

# Организация подсистем работы с наблюдениями объектов в сервисах, работающих по технологии GEOSMIS

*Константинова А.М. (1), Балашов И.В. (1), Кашницкий А.В. (1),  
Лупян Е.А. (1), Прошин А.А. (1), Сенько К.С. (1), Сычугов И.Г. (1)*

*(1) Институт космических исследований РАН, Москва, Россия*

# Актуальность

В современном мире спутниковые данные активно используются для исследования различных природных и антропогенных явлений и процессов, рассчитываются различные численные показатели, получаемые на основе постобработки спутниковых данных, для оценки состояния объектов

## **Преимущества спутниковых данных:**

- позволяют получать однородную информацию по всей зоне интереса
- независимы от наличия физического доступа к территории
- независимы от субъективных и человеческих факторов

# Цель

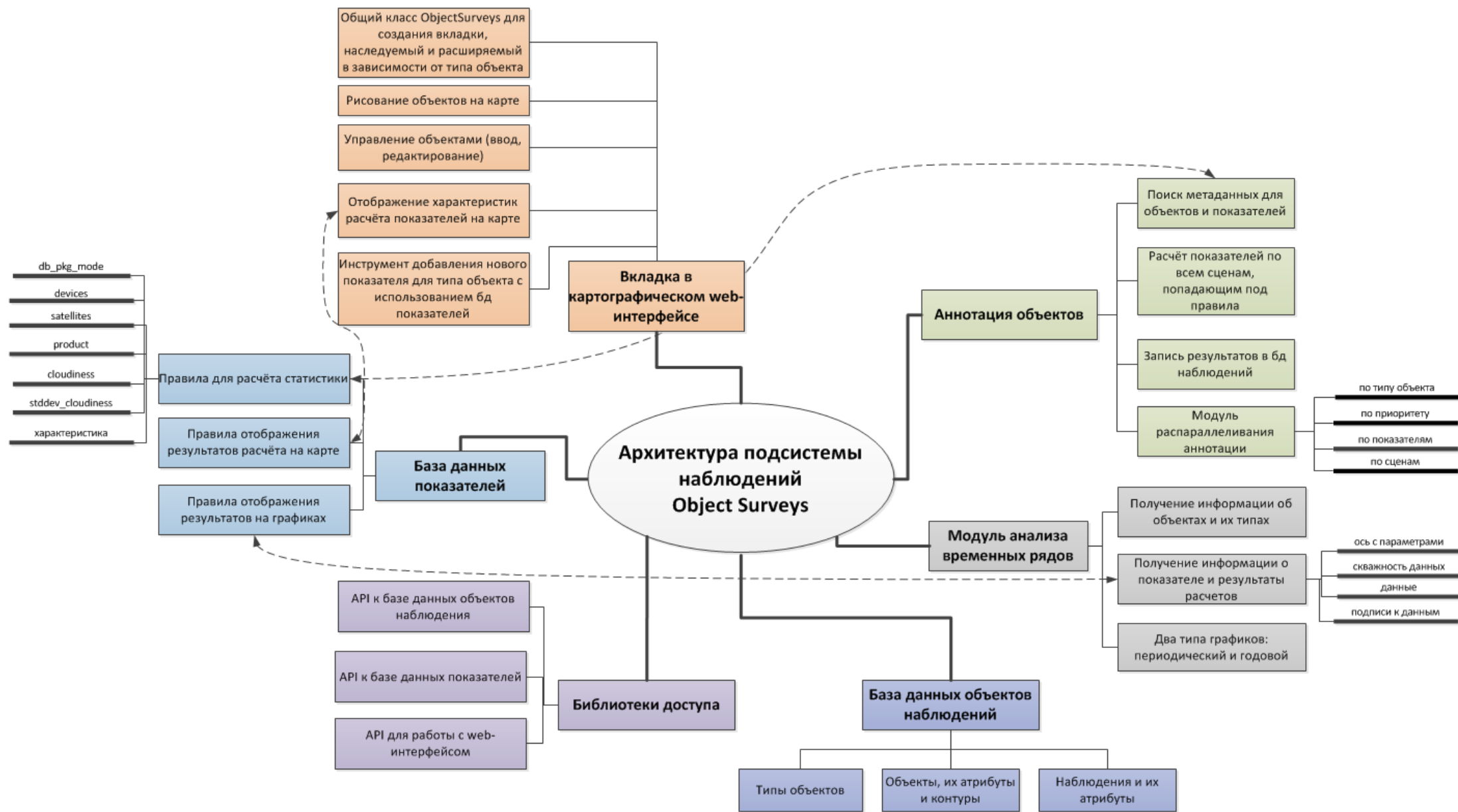
Создание специального программного обеспечения – унифицированной автоматизированной подсистемы наблюдений за природными и природно-антропогенными объектами **Object Surveys**

Подсистема должна функционировать в составе информационных сервисов, разработанных по технологии GEOSMIS в Институте космических исследований РАН

# Архитектура подсистемы

Для реализации подобной подсистемы была спроектирована архитектура подсистемы, включающая следующие блоки:

- базу данных объектов наблюдений, включая данные о типе объекта (например «источник загрязнения»), атрибуты объекта, его контур, наблюдения по спутниковым данным, атрибуты наблюдений
- библиотеку доступа к базе данных объектов наблюдения
- базу данных показателей для аннотации по спутниковым данным
- библиотеку доступа к базе данных показателей
- web-интерфейс, позволяющий работать с показателями, заводить новые, редактировать, удалять
- систему постобработки (аннотации) по спутниковым данным из распределённых архивов, включая блок формирования очередей обработки
- инструментарий, позволяющий работать с объектами, управлять аннотацией по спутниковым данным и визуализировать значения показателей на карте в специализированном картографическом web-интерфейсе
- модуль анализа временных рядов значений показателей



# База данных объектов наблюдений

- Гибкая структура бд **objects\_surveys** позволяет:
- заводить и хранить информацию об объектах разных типов ("лесная гарь", "космический гидропост" и т.п.),
- добавлять для каждого объекта неограниченное количество атрибутов (период наблюдения, район наблюдения и т.п.),
- хранить информацию о контуре объекта (наблюдение определённого типа)
- вести список наблюдений объектов по спутниковым данным с неограниченным количеством атрибутов (статистические характеристики значений в каналах, атрибуты качества наблюдения и т.п.)
- привязывать к наблюдению объект, по которому происходила аннотация (сцена спутниковых данных, лесной пожар, карта преобладающих пород и т.п.)

# Библиотека доступа к БД объектов наблюдения

- ❑ Служебный API, используемый в аннотации, в модуле рисования объектов и т.д.
- ❑ WEB-сервисы для отображения информации в картографических интерфейсах

WEB-сервисы для получения информации об объектах и их наблюдениях возвращают её в виде, который можно использовать для отображения и фильтрации на вкладках в картографическом web-интерфейсе стандартном образом в виде объекта метаданных как и на других вкладках

Наблюдение объектов

Проект: Качканарский ГОК, Свердловская о **Перейти**

Контурсы объектов

Типы объектов

Список объектов **Объектов: 8**

<input checked="" type="radio"/> Участок 25 (Береза)2006	1984-01-01-длящийся	
<input type="radio"/> Участок 1 (Береза)	2020-01-01-длящийся	
<input type="radio"/> Участок 3 (Ель)	1984-01-01-длящийся	
<input type="radio"/> Участок 2 (Береза)	1984-01-01-длящийся	
<input type="radio"/> Участок 27 (Береза)2006	1984-01-01-длящийся	
<input type="radio"/> Участок 28(Береза)2006	1984-01-01-длящийся	
<input type="radio"/> Участок 5 (Ель)	1984-01-01-длящийся	
<input type="radio"/> Участок 1(Сосна) 2006	1984-01-01-длящийся	

Обновить список  
Снять выделение  
Редактировать  
Удалить объект  
Пред.порция  
След.порция  
Перейти

Список объектов

Дата с 1984-01-01 по 2020-11-16

Фильтр: Приборы (спутники)

Список наблюдений **Наблюдений: 150**

<input checked="" type="radio"/> №721078	2003-02-09 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721079	2003-02-02 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721080	2003-01-26 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721081	2003-01-19 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721082	2003-01-12 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721083	2003-01-05 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721084	2002-12-29 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721085	2002-12-22 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721086	2002-12-15 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721087	2002-12-08 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721088	2002-12-01 00:00:00 MODIS
<input type="radio"/> №721089	2002-11-24 00:00:00 MODIS

Пометить по показателю Пометить наблюдения  
Пред.порция Обновить список  
След.порция Снять выделение

NDVI 7-дневный

Не отображать  
 Показатель для выбранного объекта  
 Покрытие показателем по сцене

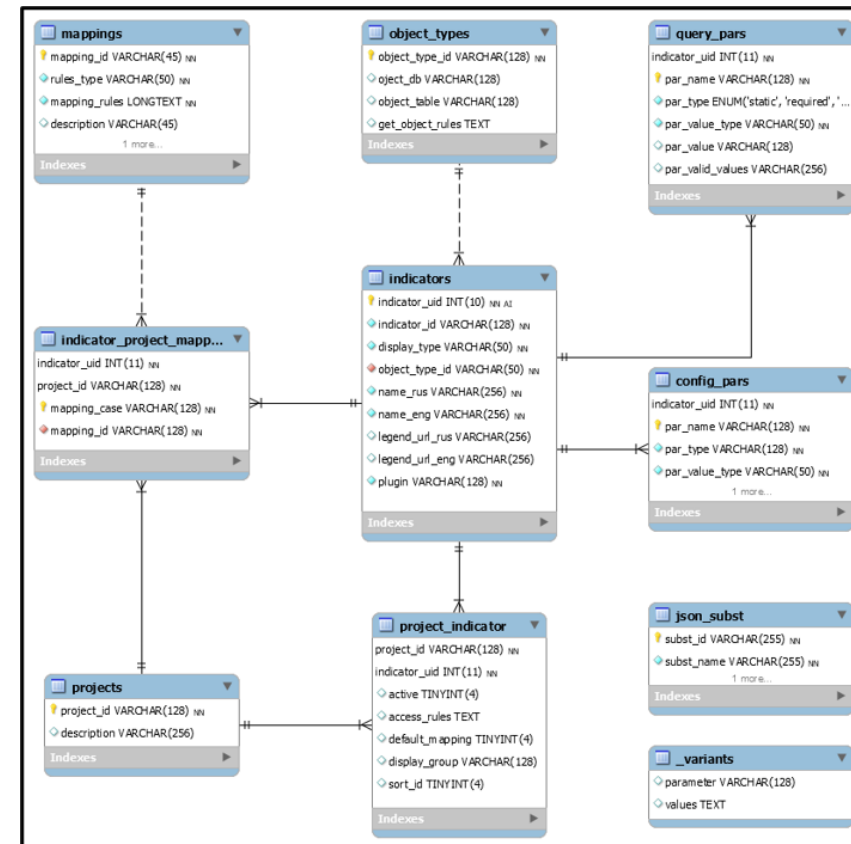
Список наблюдений

# Специализированная БД показателей

Под мониторингом (аннотацией) понимается расчет статистики для различных показателей внутри объектов по имеющимся в архивах сценам спутниковых данных. В качестве показателей используются многоканальные спектральные индексы, для них считаются указанные характеристики: среднее значение, среднеквадратическое отклонение, площадь целевых пикселей и т.п. Информация о том, какие в зависимости от типа объекта брать показатели и что для них считать, хранится в специализированной базе данных показателей.

Разработанная структура БД `object_indicators` позволяет не только вести общую информацию о всех доступных пользователям показателях, но и определять для каждого из них произвольный набор необходимых параметров.

Благодаря заложенной в структуру гибкости один и тот же показатель при необходимости может по-разному отображаться даже в рамках одного тематического интерфейса для разных пользователей и режимов работы.





# Типы показателя

У показателя может быть 3 типа отображения:

- **statistic** - правила, по которым происходит расчёт показателя в аннотации
- **chart** - правила отображения результатов расчёта показателя на графиках
- **map** - правила отображения результатов расчёта показателя на карте

**Statistic** включает в себя:

- Источник данных для расчёта:
  - Информация о спутниковой системе (прибор, спутник)
  - Отсылка к вычисляемому спектральному индексу (продукт, описанный в каталоге unisat)
  - Тип показателя: реальный (с предварительным расчётом) или виртуальный (вычисляемый "на лету" из канальных данных)
- Процент облачности для поиска сцен в архиве
- Маску облачности для фильтрации сцен
- Характеристики для расчёта: среднее значение, СКО, площадь целевых пикселей и т.п.)
- Диапазон значений для фильтрации некачественных наблюдений

**Chart** включает в себя:

- Описание осей
- Сквозность данных
- Модуль для запроса данных
- Подписи к данным

Подход с вычисляемыми "на лету" показателями позволяет формировать ряды данных для неограниченного количества спектральных индексов в рамках выбранной спутниковой системы, не затрагивая при этом вычислительные ресурсы и с легкостью добавлять новые индексы для анализа

# Служебный web-интерфейс БД показателей

## Пример показателя типа statistic

Каталог показателей по объектам: [Показатели](#) [Отображение в проектах](#) [Правила визуализации](#) [JSON подстановки](#) [Проекты](#) [Форма запроса метаданных](#)

Авторизованный пользователь: Анна Константинова База данных: [hrsatdb] object\_indicators

Тип отображения:  Тип объектов:

Выбор варианта показателя:

Общая информация (indicators)											
Идентификатор indicator_uid	Показатель indicator_id	Тип отображения display_type	Тип объектов object_type_id	Русское название name_rus	Английское название name_eng	Русская легенда legend_url_rus	Английская легенда legend_url_eng	Плагин plugin	Изменить	Удалить	Сохранить как новый
268	awe11_msi	statistic	polluted_water	AWE11 MSI	AWE11 MSI	-	-	survey			

Параметры запроса показателя (query\_pars)  
Параметры не определены  
Добавить параметр типа:

Параметры конфигурации показателя (config_pars)					
Название параметров par_name	Тип параметра par_type	Тип значений par_value_type	Значение параметра par_value	Изменить	Удалить
source	data	vproduct_case_json	<pre>{ "db_pkg_mode": "Unisat_hrsat", "device": "MSI", "satellites": [ "SENTINEL-2A", "SENTINEL-2B" ], "vproduct": "v_awe11", "case": "1", "rules": { "formula": "4*(ch1-ch3)-(0.25*ch2+2.75*ch4)", "channels": { "ch4": { "channel_number": "11", "product": "channel12" }, "ch2": { "channel_number": "1", "product": "channel8" }, "ch1": { "channel_number": "1", "product": "channel3" }, "ch3": { "channel_number": "1", "product": "channel11" } } } }</pre>		
features	data	json	["average", "std"]		
max_cloudiness	data	string	80		
value	data	json	{"min": "-0.05"}		

Описание источника данных для расчёта

vproduct\_case\_json

Выбор варианта виртуального продукта

db\_pkg\_mode  unisat\_hrsat

device  OLI\_TIRS

satellites  LANDSAT 8

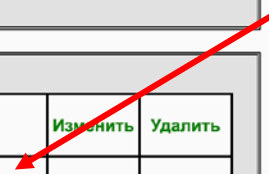
vproduct  v\_awe11

case  1

```
{ "formula": "4*(ch1-ch3)-(0.25*ch2+2.75*ch4)", "channels": { "ch4": { "channel_number": "7", "product": "source" }, "ch2": { "channel_number": "5", "product": "source" }, "ch1": { "channel_number": "3", "product": "source" } } }
```

rules

Выбор сделан



# Библиотека доступа к БД показателей

- ❑ Служебный API, используемый в аннотации, в модуле рисования объектов и т.д.
- ❑ WEB-сервисы для использования в картографических web-интерфейсах и интерфейсе анализа данных

WEB-сервисы возвращают необходимые для работы картографических интерфейсов настройки в формате JSON, включая правила получения данных по показателями и правила их визуализации в интерфейсе.

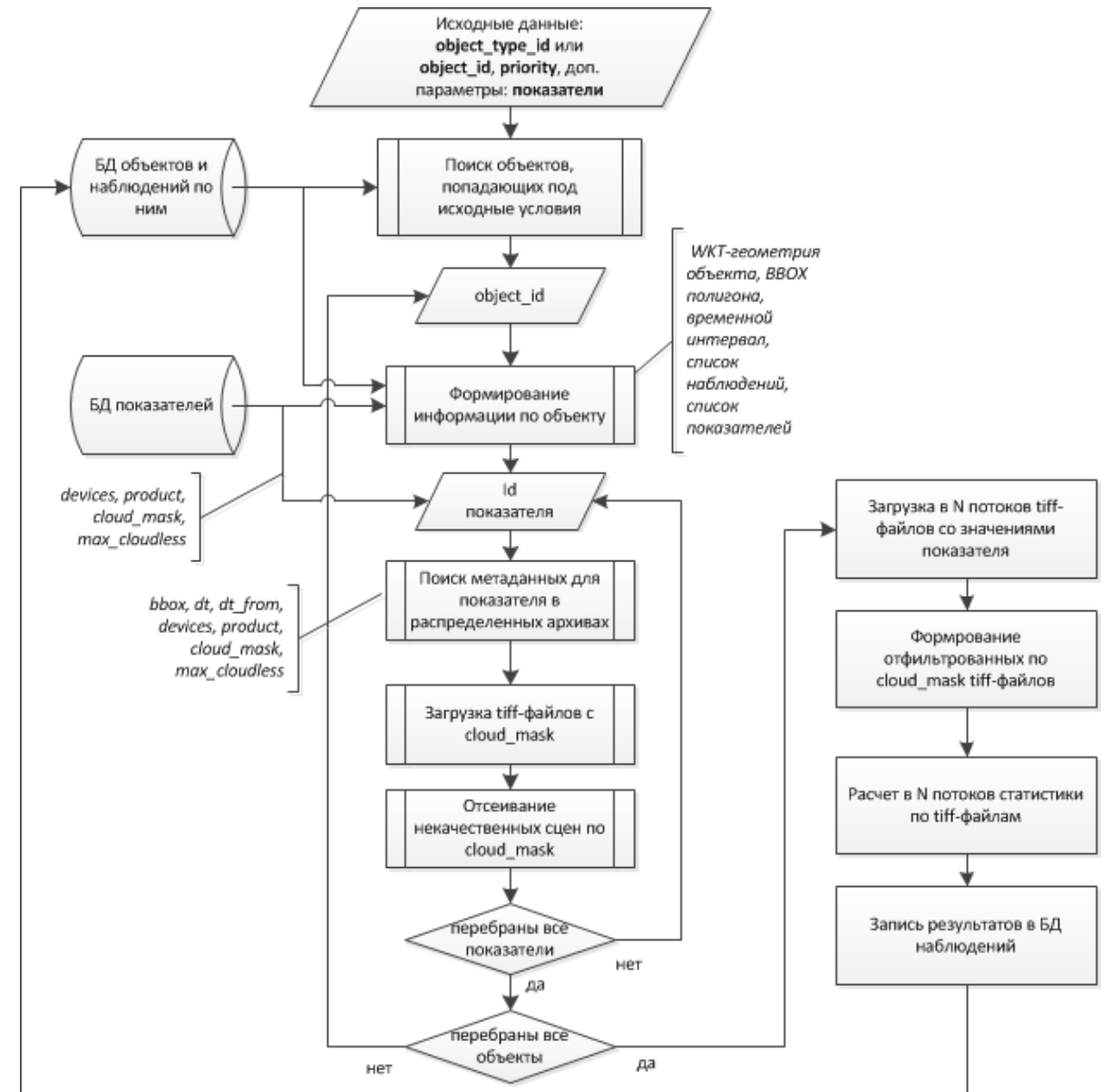
```
[
  {
    "id": "temp",
    "uid": "24",
    "common": {
      "name_eng": "Temperature",
      "name_rus": "Температура",
      "legend_url_eng": null,
      "legend_url_rus": null,
      "plugin": "meteo_direct",
      "display_group": "objects_climat",
      "sort_id": "1"
    },
    "params": {
      "static": {},
      "required": [
        "year"
      ],
      "optional": [],
      "par_value_type": {
        "year": "string"
      },
      "par_valid_values": {}
    },
    "config": {
      "data": {
        "temporal_resolution": "0.25",
        "axis": {
          "title_en": "Temperature, °C",
          "title_ru": "Температура, °C",
          "id": "temp"
        }
      }
    },
    "mapping": {
      "mapping_id": "test-chart",
      "rules_type": "custom",
      "mapping_case": "default",
      "default_mapping": "1"
    }
  },
  {
    "id": "temp_trans",
    "uid": "102",
    "common": {
      "name_eng": "Transition of temperature through zero, °C",
      "name_rus": "Переход температуры через 0, °C",
      "legend_url_eng": null,
      "legend_url_rus": null,
      "plugin": "meteo_direct",
      "display_group": "objects_climat",
      "sort_id": "2"
    },
    "params": {
      "static": {},
      "required": [
        "year"
      ],
      "optional": [],
      "par_value_type": {
        "year": "string"
      },
      "par_valid_values": {}
    },
    "config": {
```

# Аннотация объектов

Аннотация объектов работает в двух режимах:

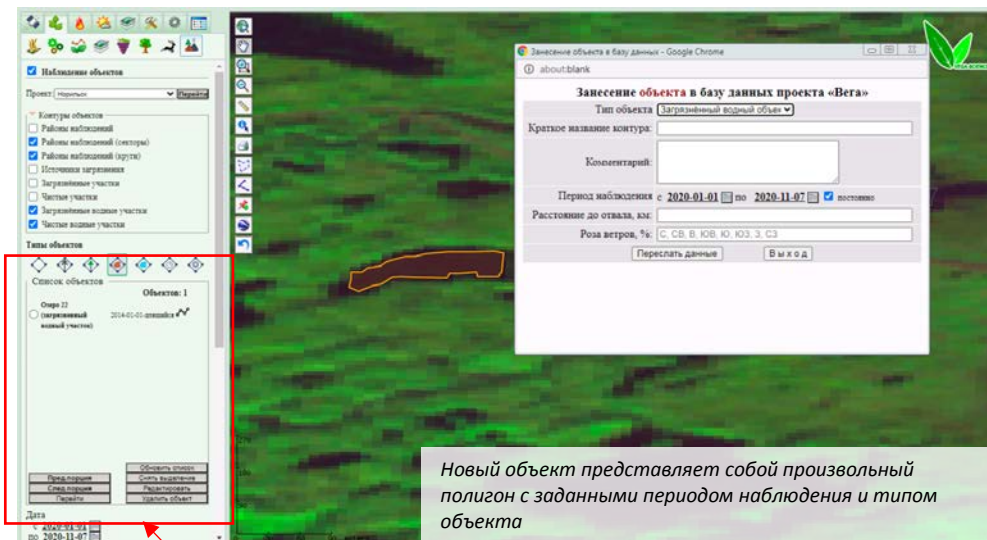
- **priority = high** - новый объект (процесс запускается ежеминутно)
- **priority = low** - рассчитывается статистика внутри уже существующих объектов по новым сценам, появившимся в архивах, либо рассчитываются новые показатели, заведенные в базе данных для выбранного типа объекта (процесс запускается ежедневно)

Сбор статистики в автоматическом режиме внутри контура одного нового объекта по сценам спутниковых данных, доступных в распределенных архивах, занимает порядка нескольких минут.



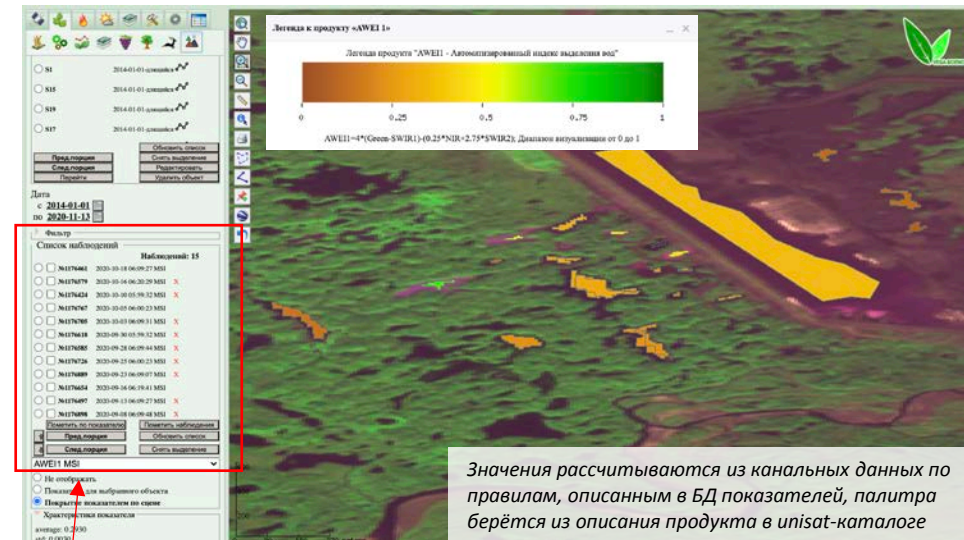
# Вкладка в картографическом web-интерфейсе

Объект вкладки наследуется от общего класса ObjectSurveys и расширяется в зависимости от необходимого функционала



Занесение нового объекта

Инструмент управления объектами (ввод, редактирование)



Визуализация значений показателей на карте. Индекс AWEI1 (Sentinel 2) для водных объектов

Существует проблема фильтрации облачности при аннотации некоторых типов объектов по данным оптического диапазона. В связи с этим был разработан дополнительный инструмент фильтрации некачественных наблюдений. Часть облачных сцен можно отбросить автоматически по значениям, выходящим за пределы диапазона значений показателя, часть сцен фильтруется вручную оператором в картографическом web-интерфейсе

# Модуль анализа данных

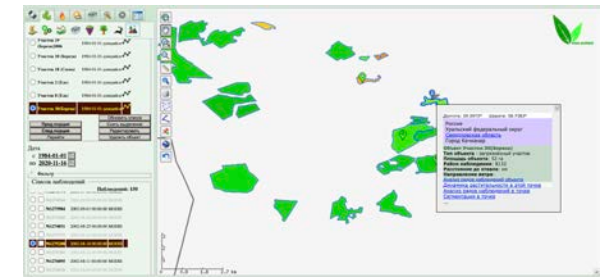
Данные анализируются в стандартном интерфейсе графиков, используемом в информационных сервисах, разрабатываемых в ИКИ РАН. Из принципиально нового в интерфейсе графиков было поддержано использование вычисляемых "на лету" показателей. В этом случае правила расчёта берутся из описания в бд показателей, а запрошенные каналные данные кешируются в браузере и не перезапрашиваются при вычислениях других показателей

Имеется возможность одновременного анализа рядов наблюдений нескольких объектов через инструмент "Точечные объекты"

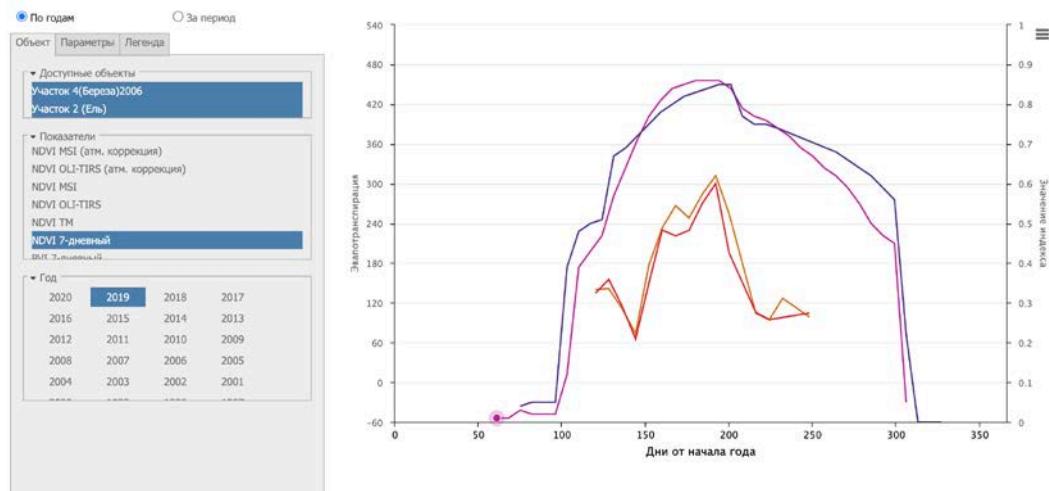
Все ряды данных могут быть экспортированы из графиков в файл формата CSV для дальнейшего анализа

Графики работают в двух режимах:

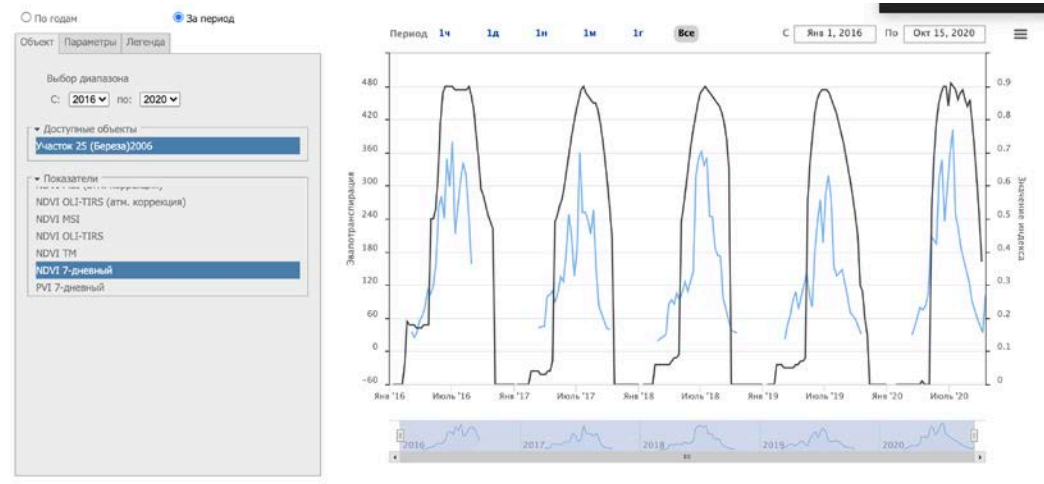
- межсезонный
- межгодовой



Переход в графики из картографического интерфейса



Анализ рядов нескольких объектов

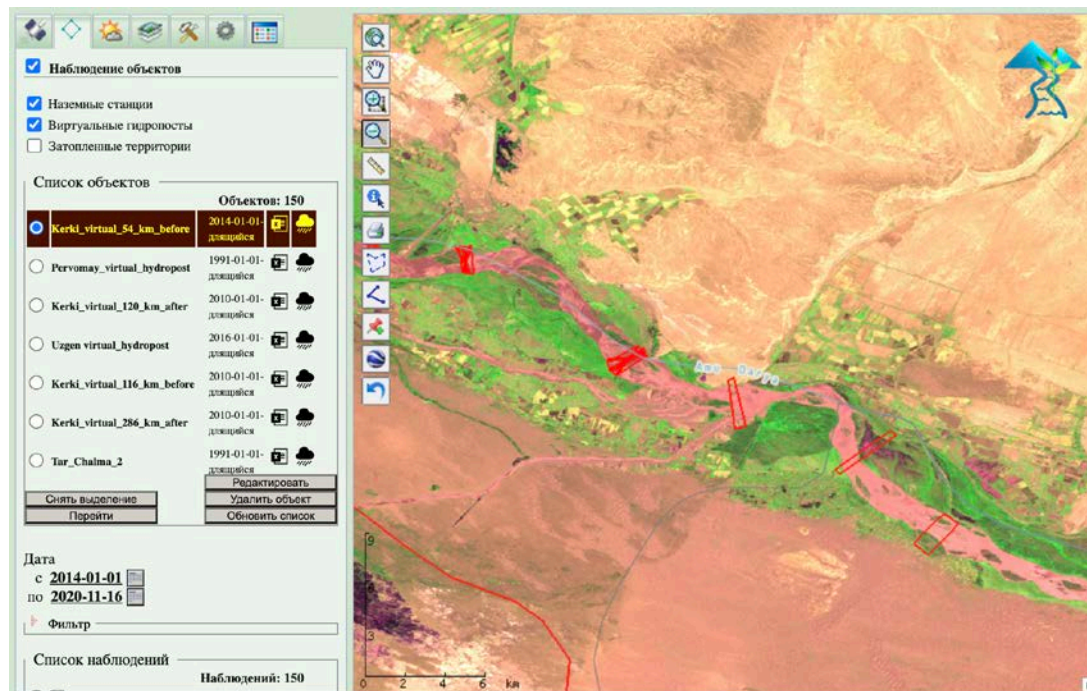


Межгодовой анализ рядов

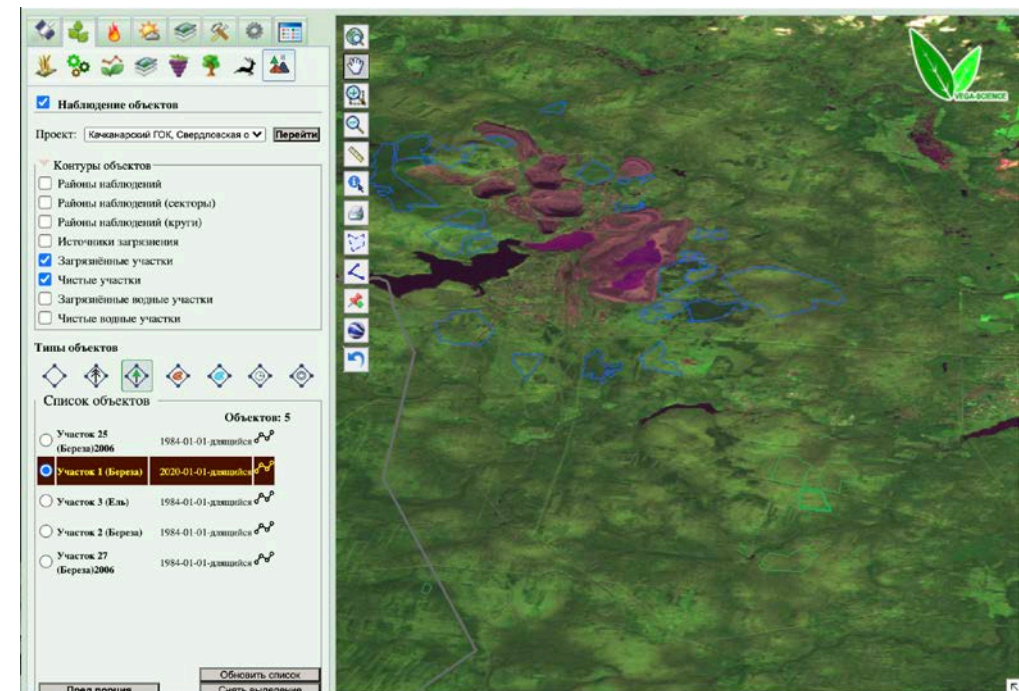
# Применение подсистемы Object Surveys

Сегодня подсистема наблюдения объектов уже успешно применяется в двух проектах:

- ✓ Для мониторинга рек бассейна Амударьи в рамках информационной системы **EcoSatMS** <http://suvo.geosmis.ru/> (семейство Созвездие-Вега)
- ✓ Для мониторинга зон техногенных отходов и отвалов в рамках информационной системы **Vega-Science** <http://sci-vega.ru/> (семейство Созвездие-Вега)



*Космические гидропосты в системе EcoSatMS*



*Участки с загрязнённой растительностью в системе Vega-Science*

# Результаты

- ✓ Преимуществами разработанного подхода для оценки состояния объектов контроля являются низкое потребление ресурсов, оперативность, масштабируемость
- ✓ Созданная подсистема позволяет организовывать постоянный дистанционный мониторинг различных природных и природно-антропогенных объектов, может быть расширена на различные предметные области и интегрирована в информационные системы дистанционного мониторинга, развиваемые в Институте космических исследований РАН
- ✓ Сегодня подсистема наблюдения объектов уже успешно применяется в двух проектах





# Спасибо за внимание!

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-29-24121

