт Guest

О проекте

Климатический анализ

Совместная разработка


Rus | Eng 

Паспорт

.. Вверх

Авторизация

Забыли пароль?

 **Паспорт / Авторизация пользователя**

Чтобы войти в систему вам необходимо пройти авторизацию. Для этого введите имя пользователя и пароль, которые Вы получили при регистрации. Если Вы ещё не являетесь зарегистрированным пользователем, пройдите на [регистрацию](#).

Логин:

Пароль:

visitor

••••••

Войти

**Зачем нужен паспорт?**

- Паспорт идентифицирует каждого пользователя
- Паспорт дает возможность работать с собственными данными
- Собственные данные пользователя включают в себя данные, полученные при расчётах и введенные через формы
- Почтовый адрес необходим для переписки и пересылки результатов продолжительных вычислений

веб-ориентированный производственно-исследовательский  
центр мониторинга и прогноза

# КЛИМАТ

Visitor Account |

Предметная область

Программное обеспечение "КЛИМАТ"

Наборы данных

Модели

Rus | Eng



Веб-ГИС система 3.0 демо

.. Вверх

☐ Веб-ГИС система 3.0 демо

☐ Данные вычислений

КЛИМАТ - Информационно-аналитическая система для анализа климато-экологических изменений

Файл ▾ Правка ▾ Навигация ▾ Слой ▾ Карта ▾ Справка ▾



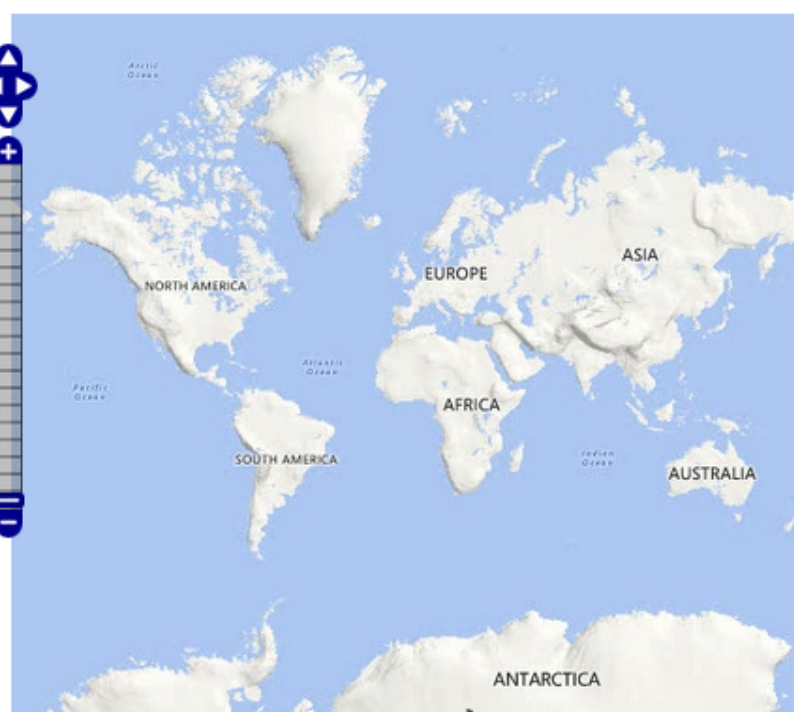
Месторасположение



Слой

☐ Все слои

- ☒ Векторные данные п
- ☐ Гибридная карта Goo
- ☐ Спутниковая карта G
- ☐ Физическая карта Go
- ☐ Спутниковая карта B
- ☐ Гибридная карта Bing
- ☐ Навигационная карта



Легенда

веб-ориентированный производственно-исследовательский  
центр мониторинга и прогноза

# КЛИМАТ

Visitor Account |

## Мастер создания картографического слоя

Выбор одного метеорологического параметра и типа обработки: шаг 1 из 3

Выбор двух метеорологических параметров и типа обработки: шаг 1 из 3

**Распределенный исследовательский центр**

Узел (геопортал) РИЦ:

**Набор данных**

Коллекция:

Пространственное разрешение:

Сценарий:

Временной шаг:

**Характеристика**

Метеорологический параметр:

Вертикальный уровень:

Ед. измерения:

**Обработка данных**

Класс обработки:

Вычисляемый параметр:

Вычисление тренда: ☐

Пороговое значение:

**Временной интервал**

Тип временного диапазона:

Начальная дата:

Конечная дата:

Метеорологический параметр:

Вертикальный уровень:

**Обработка данных**

Класс обработки:

Суточная сумма осадков

Температура воздуха

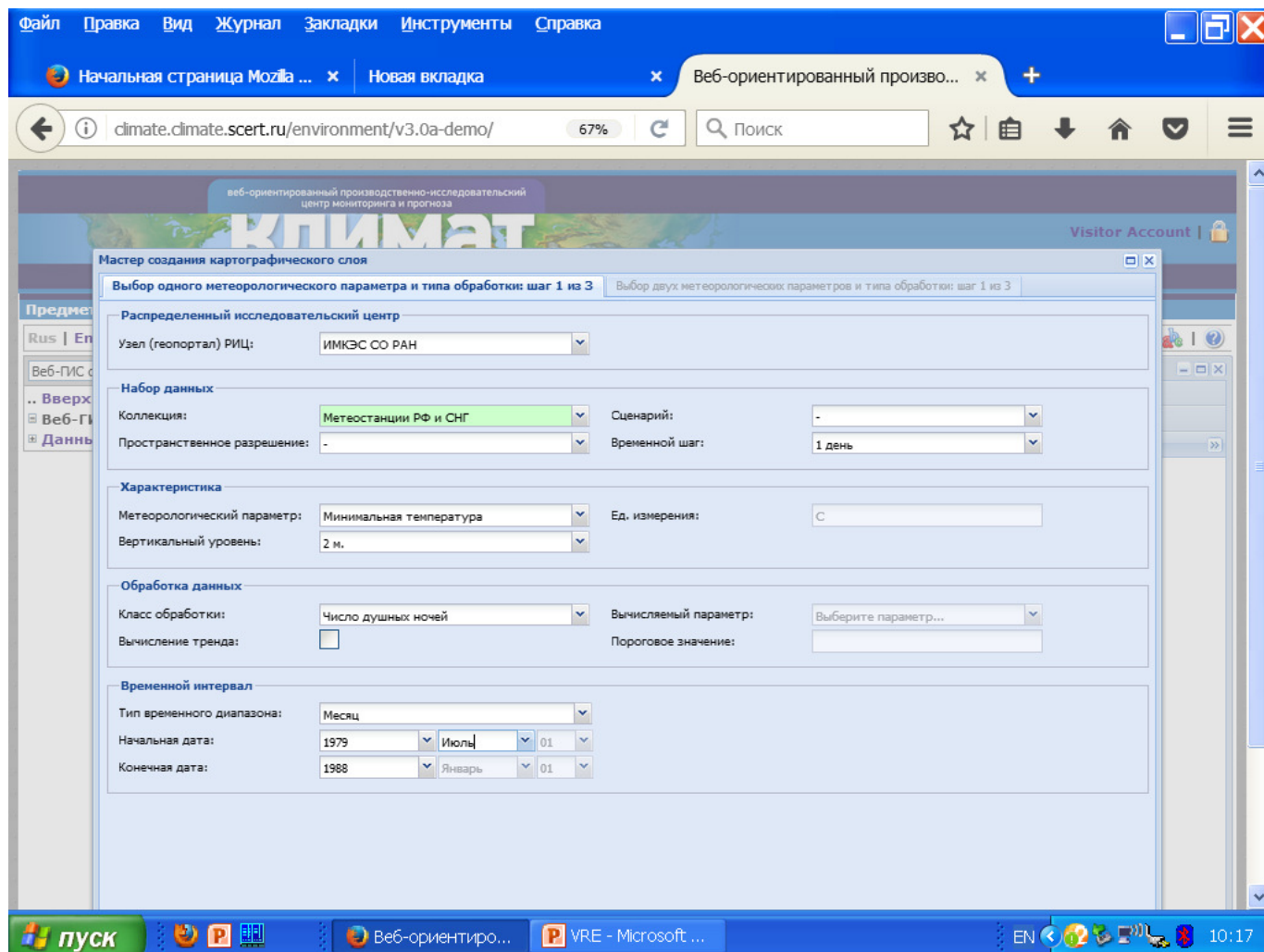
Сумма осадков

Средняя температура

Минимум из 25 температур

Two data sets only  
Few characteristics



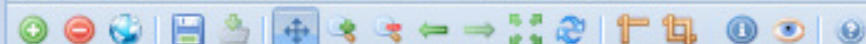




## КЛИМАТ - Информационно-аналитическая система для анализа климато-экологических изменений



Файл ▾ Правка ▾ Навигация ▾ Слой ▾ Карта ▾ Справка ▾



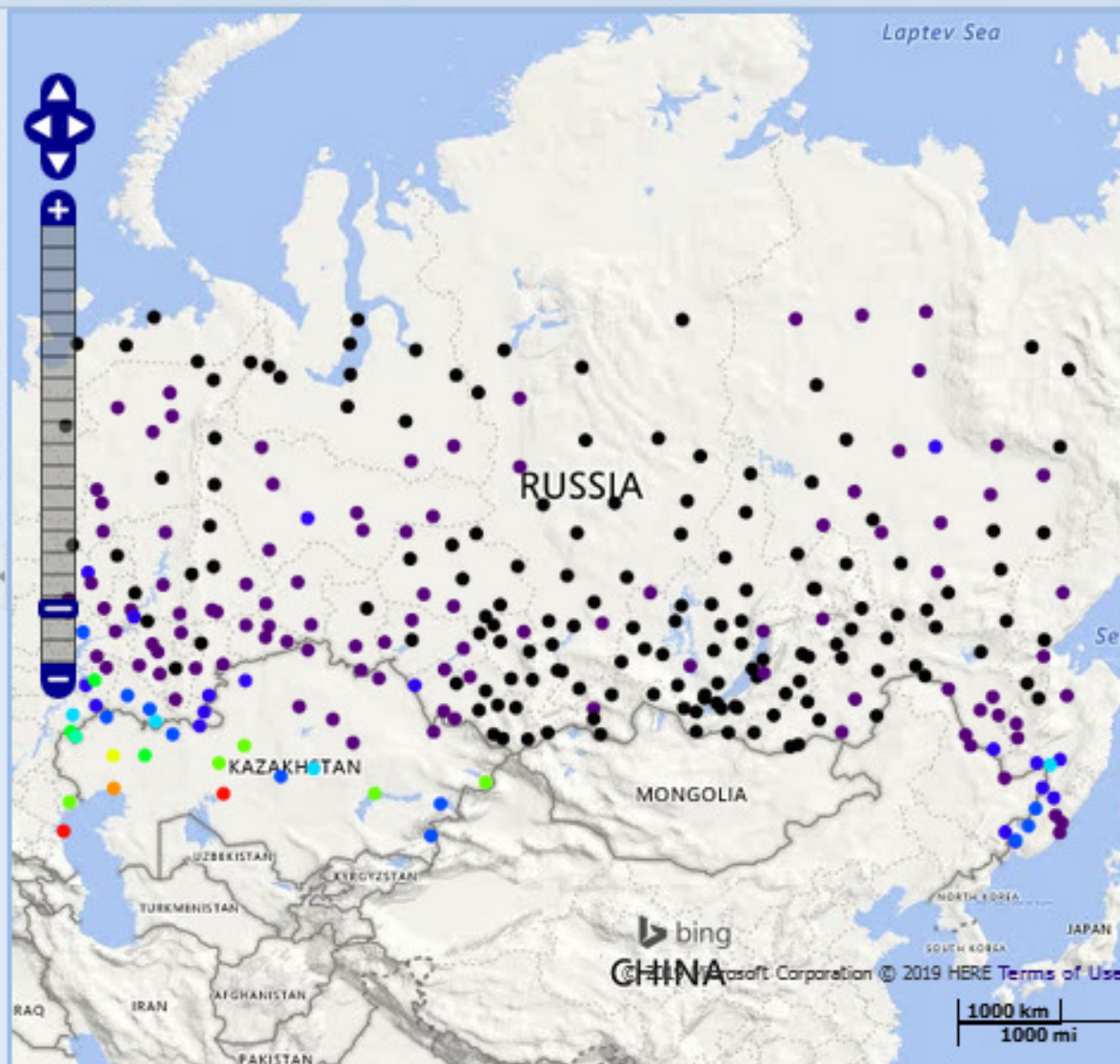
## Месторасположение



## Слой

Все слои

- ☒ number of tropical nig
- ☒ Векторные данные п
- ☐ Гибридная карта Goo
- ☐ Спутниковая карта С
- ☐ Физическая карта Go
- ☐ Спутниковая карта B
- ☐ Гибридная карта Bing
- ☐ Навигационная карта



## Легенда



number of tropical  
nights:  
Минимальная  
температура:  
Метеостанции РФ  
и СНГ: 01.07.1979 -  
31.07.1988: id:  
layer\_20190605\_1008



- < 1.000 days
- 1.000 days ..
- 3.778 days ..
- 6.556 days ..
- 9.333 days ..
- 12.222 days ..
- 15.000 days ..
- 17.778 days ..
- 20.667 days ..
- 23.444 days ..
- > 29.000 days

EPSG:900913

Scale = 1 : 55M

74 84785 48 15853

## Case studies

E. P. Gordov, I. G. Okladnikov, A. G. Titov, N. N. Voropai, A. A. Ryazanovaa, and V. N. Lykosov. Development of Information-computational Infrastructure for Modern Climatology // Russian Meteorology and Hydrology, 2018, Vol. 43, No. 11, pp. 722–728.

E. P. Gordov, I. G. Okladnikov, A. G. Titov, A. Z. Fazliev, Virtual research environment supporting applied meteorology and climatology problem solving, Proc. SPIE 10833, 2019.

N N Voropay and A A Ryazanova. Atmospheric droughts in Southern Siberia in the late 20th and early 21st centuries. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 211, Number 1.

Ryazanova A.A., Voropay N.N. Comparative analysis of the assessment of hydrothermal conditions of the Tomsk region, using different droughts coefficients. CITES'2019 Proceedings, p 60-63.



# Some examples presented at the CLIMATE geoportal

Холодные ночи (TN10n)							
<p>Тренд повторяемости минимальной температуры ниже 10% интервала суточного распределения минимальных температур за базовый период 1961-1990 гг. Исследуемый период: с 1991 по 2016 гг. Исходные данные исследуемого периода: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era Interim, 0.75x0.75° Исходные данные базового периода: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era 40 интерполированного на сетку 0.75x0.75°</p>		netCDF	GeoTIFF	SLD Legend	WMS link	-	cdata:layer_20180704_163921_TIFF
<p>Тренд интенсивности минимальной температуры ниже 10% интервала суточного распределения минимальных температур за базовый период 1961-1990 гг. Исследуемый период: с 1991 по 2016 гг. Исходные данные исследуемого периода: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era Interim, 0.75x0.75° Исходные данные базового периода: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era 40 интерполированного на сетку 0.75x0.75°</p>		netCDF	GeoTIFF	SLD Legend	WMS link	-	cdata:layer_20180704_164550_TIFF
<p>Тренд продолжительности экстремально холодного периода (CSDI): тренд количества последовательных (более 6) дней с минимальной суточной температурой ниже 10% интервала суточного распределения максимальных температур за базовый период 1961-1990 гг. Исследуемый период: с 1991 по 2016 гг. Исходные данные исследуемого периода: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era Interim, 0.75x0.75° Исходные данные базового периода: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era 40 интерполированного на сетку 0.75x0.75°</p>		netCDF	GeoTIFF	SLD Legend	WMS link	-	cdata:layer_20180704_165027_TIFF

## Conclusions and plans

Developed thematic VRE looks user friendly and quite useful.

Adding new archives, models and processing procedures is formalized.

Standards for working with geo-referenced data are met.

Usage of only open software and the fact that software implementation of analytic methods is not tied to the data type open opportunity to "cloning" new thematic VRE for other domains of climatology (ocean, permafrost, vegetation, etc.).

Also it allows creating thematic scientific and educational platforms (virtual research laboratories) for other areas that use geo-referenced data.

# Gaping peaks (possible)



Национальный  
исследовательский  
**Томский**  
государственный  
университет

Университет

Образование

Наука  
и инновации

[ТГУ](#) > [Новости](#) > Ученые создают цифровую платформу Сибири, где можно учиться и работать

## Ученые создают цифровую платформу Сибири, где можно учиться и работать

НАУКА

CAE TSSW

КЛИМАТ

СИБИРЬ

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

20 Мая 2019

Сибирский институт будущего ТГУ (**CAE TSSW**) приступил к созданию информационной платформы, аккумулирующей данные о ресурсах Сибири как макрорегиона. Три первых блока намечены к реализации в 2019 году, это изменение климата и прогнозные модели, цифровой гербарий и литературное наследие. В перспективе платформу можно будет использовать для учебы и работы, например, выполнять на ней исследовательские проекты.

**Thanks for attention!**