

Current state and perspectives of the virtual research environment for the analysis of climate change and its consequences in Northern Eurasia

Evgeny Gordov +team

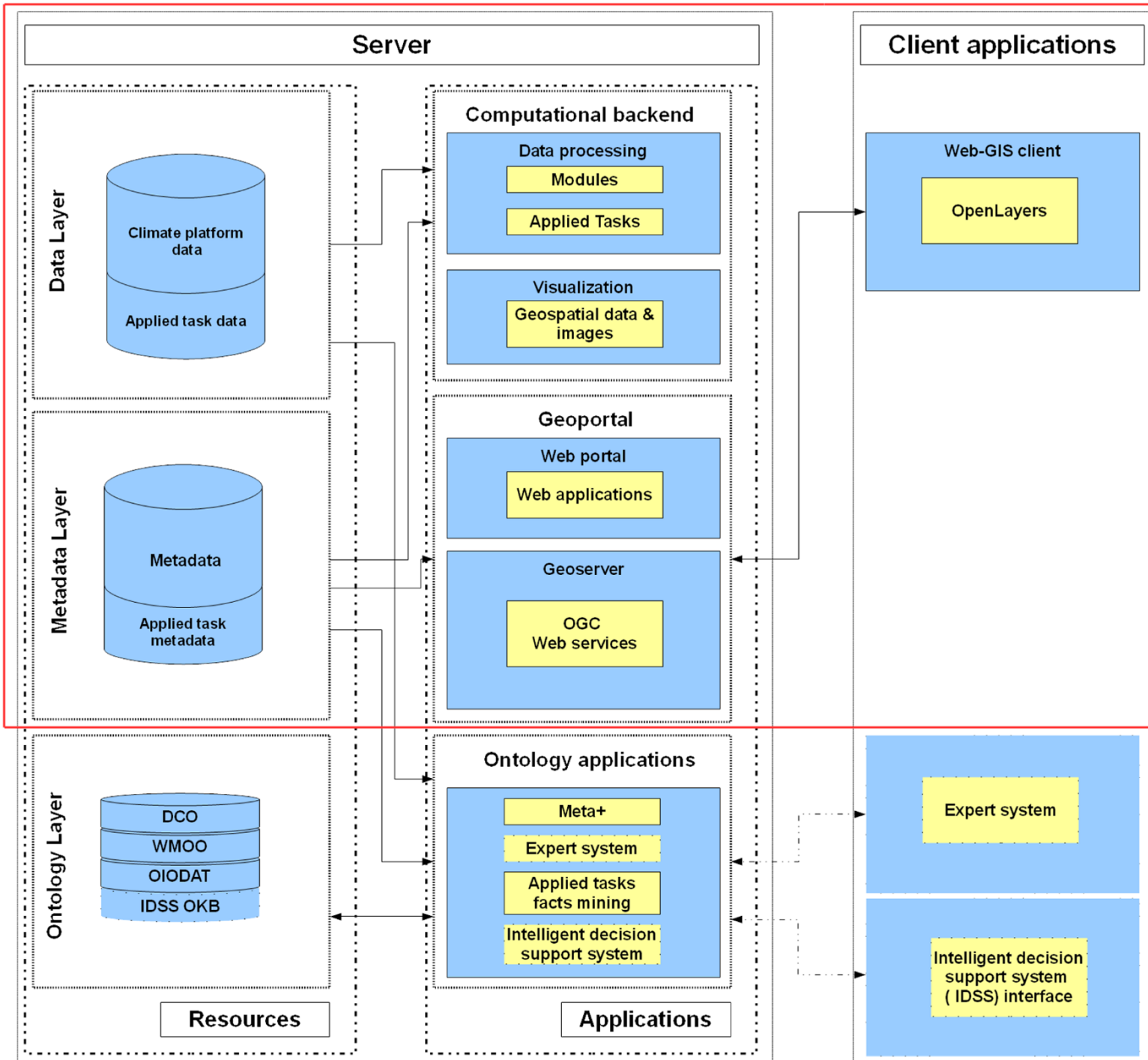
**IMCES SB RAS, IAO SB RAS, ICT SB RAS, ICMMG
SB RAS, INM RAS, RCC MSU, SibNIGMI, TSU**

Regional climate research challenges

- Multidisciplinary, often spatially distributed research activity
- Spatially distributed datasets of huge size
- Different formats of datasets obtained from different sources
- Specific knowledge is needed to search, extract and process data (problem for decision-makers)
- Risk of using unverified algorithms and data
- Necessity of climate services to support adaptation/mitigation

Approach

- Internet accessible web-GIS with user-friendly GUI
- Web portal integrating web services providing search, retrieval, cartographical visualization, and client applications
- “Cloud” data analysis and visualization
- Flexible modular computational engine with verified data processing routines
- Combined usage of Web and GIS technologies
- Access to processing results: images (PNG, JPEG), binary files (NetCDF, float GeoTIFF, ESRI shapefile), web services (WMS ,WFS, WPS)
- DSS to support adaptation/mitigation

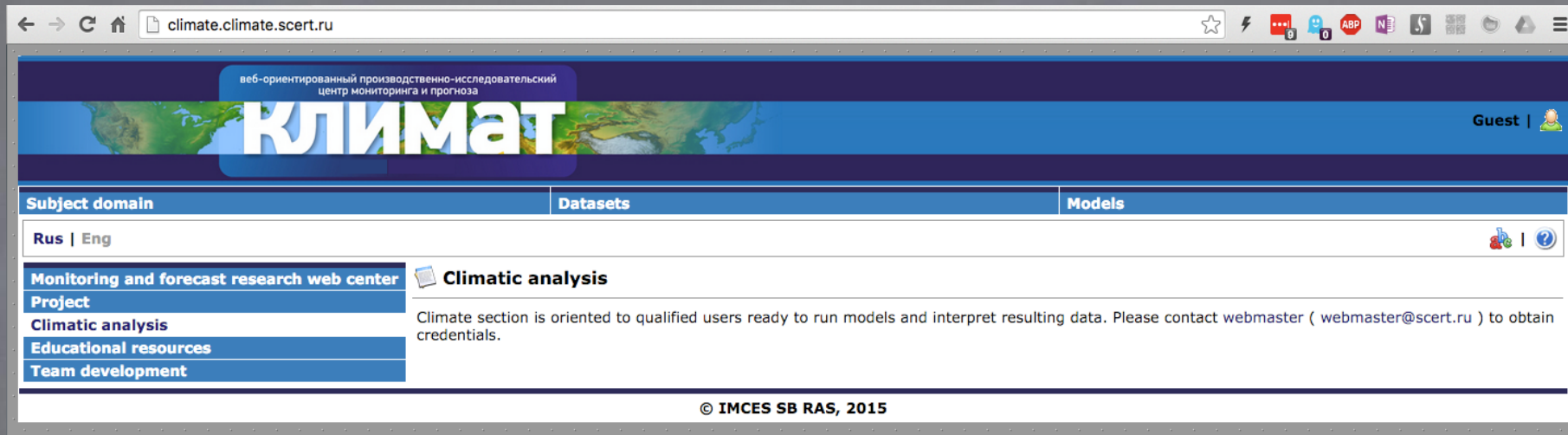


VRE architecture

- Web-GIS client
- Geoportal
- Modular Computational Backend
- Data archives + Metadata
- Ontology/ Expert system
- Intelligent DSS

Web portal

(web server)



Provides server-side:

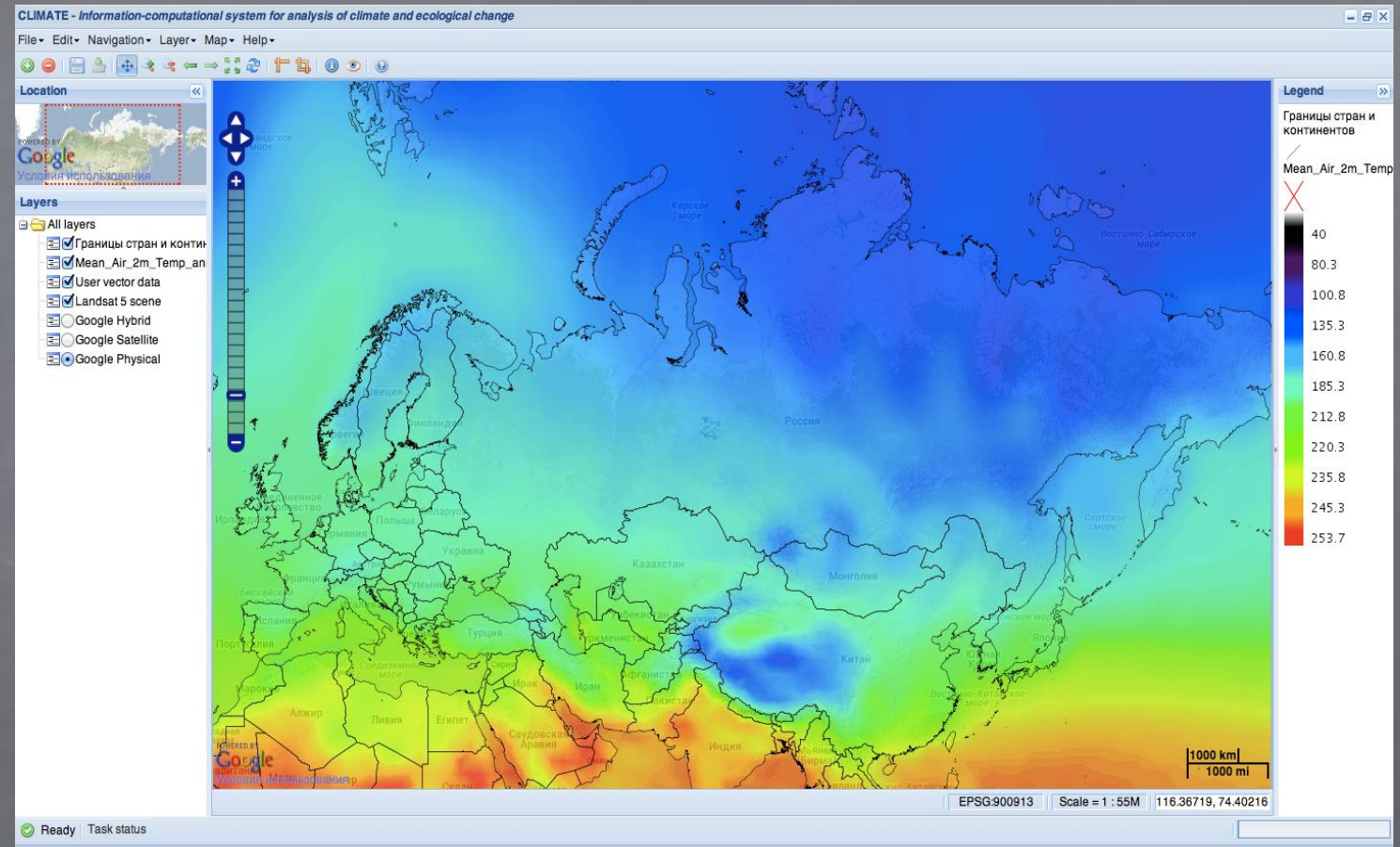
- Authorization
- Database integration
- Localization
- Content management system
- Geodata manipulation and access (OGC Standards)
- PHP-controllers, JavaScript libraries, DHTML

Web-GIS client

(user interface)

- Interactive map
- Menu bar, tool bar, status bar
- Layers list
- Legend window
- Context menu

Libs: ExtJS, OpenLayers, GeoExt



Analysis capabilities

(integrated data processing)

- Basic statistics: minimum/maximum, range, average values, standard deviation, variance, RMS...
- World Meteorological Organization climate change indices: number of frost days, growing season length, number of icing days, monthly maximum/minimum of daily maximum/minimum temperature, number of summer days, number of tropical nights..
- Extreme value statistics.

... more reliable mathematical and statistical routines

New modules are easily developed and added on-demand!

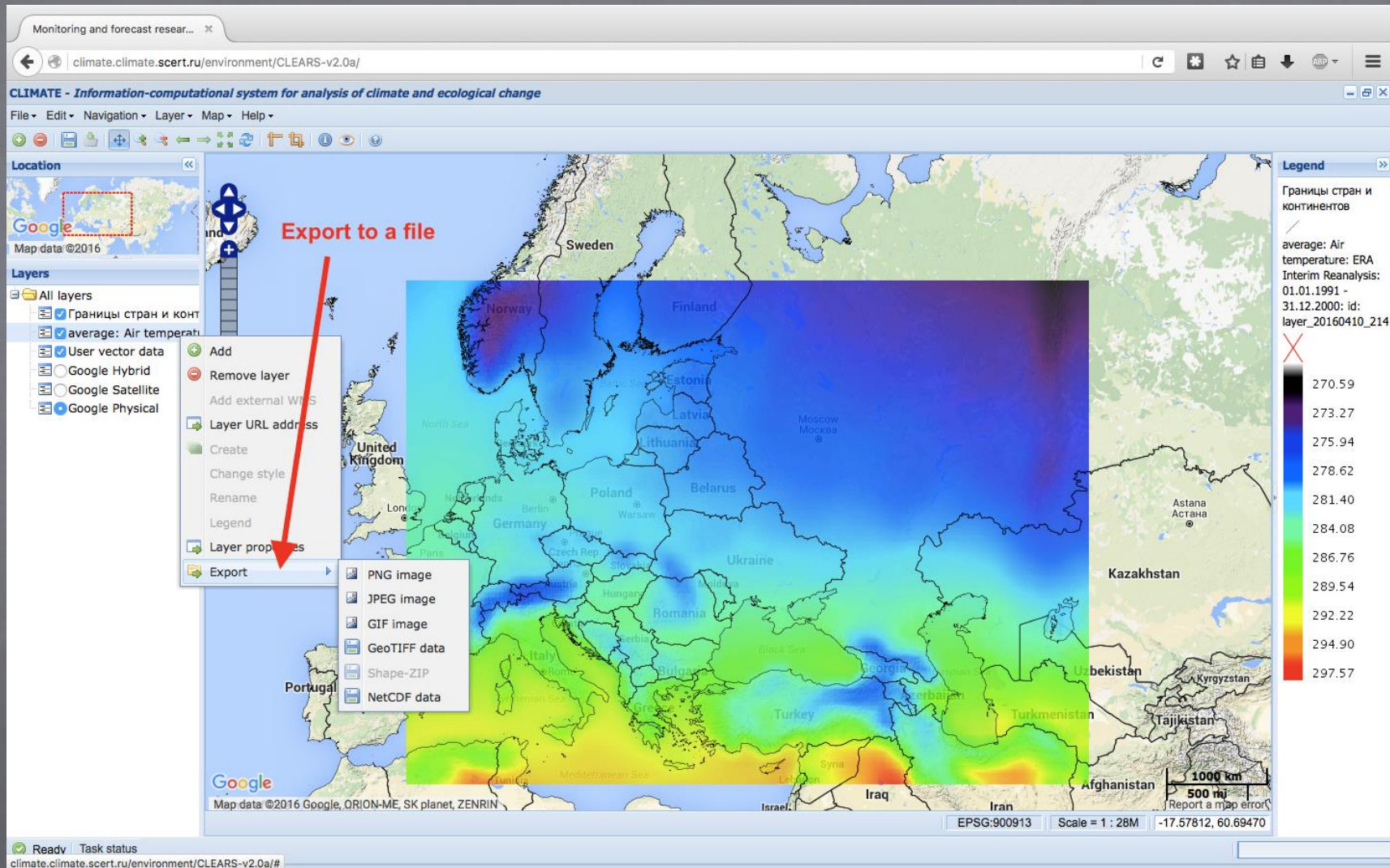
Data archives

(currently supported)

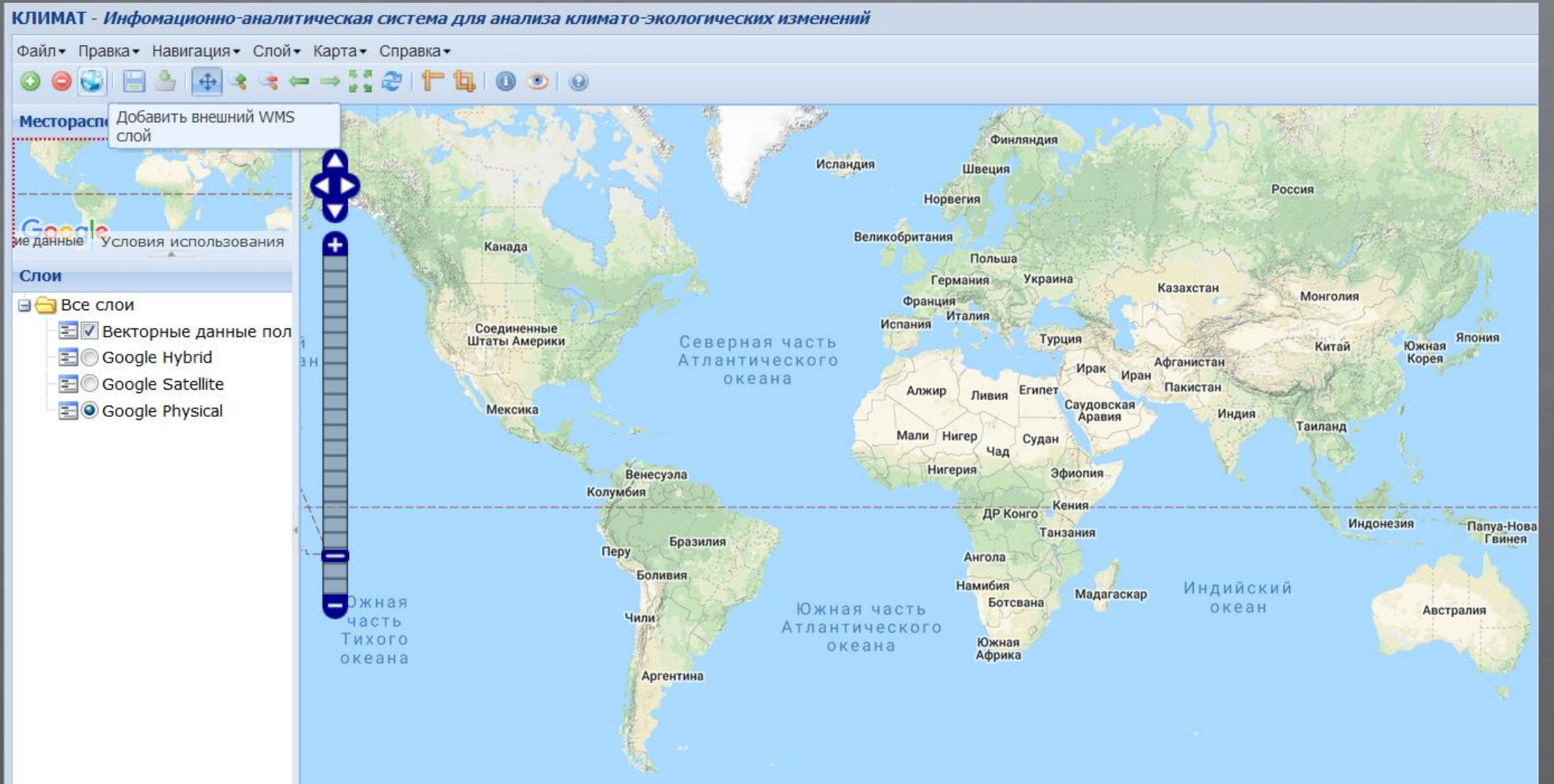
Dataset	Source organization	Time coverage	Spatial resolution
APHRODITE Reanalysis	RIHN-MRI/JMA	1951 - 2007	$0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$, precipitations only
ERA-40 Reanalysis	ECMWF	1957 – 2004	$2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, 23 vertical levels
ERA Interim Reanalysis	ECMWF	1979 – 2012	$0.75^{\circ} \times 0.75^{\circ}$, surface
GPCC Reanalysis	GPCC	1901 - 2009	$0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$, precipitations only
JRA-25 Reanalysis	JMA/CRIEPI	1979 – 2009	$2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, 23 vertical levels
JRA-55 Reanalysis	JMA/CRIEPI	1958 – 2013	$1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$, 27 vertical levels
MERRA Reanalysis	ECMWF	1979 - 2014	$0.67^{\circ} \times 0.5^{\circ}$, 42 vertical levels
NCEP/DOE AMIP II Reanalysis	NCEP/DOE	1979 – 2003	$2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, 17 vertical levels
20th Century Global Reanalysis Version II	NOAA/OAR/ESRL PSD	1869 – 2011	$2.0^{\circ} \times 2.0^{\circ}$; 24 vertical levels
NCEP Climate Forecast System Reanalysis	NCEP	1979-2010	$0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$, 37 vertical levels
PlaSim dataset	IMCES SB RAS	2000 - 2100	$2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, 10 vertical levels
Meteostations	RIHMI-WDC	1910 – 2011	600 stations for Russia and CIS

Case study 1

(average air temperature calculation)



Case study 2 (external WMS layer)



☒ Векторные
☐ Google Hyb
☐ Google Sat
☐ Google Phy

 Добавить слой к карте  Отмена

WMS

WFS

OGC WMS сервисы

Наименование
сервиса:

Socioeconomic Data and Applications Center (sedac) ▼

URL:

http://sedac.ciesin.org/geoserver/ows?service=wms&version=1.3.0&request=GetCapabilities

Описание:

CIESIN, Columbia University, http://sedac.ciesin.org/



Подключиться



Создать подключение



Изменить



Удалить

WMS Свойства

Идентификатор	Название	Описание	Базовый слой
cartographic:national-boundaries	cartographic:national-boundaries	Layer-Group type layer: carto...	☐
cartographic:00-global-labels	Global Labels		☐
cartographic:00-gpw-v3-nation...	National Boundaries Medium Scale	National Boundaries Medium ...	☐
cartographic:00-gpw-v3-nation...	National Boundaries Small Scale	National Boundaries Small Sc...	☐
cartographic:00-grump-v1-nati...	National Boundaries Large Scale	National Boundaries Large Sc...	☐
aglands:aglands-croplands-2000	Global Agricultural Lands: Croplan...	The Global Agricultural Lands:...	☐
aglands:aglands-pastures-2000	Global Agricultural Lands: Pastures...	The Global Agricultural Lands:...	☐
anthromes:anthromes-anthrop...	Anthropogenic Biomes v1	The Anthropogenic Biomes v1...	☐
anthromes:anthromes-anthrop...	Anthropogenic Biomes v2: 1700	The Anthropogenic Biomes v2...	☐
anthromes:anthromes-anthrop...	Anthropogenic Biomes v2: 1800	The Anthropogenic Biomes v2...	☐
anthromes:anthromes-anthrop...	Anthropogenic Biomes v2: 1900	The Anthropogenic Biomes v2...	☐
anthromes:anthromes-anthrop...	Anthropogenic Biomes v2: 2000	The Anthropogenic Biomes v2...	☐
crop-climate:crop-climate-effect...	Crop Climate: Maize, Rice, and Wh...	Effects of Climate Change on ...	☐
energy:energy-pop-exposure-n...	Energy: Nuclear Power Plant Locati...	Population Exposure Estimate...	☐
epi:epi-environmental-performa...	Environmental Performance Index ...	Environmental Performance In...	☐



Страница 1 из 23



Отображаются записи с 1 по 15, всего 339



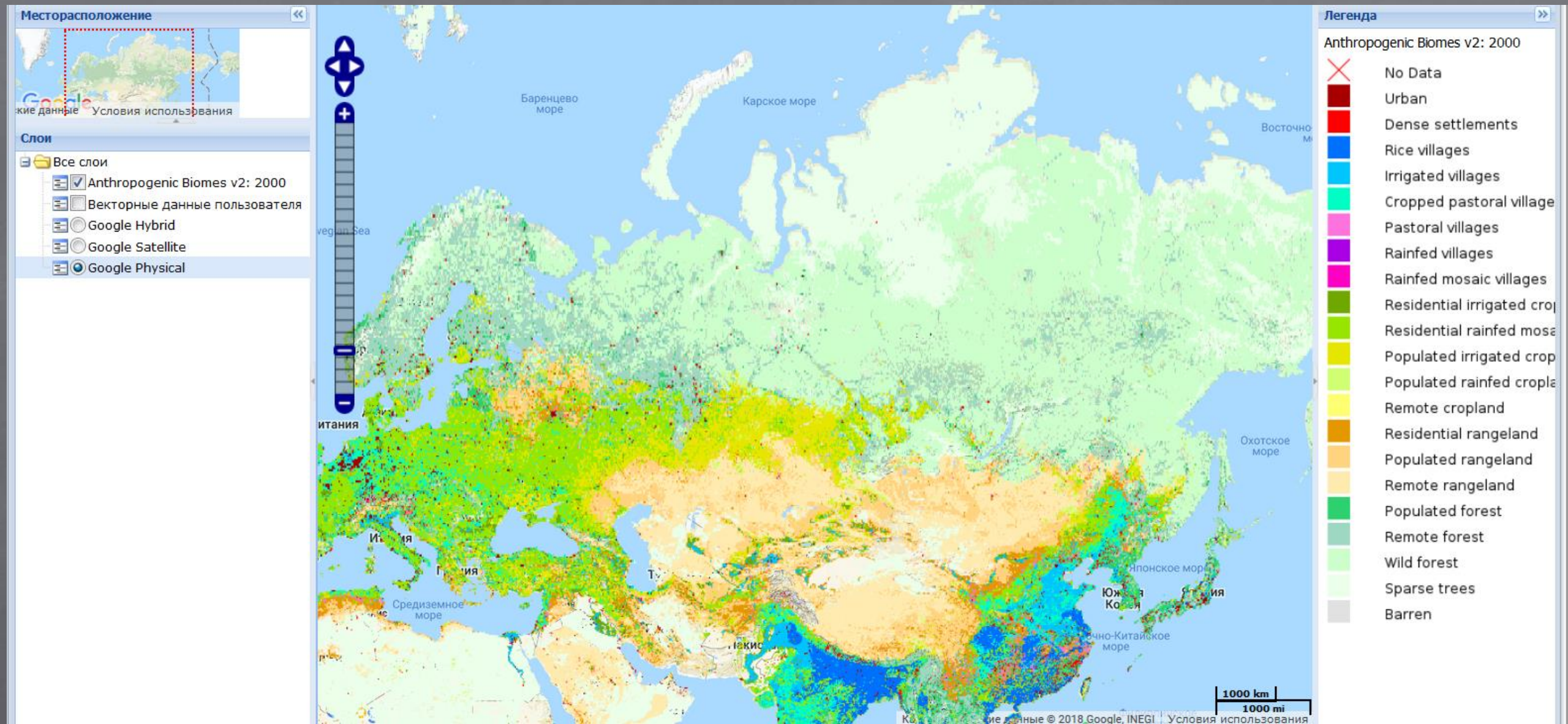
Добавить слой к карте



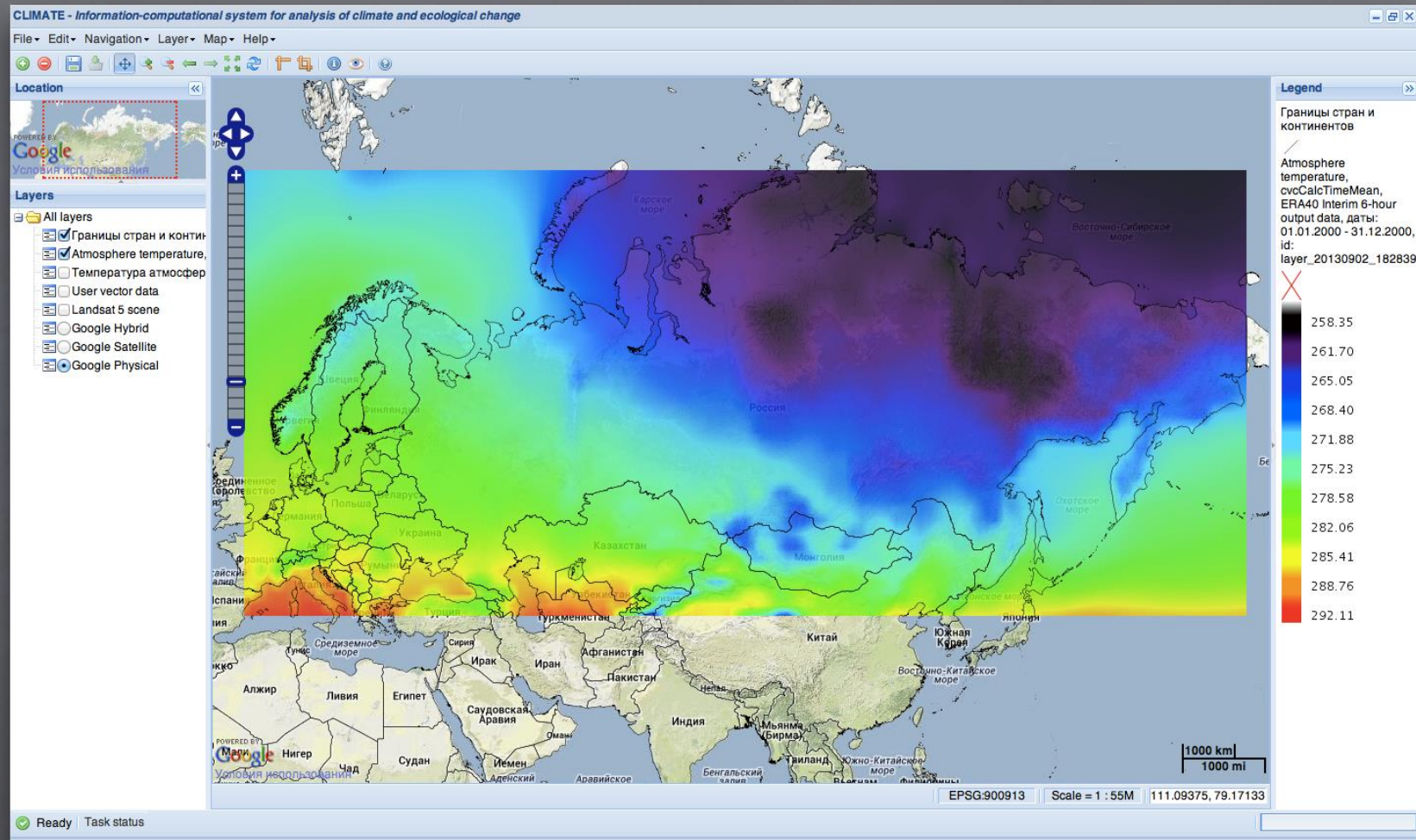
Отмена





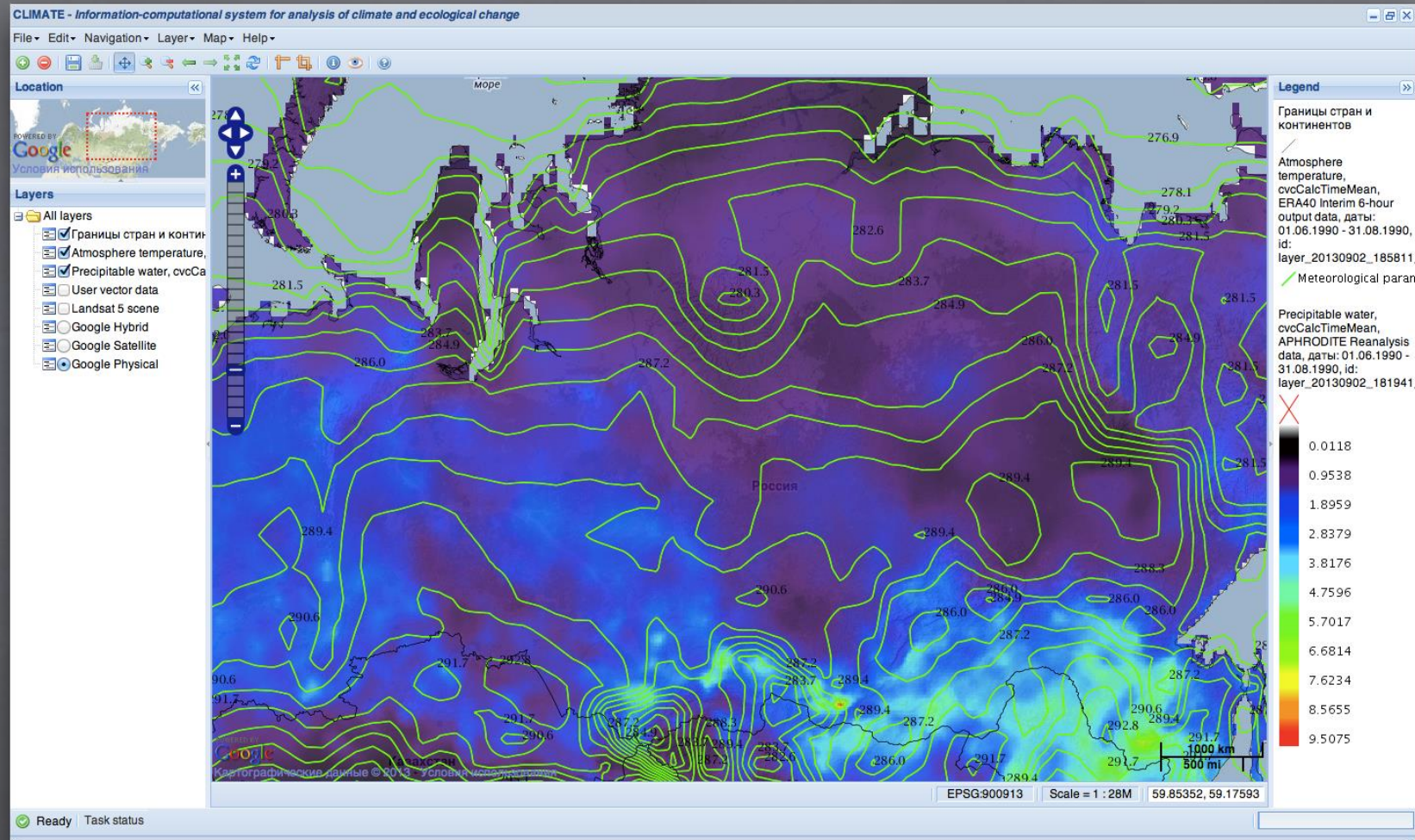


Visualization examples



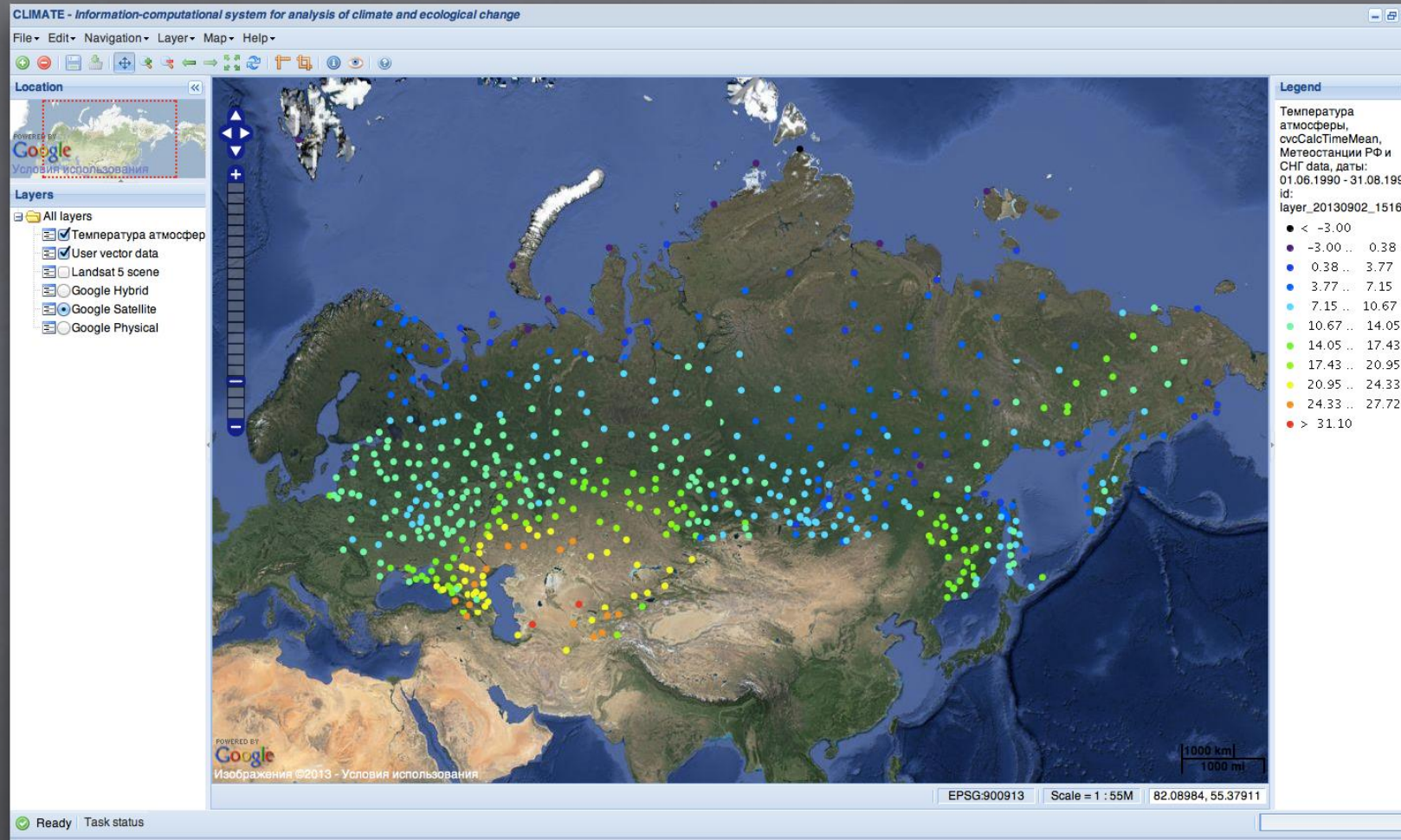
Temperature at 2m, ERA Interim, average for 2000

Visualization examples



Shaded - Precipitations, APHRODITE's project, average for summer 1990
 Contour – Temperature at 2m, ERA Interim, average for summer 1990

Visualization examples



Surface temperature, meteostations, average for summer 1990

Full functionality of the web-GIS is provided by the portal for registered users only.

Registration and authorization are under the heading labeled with a special icon. Educational resources, which do not require interactive computational support are open to any user. To access full functionality of the educational resources use the same login and password.

Open part of the educational resources includes special module prepared for decision-makers, stake holders and general publics. Additionally to thematic lecture courses it comprises an interactive manual, glossary and a library of calculated files describing extreme climatic events occurring in Siberia.

веб-ориентированный производственно-исследовательский
центр мониторинга и прогноза

КЛИМАТ

Guest | 

О проекте

Климатический анализ

Образовательные ресурсы

Совместная разработка

Rus | Eng



Образовательные ресурсы ▾

.. Вверх

+ О проекте

+ Климатический анализ

- Образовательные ресурсы

+ Интерактивное
руководство

+ Глоссарий

+ Учебные курсы

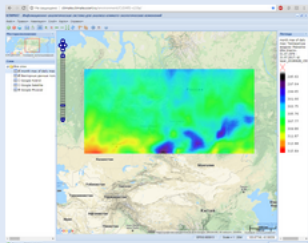
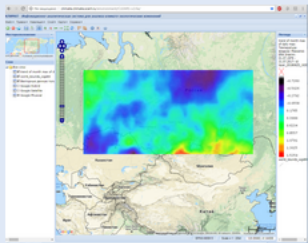
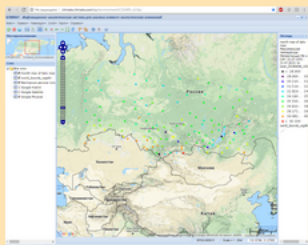
+ Совместная разработка



Образовательные ресурсы

Библиотека для ЛПР: **климатические экстремали**

Список файлов данных

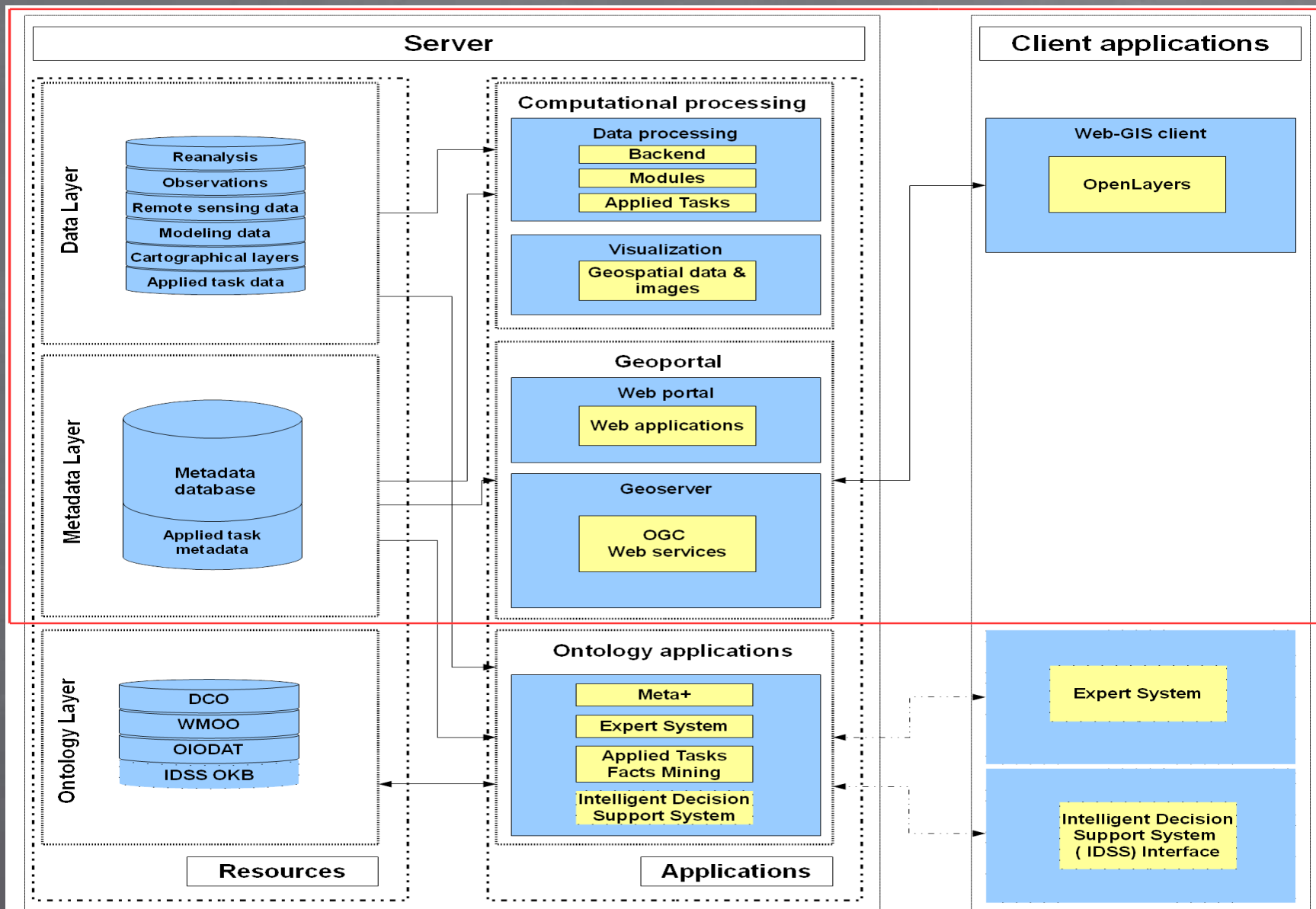
Предварительный просмотр	Наименование	Описание	netCDF	GeoTIFF/Shape	SLD легенда	WMS ссылка	WFS ссылка
Абсолютный максимум температуры: верхний предел суточной максимальной температуры для периода; самый жаркий день в году. Географический диапазон: 50-65 с.ш., 60-120 в.д.							
	cdata:layer_20180628_150127_TIFF	Абсолютный максимум температуры июля. Период: с 1979 по 2017 гг. Исходные данные: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era Interim, 0.75x0.75°	netCDF	GeoTIFF	SLD Legend	WMS link	-
	cdata:layer_20180625_163043_TIFF	Тренд абсолютного максимума температуры июля. Период: с 1979 по 2017 гг. Исходные данные: 6-ти часовые данные температуры реанализа Era Interim, 0.75x0.75°	netCDF	GeoTIFF	SLD Legend	WMS link	-
	cdata:layer_20180628_152632_shp	Абсолютный максимум температуры июля. Период: с 1970 по 2015 гг. Исходные данные: максимальная суточная температура метеостанций ВНИИГМИ-МДЦ	netCDF	Shapefile	-	WMS link	WFS link

User can look through a map of calculated characteristic for Siberia (Lat. **50-65**, Lon.**60-120**) and download relevant files in a selected format (netCDF, GeoTIFF, WMS/WFS) and continue its processing/analysis using own desktop.

Currently topics include:

**Min/Max temperatures; Days with frost; Hot/Cold nights/days;
TN90n/TX90n;
TN10n/TX10n;
Extreme precipitations; return periods, etc.**

Applied problems and IDSS



1. Evgeny P. Gordov, Igor G. Okladnikov, Alexander G. Titov, Alexander Z. Fazliev, Elements of the Virtual Research Environment for Big Environmental Data Analysis // CEUR Workshop Proceedings. 2017. – Vol. 2033. - P. 10-16. - ISSN 1613-0073.
2. Andrey Bart, Vladislava Churuksaeva, Alexander Fazliev, Evgeniy Gordov, Igor Okladnikov, Alexey Privezentsev, and Alexander Titov, Ontological Description of Applied Tasks and Related Meteorological and Climate Data Collections, DAMDID/RCDL 2017, CCIS 822, pp. 1–14, 2018.
3. Andrey Bart, Alexander Fazliev, Evgeny Gordov, Igor Okladnikov, Alexey Privezentsev, Alexander Titov, (2018). Virtual Research Environment for Regional Climatic Processes Analysis: Ontological Approach to Spatial Data Systematization. Data Science Journal. 17, 14.

Экспертная система и система поддержки принятия решений

В виртуальной среде исследователя, содержащей коллекции данных и приложения, решающие типовые задачи, особую роль играют две компоненты: **экспертная система** и **система поддержки принятия решений**.

Назначения **экспертной системы** в платформе «Климат+» состоит в решении задачи достижения семантической однородности климатических и метеорологических величин в разных коллекциях данных. Для решения этой задачи создается **онтология** таких величин, используемая экспертом при настройке приложений. В ВМО попытки создания суррогатов онтологий делались, но стандарта на онтологическое описание, характеризующее климатические и метеорологические величины до сих пор нет.

Назначением **системы поддержки принятия решений** на платформе «Климат+» является создание условий для принятия решений в рамках логических теорий предметных областей с которыми эти решения связаны. Техническое решение создания базы знаний для принятия решений связано с технологиями Semantic Web, используемых для представления и обработки данных, информации и знаний информационных ресурсов в сети Интернет.

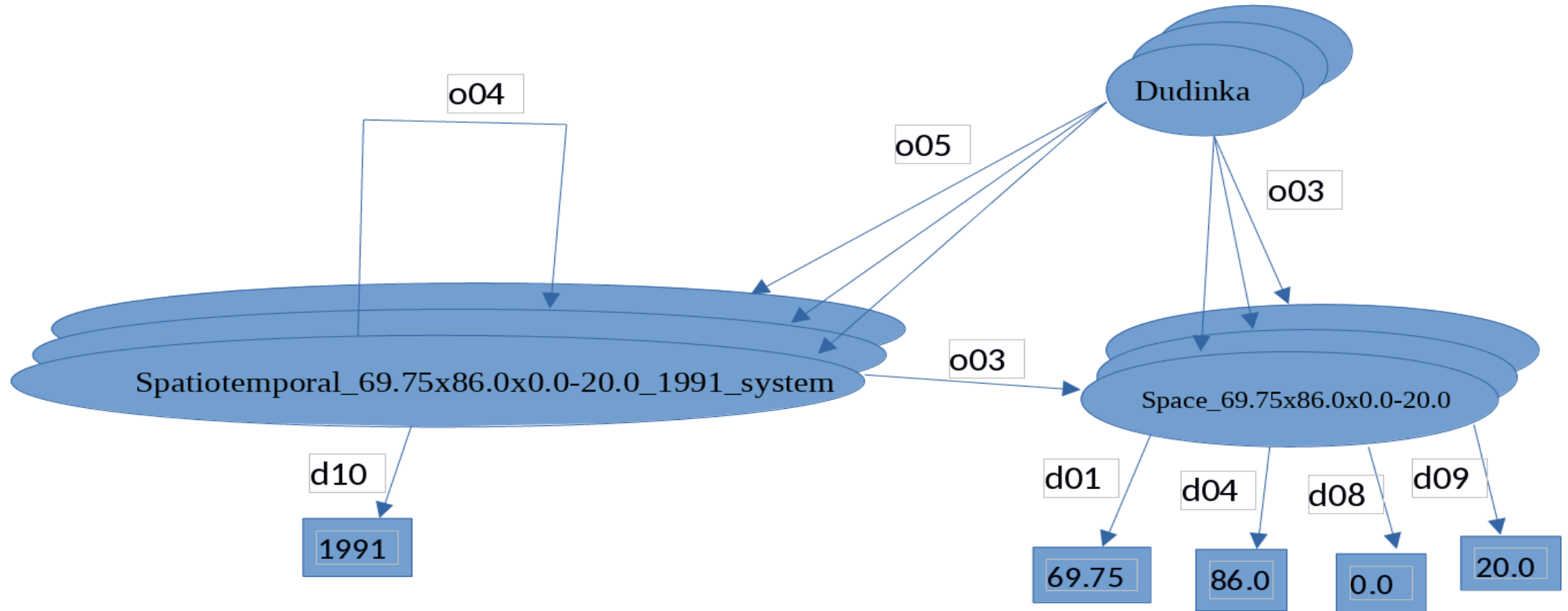
Построение базы данных связано с решением двух задач: задачи сведения и задачи построения таксономии классов.

На примере нескольких прикладных задач нами предложены решения задач сведения. Построение таксономий классов для онтологических баз знаний находится в разработке.

[illegible]

Семантическое описание данных

Пример решения задачи сведения. Типовые ИНДИВИДЫ онтологии



69.75x86.0 – Центр ячейки (широта – 69.75, долгота – 86.0)

0.0 – 20.0 – Исследованная глубина в заданной точке в м.

1991 – год исследования

МЕЖДУРЕЧЬЕ РЕК ОБЬ И ЕНИСЕЙ

Точечные объекты

Города и поселки

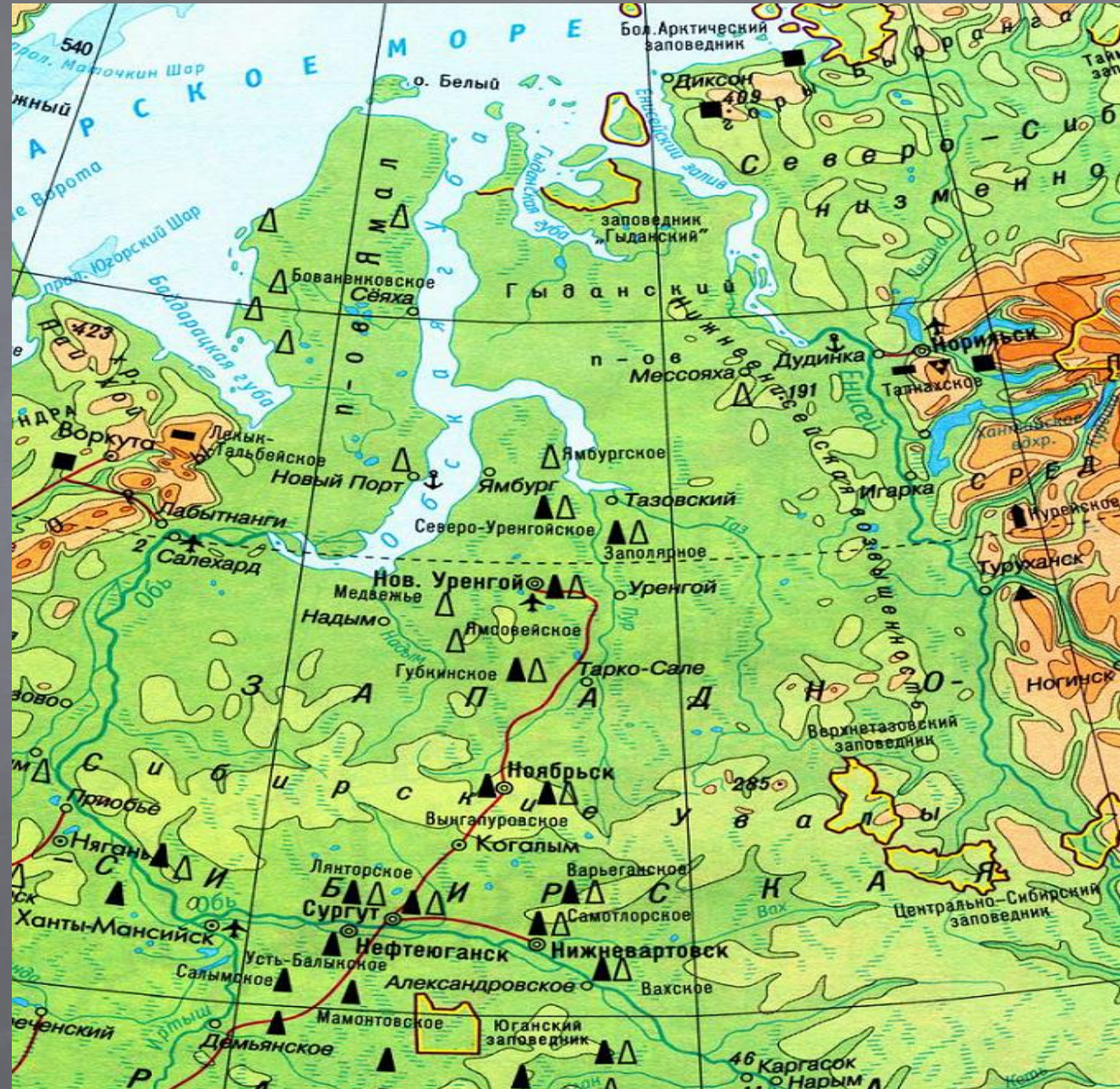
1. Дудинка
2. Норильск + (аэропорт)
3. Новый Порт
4. Ямбург
5. Игарка
6. Воркута
7. Салехард
8. Уренгой
9. Новый Уренгой + (аэропорт)
10. Надым
11. Ноябрьск

Линейные объекты

1. Ж-д Воркута – Лабытнанги
2. Ж-д Сургут – Новый Уренгой
3. Ж-д Сургут – Нижневартовск

Площадные объекты

1. Заповедник «Гыданский»
2. Верхнетазовский заповедник
3. Центрально-Сибирский заповедник



Грануляция предметных областей.

Задача сведения.

Огрубление активного слоя

Решение вычислительной задачи дает среднемесячный профиль температуры на глубинах до 10 м. В профиле содержатся 23 значения.

h (cm)	Список глубин на которых вычисляется температура (cm)
0 =<h<25	0, 1, 2, 4, 8, 15
25=<h<55	25, 35, 45
55=<h<155	55, 65, 75, 85, 95, 105, 115, 125, 135, 145
155=<h<200	155
200=<h<300	200, 300

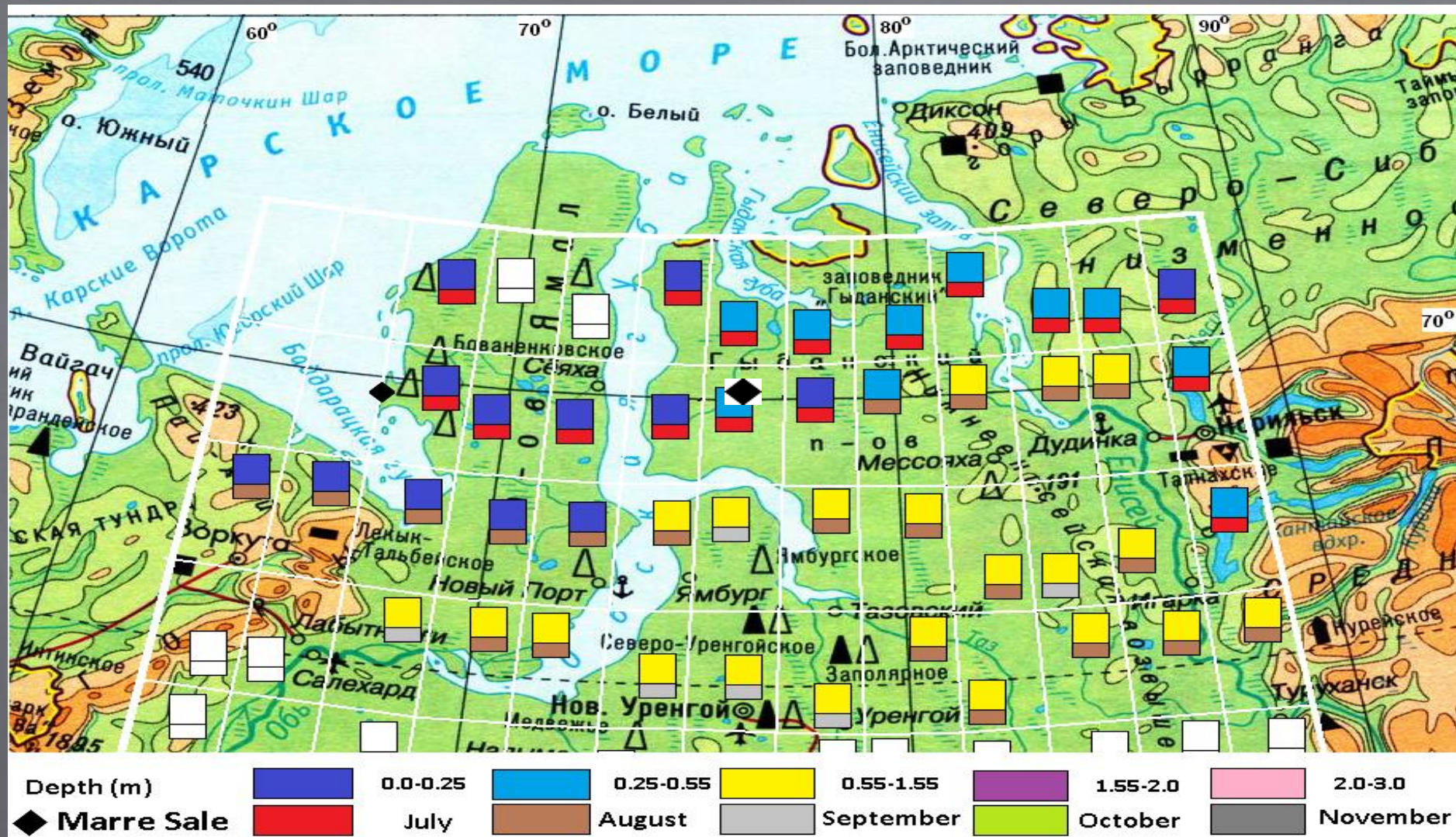
Модель хозяйственных субъектов

Точечные субъекты
Города и поселения: 1. Дудинка, 2. Норильск + (аэропорт), 3. Новый Порт, 4. Ямбург, 5. Игарка, 6. Воркута, 7. Салехард, 8. Уренгой, 9. Новый Уренгой + (аэропорт), 10. Надым, 11. Ноябрьск

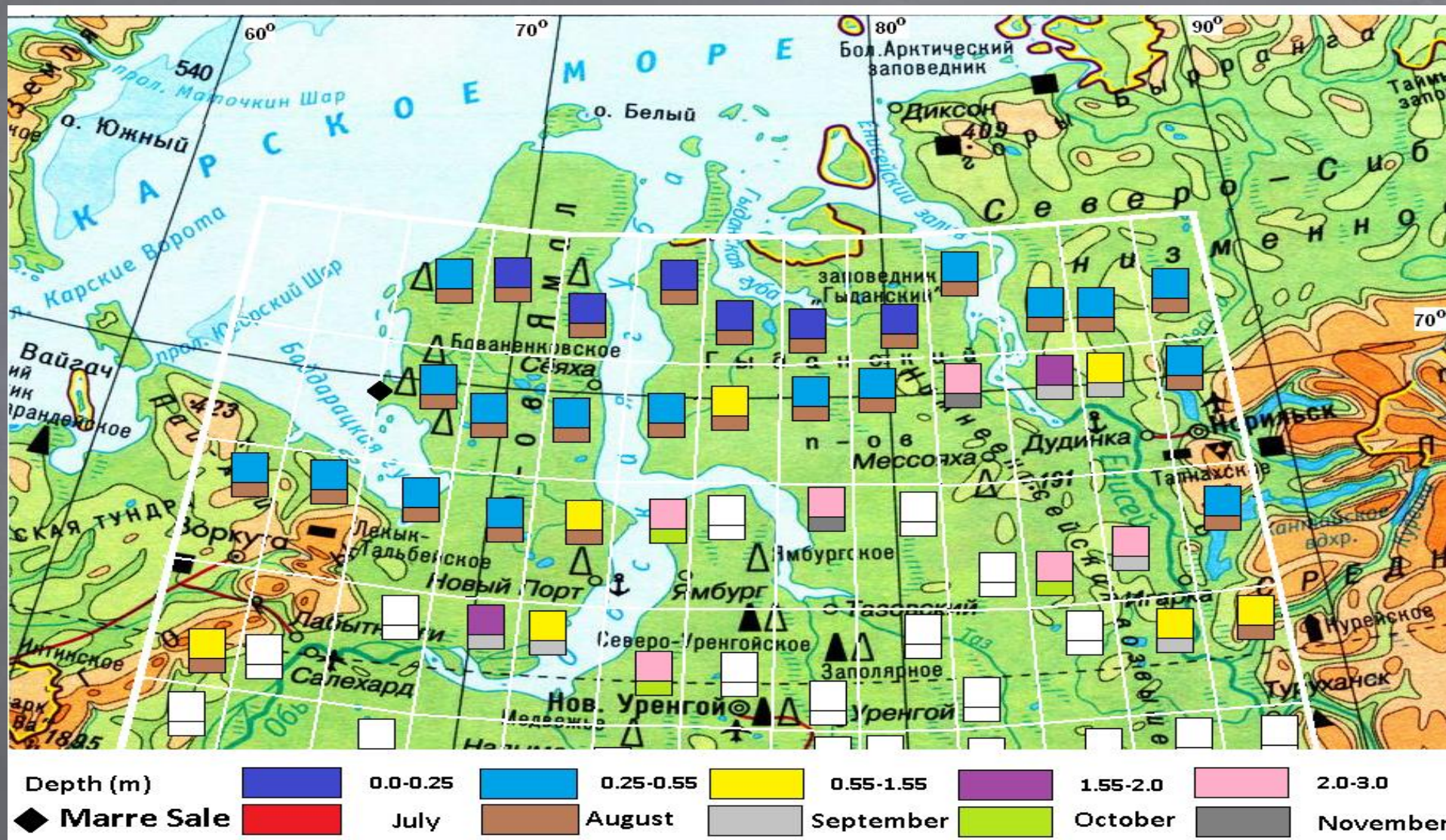
Линейные субъекты
Железные дороги: 1. Ж-д Воркута – Лабитнанги (3), 2. Ж-д Сургут – Новый Уренгой (7), 3. Ж-д Сургут – Нижневартовск (2)

Площадные субъекты
Заповедники, «Гидский» (4), Верхнетазовский (3), Центрально-Сибирский (3)

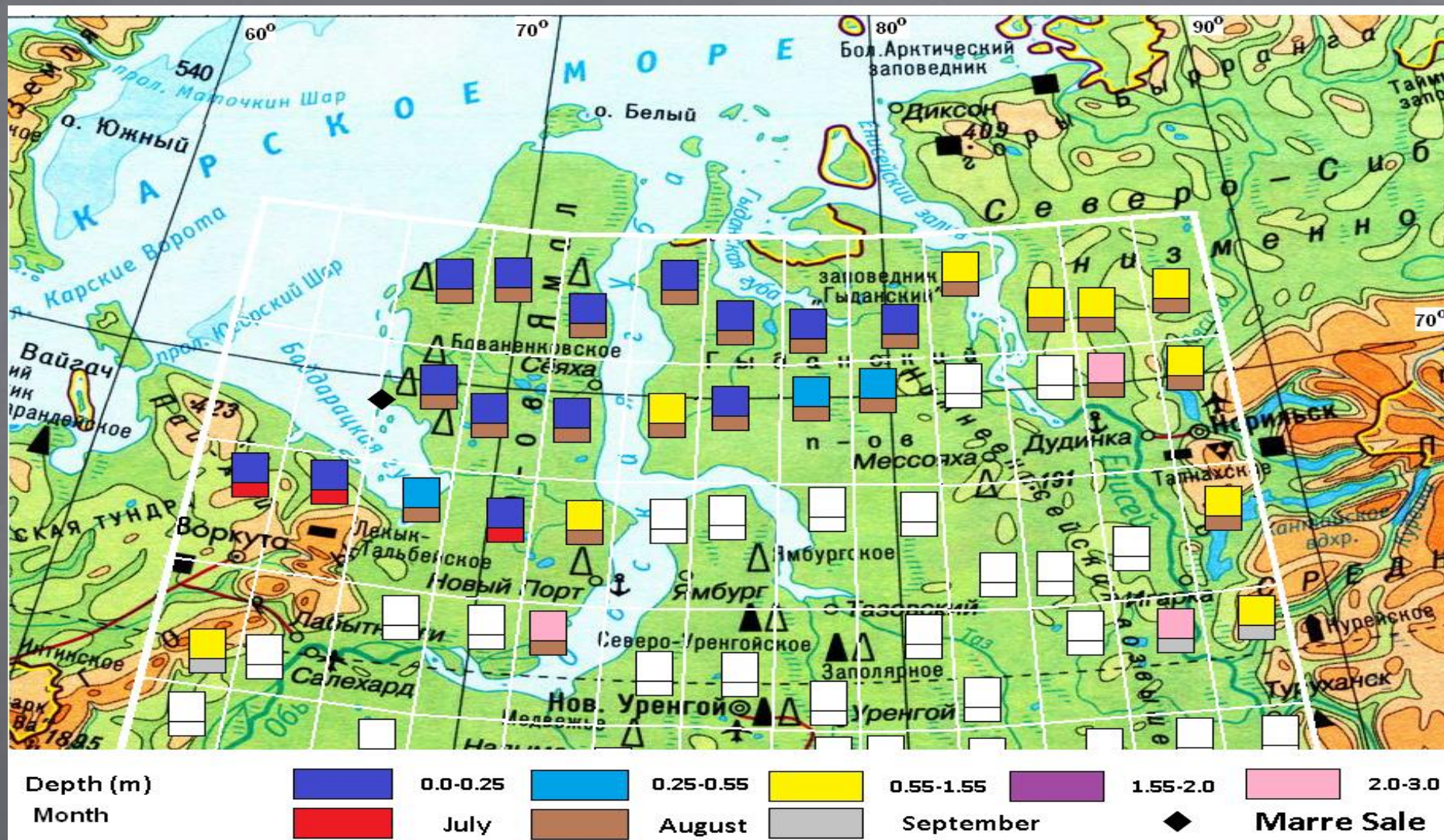
МАКСИМАЛЬНЫЕ ГЛУБИНЫ АКТИВНОГО СЛОЯ. 1991 г.



МАКСИМАЛЬНЫЕ ГЛУБИНЫ АКТИВНОГО СЛОЯ. 2006 Г.



МАКСИМАЛЬНЫЕ ГЛУБИНЫ АКТИВНОГО СЛОЯ. 2035 Г.



Behind the scenes

(GIS functionality)

Provided by: GeoServer and OpenLayers software

- Map scaling, layers manipulations
- Region of interest selection, zoom, pan-and-scan
- Processing results, maps and satellite products can be used as a background or independent layers
- WMS/WFS requests support, WPS is under development

Behind the scenes

(datasets storage model)

Datasets are stored on dedicated storage systems as collections of netCDF files. Data files are distributed in a hierarchy of specially named directories:

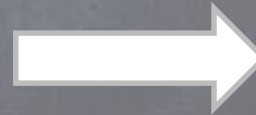
/<data root directory>/

<data collection name>/

<spatial domain resolution>/

<time domain resolution>/

<files and directories with data>



```

/mnt
└─ megaraid2
   └─ data
      ├─ APHRODITE
      ├─ DS093
      ├─ DS131
      ├─ ERA40
      ├─ ERAInt
      ├─ GHCND
      ├─ GPCC
      ├─ JRA25
      │   └─ 1.25x1.25
      │       └─ 6h
      │           └─ anl_p
      │               ├─ 197901
      │               ├─ 197902
      │               └─ 197903
  
```


Behind the scenes

(metadata database)

- Describes datasets and processing routines:
 - lists of variables in data files of available geospatial datasets
 - spatial and temporal characteristics (horizontal, vertical and temporal grids)
 - data file locations on local and remote storage systems
 - lists of data analysis software routines
 - run options of software components
- Contains text data for GUI elements:
 - element captions
 - list items, such as: meteoparameters, vertical levels, spatial resolutions, etc. in human-readable form
- Defines inter-relations between dataset descriptions, GUI elements data and run options of software components
- Provides information for fast location of data files on storage systems by the computing backend

Behind the scenes

(modular computational backend)

- Language: GNU Data Language (GDL), Python
- Structure: object-oriented, modular, extensible
- Data formats: netCDF, HDF5, ESRI Shapefile
- Graphical output: Encapsulated PostScript, GeoTIFF
- Raw data output: netCDF, float GeoTIFF, ESRI Shapefile
- Provides: API for data access and visualization, pipelined modules execution

Thank you for your attention!

Corresponding author: gordov@scert.ru

