


**Современные возможности и тенденции
развития технологий построения
информационных систем дистанционного
мониторинга**

Лупян Е.А.

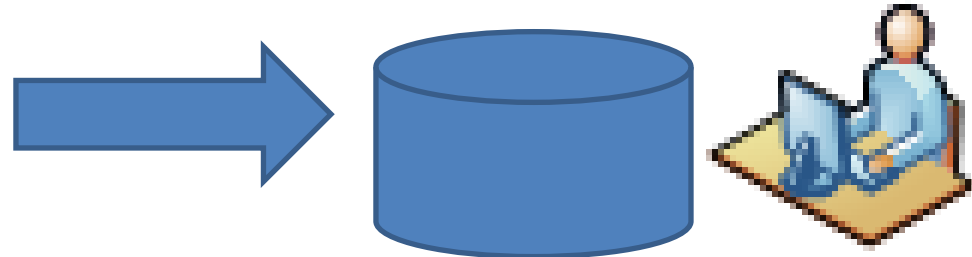
Институт космических исследований РАН



**Двенадцатая Всероссийская научная школа-конференция по фундаментальным
проблемам дистанционного зондирования Земли из космоса
Москва, ИКИ РАН, 14 ноября 2016 года**

“Традиционные” подходы к работе с данными ДЗЗ

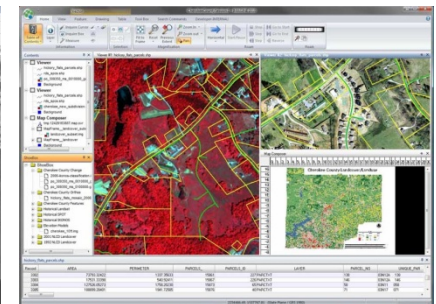
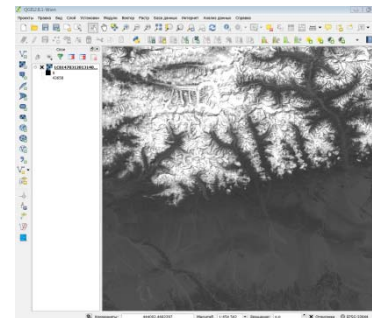
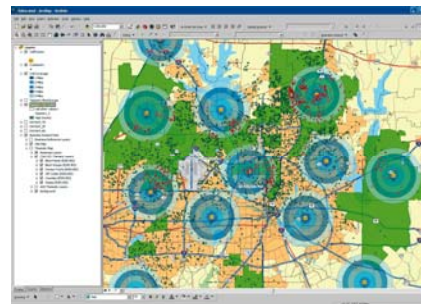
Заказ и загрузка данных ДЗЗ из различных источников



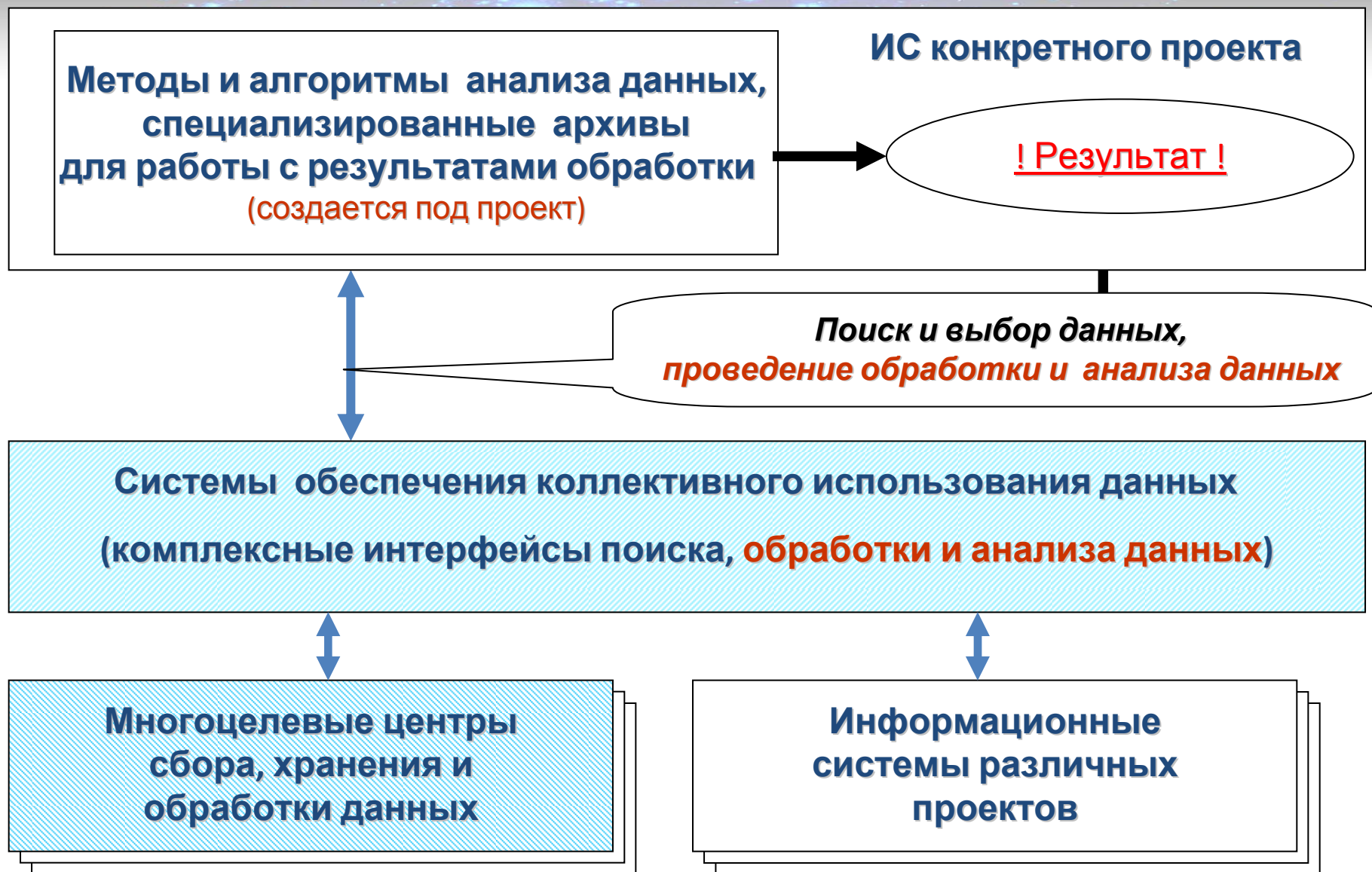
Создание и ведение локального архива данных на компьютере пользователя



Работа с данными в настольных ГИС: QGIS, ArcGIS, ENVI, ERDAS ...




Работа со спутниковыми данными в научных проектах. «Современная» схема



Базовые элементы, необходимые для создания современных информационных систем дистанционного мониторинга

- Технология ведения разнородных распределенных архивов спутниковых данных и результатов их обработки**
- Технология построения интерфейсов для распределенного доступа к данным, проведения их обработки и анализа**
- Технология построения процедур распределенной обработки данных**



***Технология ведения разнородных
распределенных архивов
спутниковых данных и результатов
их обработки
(UNISAT)***

Что сегодня должна обеспечивать технология ведения архивов данных

- Поддержку работы с различными типами данных (включая автоматическое усвоение)**
- Поддержку работы с распределенными архивами данных**
- Возможность доступа к данным в режиме online**
- Возможность быстрого выбора данных для анализа и обработки**
- Возможность работы с "виртуальными" информационными продуктами**
- Возможность «прозрачной» интеграции со сторонними архивами и информационными ресурсами**

Пример состава архивов данных современных информационных систем

Состав архивов Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг»

Архивы содержат данные следующих спутников:

**(объем данных, доступных пользователям
в режиме online, превышает на данный момент 1Пб)**

TERRA	SENTINEL-1	METEOR-M1
AQUA	SENTINEL-2	METEOR-M2
NOAA 19	LANDSAT 4	BKA
NOAA 18	LANDSAT 5	CANOPUS-V
NOAA 17	LANDSAT 7	RESURS DK-1
NOAA 16	LANDSAT 8	RESURS P-1
NOAA 15		RESURS P-2
NPP		MONITOR-E
PROBA-V	SPOT 2	
	SPOT 4	ENVISAT
HIMAWARY -8	WORLDVIEW	ERS
GOES-E	QUICKBIRD	SENTINEL-1
GOES-W	RAPIDEYE	
METEOSAT 7	ALOS	HICO
MTSAT 2	DEIMOS	EO-1
	ORBVIEW-3	

Структура универсальной БД unisat

На основе многолетнего опыта разработана универсальная структура БД unisat, предназначенная для работы с широким спектром спутниковых данных.

Основными преимуществами разработанной структуры являются:

- 1. Высокая скорость выполнения запросов на получение метаданных как при работе с информационными продуктами, реализованными в виде отдельных сцен, так и при работе с продуктами, состоящими из очень большого числа отдельных фрагментов.**
- 2. Гибкая система хранения прореженных версий информационных продуктов, позволяющая максимально оптимизировать скорость выбора необходимых спутниковых данных.**
- 3. Возможность хранения произвольных метаданных как для информационных продуктов в целом, так и для их отдельных фрагментов.**
- 4. Поддержка распределенных архивов спутниковых данных.**

Структура единой справочной БД unisat_catalog

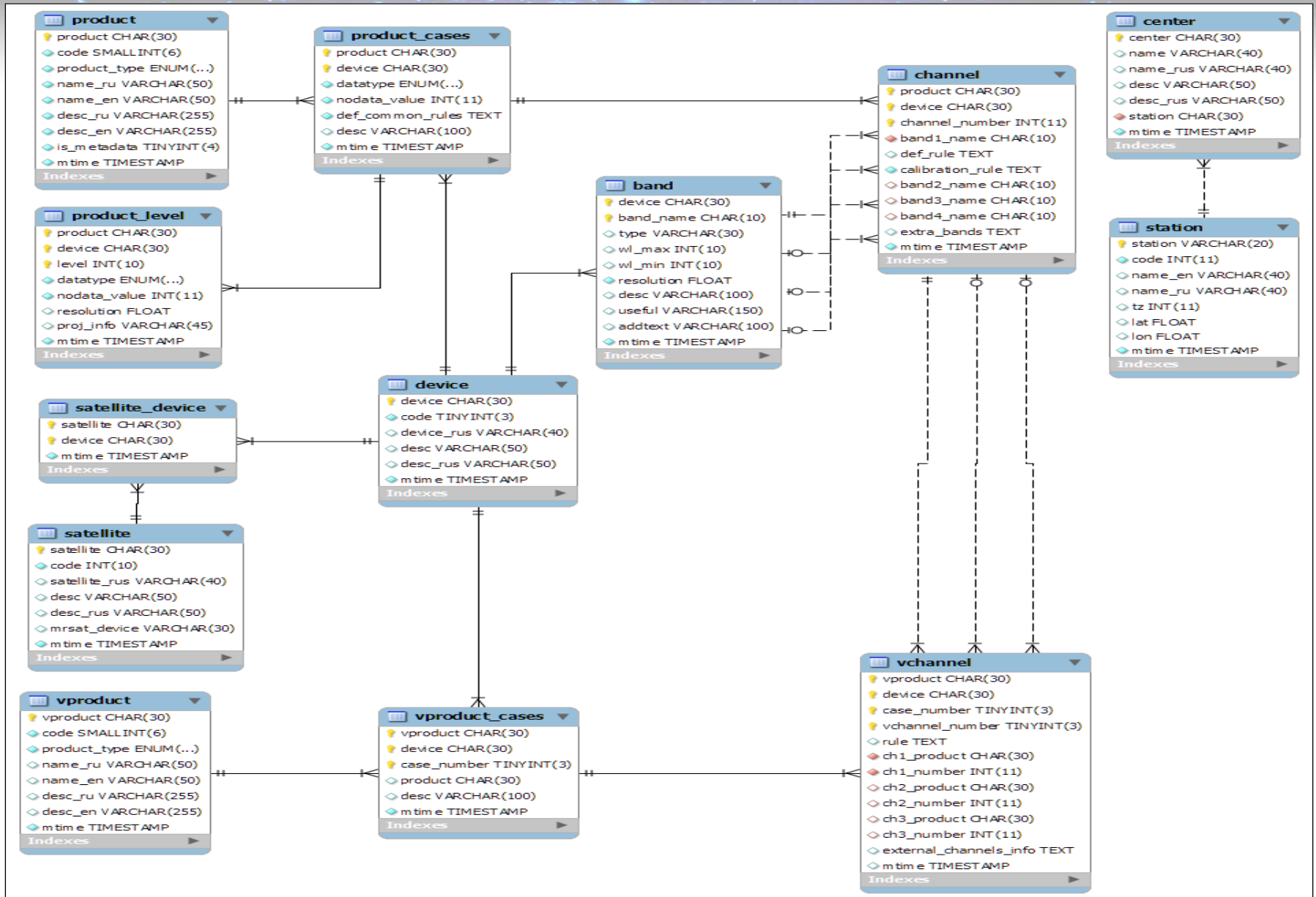
БД unisat_catalog предназначена для хранения справочной информации, необходимой для эффективной работы с различными спутниковыми данными. Она содержит три основных категории справочной информации о:

- спутниках, приборах, станциях приема и информационных центрах**
- информационных продуктах, физически находящихся в архивах**
- схемах формирования различных виртуальных продуктов**

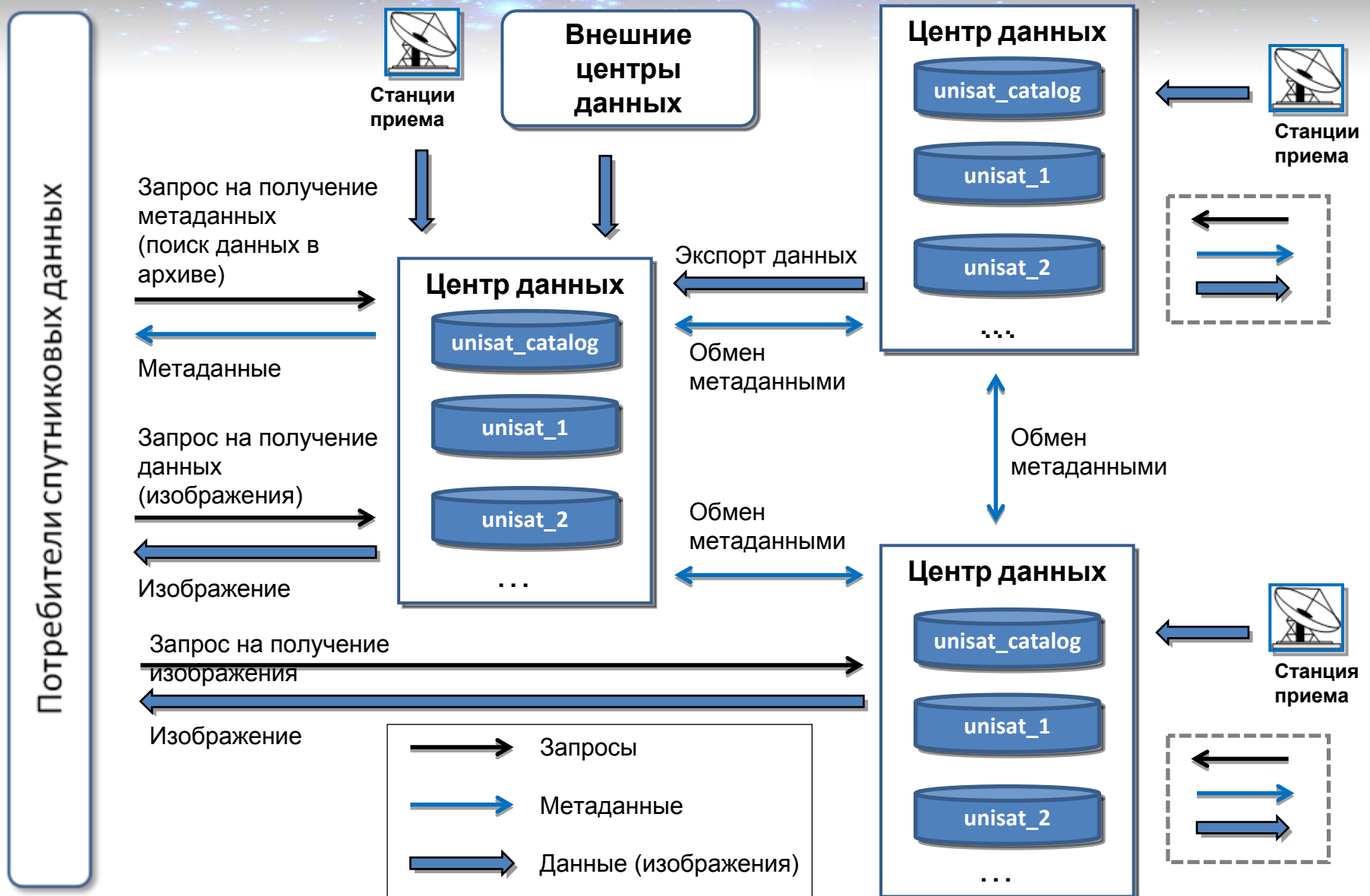
Основными преимуществами разработанной структуры являются:

- 1. Интеграция всей справочной информации в рамках единой БД, обеспечивающей работу всех архивов спутниковых данных, построенных по технологии UNISAT.**
- 2. Оптимизация структуры БД под задачу ее редактирования на базе специализированного WEB интерфейса, позволяющего существенно сократить время занесения в нее новой справочной информации.**

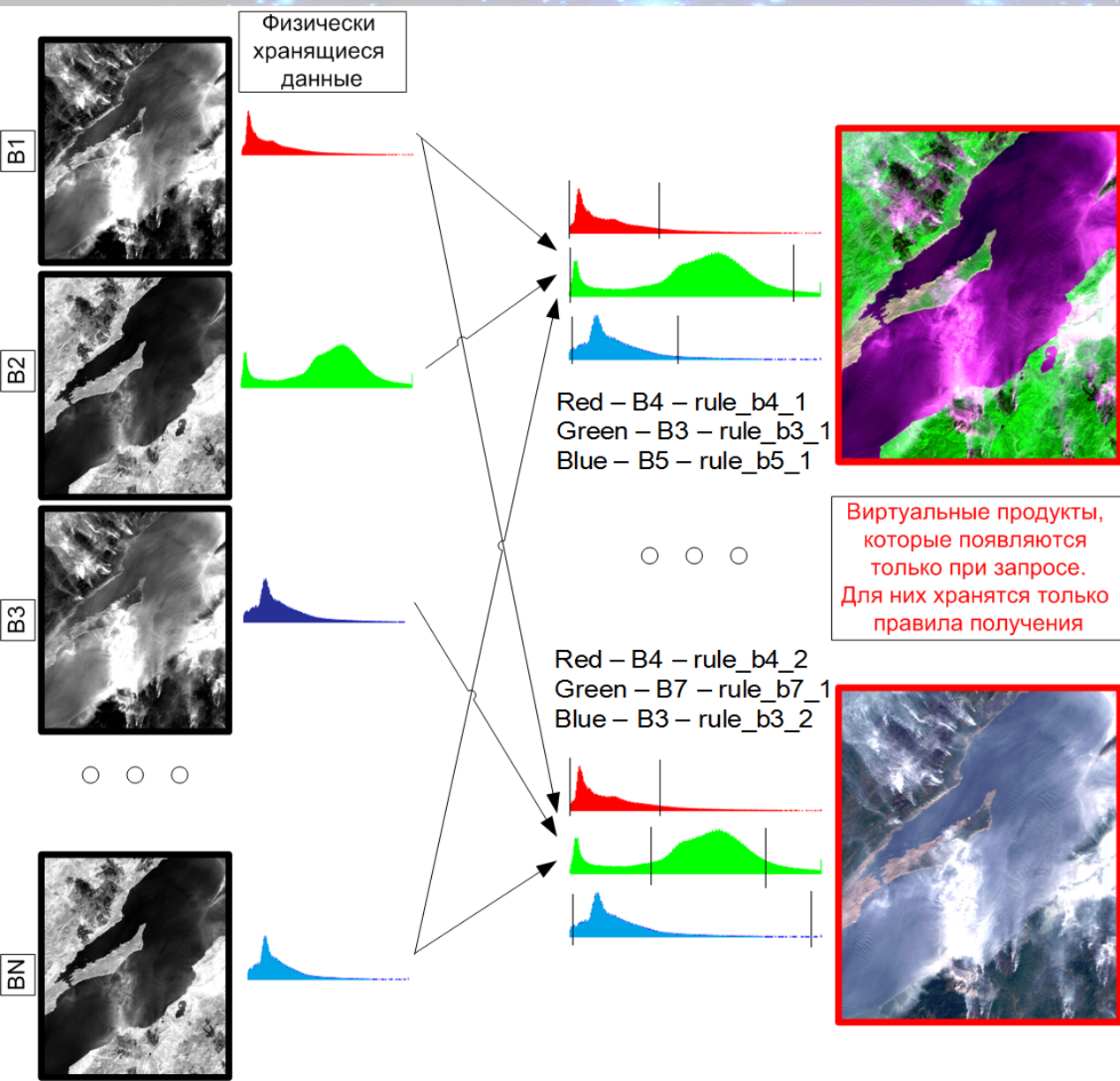
Структура единой справочной БД unisat_catalog



Принципиальная схема построения распределенных архивов спутниковых данных



Формирование виртуальных продуктов

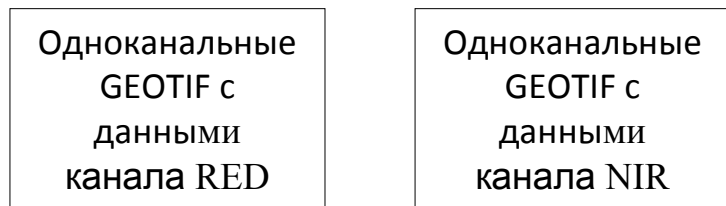


Данные хранятся в исходном виде(*), а тематические продукты получают “на лету” по унифицировано описанной в таблицах БД *unifat_catalog* комбинации исходных данных с различными правилами, калибровками, диапазонами, палитрами и нормировками.

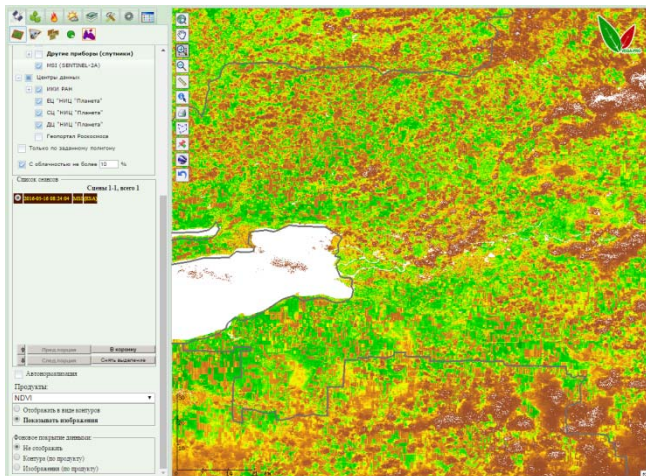
(*) под исходными понимаются данные уровня обработки не ниже L1B (калиброванные, скорректированные, привязанные)

Примеры схем формирования виртуальных продуктов

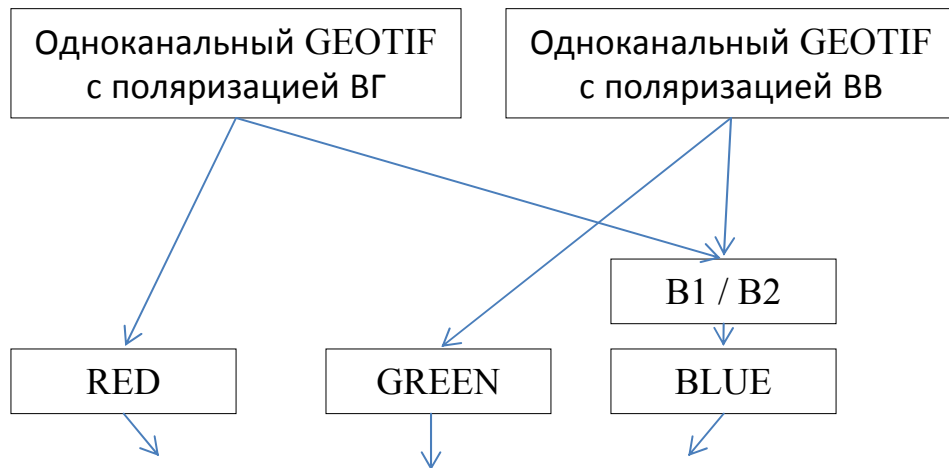
Продукт NDVI по Sentinel-2



Расчет для каждого фрагмента $(B2-B1)/(B1+B2)$
Применение палитры к результату, склейка фрагментов



Цветной продукт “Синтез (ВГ, ВВ, ВГ/ВВ)” по радарным данным разной поляризации



Для виртуальных продуктов, хранятся только правила их получения

Некоторые особенности реализации

Программное обеспечение системы ведения архивов функционирует на серверах под управлением операционной системы UNIX (FreeBSD), в качестве сервера СУБД используется MySQL или MariaDB, а в качестве WEB сервера - Apache.


Большая часть программного обеспечения реализована на языке программирования Perl.

Изображения в архиве хранятся в формате GeoTIFF (в основном).

Для работы с данными, их обработки по запросам пользователей, рисования, преобразования и вычислений используется открытое ПО: библиотека gdal, mapserver.

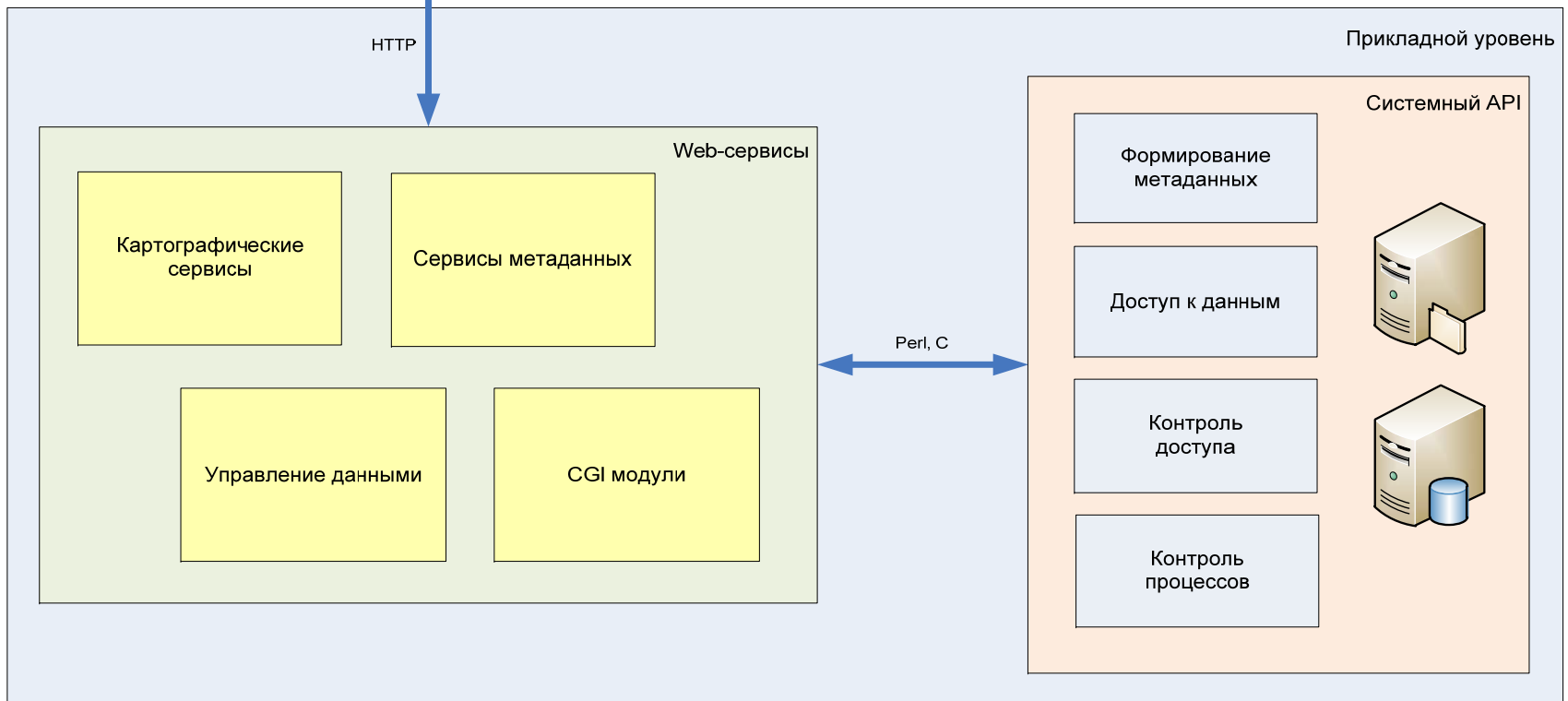
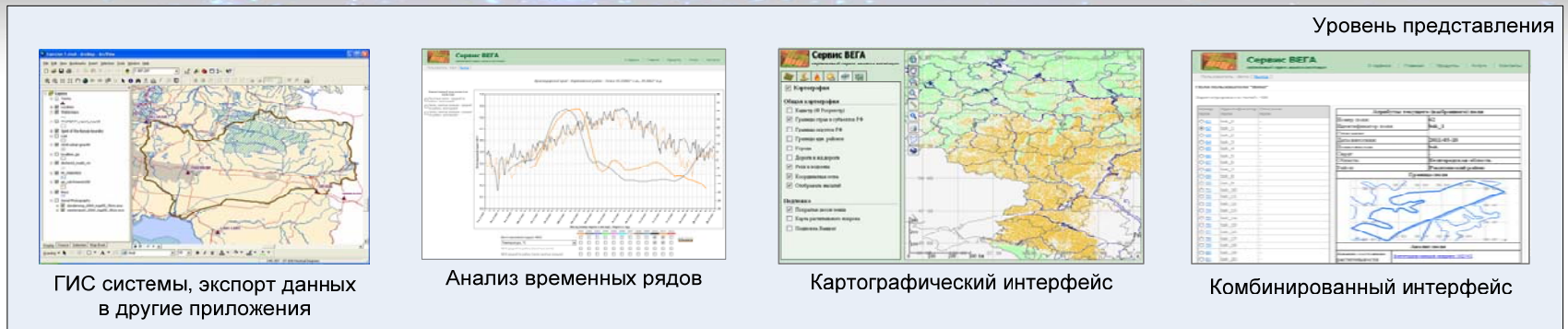
Сравнение особенностей предлагаемой системы ведения архивов спутниковых данных с традиционными

Системы новой архитектуры	Традиционные системы
Примеры систем	
UNISAT (ИКИ РАН), GOOGLE EARTH ENGINE	Earth Explorer (USGS), ГЕОПОРТАЛ РОСКОСМОСА
Хранение данных	
В основном исходные данные (подготовленные продукты не исключаются, но не являются основой архива)	В основном заранее заготовленные и обработанные конкретным образом продукты
Экономия средств хранения из-за отсутствия необходимости хранить продукты, перевод их на виртуальную схему	При широком диапазоне использования существенное возрастание объемов хранения из за множества продуктов
Создание новых продуктов	
Создание нового продукта заключается лишь в описании правил его получения	Существенные затраты на подготовку и предварительную обработку
Гибкая схема – продукт можно добавить или поменять в любой момент	Негибкая схема – для изменений необходима переобработка
Предоставление данных	
Более сложная схема просмотра данных (при каждом запросе возможно много дополнительных операций)	Более простой просмотр данных (заранее заготовлены, нет лишних операций при каждом запросе)
Особенности использования	
Весь анализ и обработку можно проводить удаленно только через браузер	В основном только для поиска в web и последующей загрузки для работы в настольных ГИС
Анализ и работа непосредственно в web-интерфейсе	Формирование локальных архивов. Наличие специального ПО
Возможность решения глобальных задач на большие территории	Большинство пользователей может решать задачи только с ограниченным набором данных
Быстрое и не требующее работы от пользователя внедрение новых данных, продуктов, способов анализа	Уникальная схема работы с каждым новым типом информации

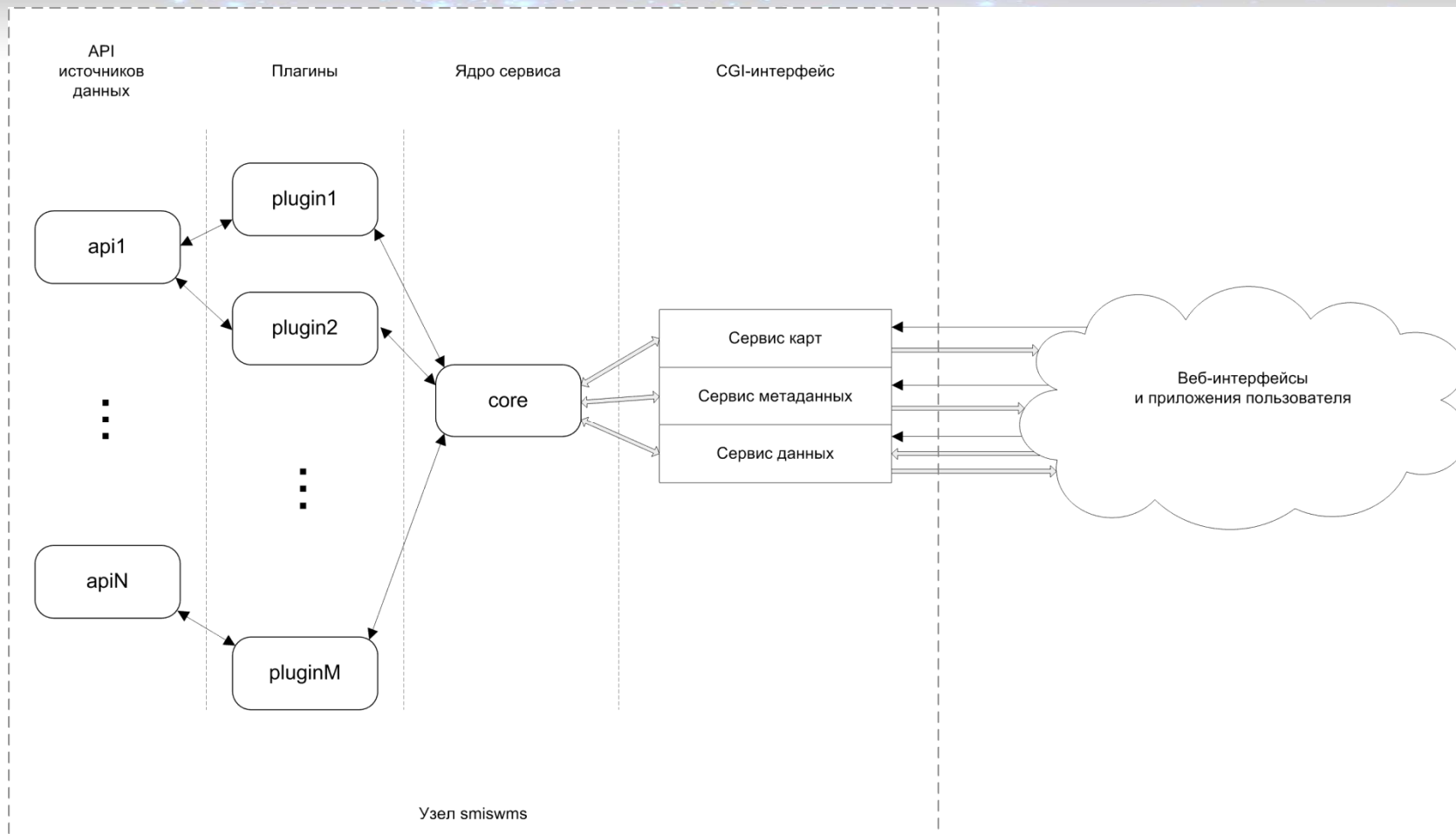


***Технология построения
интерфейсов для распределенного
доступа к данным, проведения их
обработки и анализа
(GEOSMIS)***

Архитектура GEOSMIS



Структура программных модулей сервиса



Особенности реализации

Apache

- Модули CGI
- SSI
- Модули авторизация

Perl

- Модули доступа к данным
- CGI модули сервисов метаданных и карт
- Модуль SpeedyCGI
- Модули авторизации

Mapserver

- Растеризация данных
- Поиск атрибутов

MySQL

- Метаданные
- Векторные данные
- Данные авторизации

Структура картографического web-интерфейса (основные элементы)

The interface is divided into two main sections: "Область управления данными" (Data Management Area) on the left and "Область отображения картографической информации" (Map Display Area) on the right.

Область управления данными (Data Management Area):

- Выбор вкладок (Tab Selection):** A row of icons for different data layers or views.
- Фильтр выбираемых данных (Filter for selected data):** A section with a date range from 2011-07-31 to 2011-08-03 and a checkbox for "только за эту дату" (only for this date).
- Список выбранных данных (List of selected data):** A list of 10 data points with columns for date, time, and location (e.g., SPOT 4 (PUSHKINO)).
- Управление списком (List Management):** Buttons for "Пред.порция" (Previous portion), "В корзину" (Add to cart), and "След.порция" (Next portion).
- Продукты (Products):** A dropdown menu currently showing "Контура" (Contour).
- Фоновое покрытие (Background coverage):** Radio buttons for "Не отображать" (Do not display), "Контура" (Contour), and "Изображения" (Images).

Область отображения картографической информации (Map Display Area):

- Кнопки управления картой (Map control buttons):** A vertical toolbar with icons for pan, zoom, and other map navigation functions.
- Область информации по точке (Point information area):** A pop-up window displaying details for a selected point, including:
 - Location: Округ: Центральный ФО, Область: ТАМЕВОВСКАЯ ОБЛ., Район: Петровский.
 - Incident: Пожар к-323 (#73622) (сообщение).
 - Status: Состояние сейсгас: действует.
 - Coordinates: Координаты: 52° 34' с.ш. - 40° 31' в.д.
 - Observation: Первое наблюдение: 11.08.2011 10:35 GMT, Послед. наблюдение: 11.08.2011 10:36 GMT.
 - Area: Пройдено огнем: 48 га.
 - Information: Информация по горям: Нет информации по данному объекту.
 - Map: На обработку по конфигурации жары.
 - Scene view: Видеояз сцены: 2011-08-18 08:03:13 SPOT 4(PUSHKINO).
 - Scene list: Список сцен в точке: 2011-08-18 08:03:13 SPOT 4(PUSHKINO).
- Область миникарты (Mini-map area):** A small inset map showing the current location on a world map, highlighted with a red box.

Характерные виды вкладок управления данными

Вкладка работы с данными высокого разрешения

Данные высокого разрешения

Дата с **2011-08-16** по **2011-08-19** - только за эту дату

Фильтр данных

Только скорректированные данные
 облачность не более 10 %

Спутник:

SPOT2 SPOT4
 LANDSAT5 LANDSAT7
 RapidEye

Данные из других систем

Центр получения данных:

Хабаровск Новосибирск Самара
 Красноярск Пульзано

Список:

Сцены 1-10, всего ~ 169

- 2011-08-19 09:20:37 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 09:20:30 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 09:20:22 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 09:20:14 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 09:20:07 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 09:20:06 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 07:44:04 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 07:43:56 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 07:43:48 SPOT 4 (PUSHKINO)
- 2011-08-19 07:43:40 SPOT 4 (PUSHKINO)

Пред.порция В корзину След.порция

Продукты

Контура

Фоновое покрытие

Не отображать
 Контура
 Изображения

Вкладка работы с данными среднего и низкого разрешения

Данные среднего разрешения

За дату: **2011-08-19**

Фильтр данных

Спутник:

TERRA AQUA NOAA METEOR

Центр получения данных:

Хабаровск Новосибирск Москва
 Пульзано Самара Красноярск
 Ханга-Мансийск НИЦ Планета

Список сеансов

Найдено сеансов: 66

- 2011-08-19 12:14:38 NOAA 15 (ZSRCPD)
- 2011-08-19 11:45:28 NOAA 19 (PLANETA)
- 2011-08-19 11:45:25 NOAA 19 (SMS)
- 2011-08-19 11:28:41 NOAA 18 (PLANETA)
- 2011-08-19 11:24:55 AQUA (PUSHKINO)
- 2011-08-19 11:12:55 TERRA (PLANETA)
- 2011-08-19 10:31:44 NOAA 15 (ZSRCPD)
- 2011-08-19 10:03:28 NOAA 19 (SMS)
- 2011-08-19 10:02:57 NOAA 19 (PLANETA)
- 2011-08-19 09:48:41 AQUA (PUSHKINO)
- 2011-08-19 09:48:17 NOAA 18 (ZSRCPD)
- 2011-08-19 09:48:17 NOAA 18 (PLANETA)

В корзину

Продукты

Контур сеанса

Горячие точки по сеансу
 Вероятностные горячие точки

Фоновое покрытие

Не отображать
 Контура
 Изображения (по продукту)

Вкладка работы с продуктами обработки спутниковых данных

Продукты ИСДМ

Дата с **2011-08-16** по **2011-08-19**

За дату
 За период
 За дату сеанса

Пожары

Лесные
 Нелесные
 Крупные (по данным субъекта РФ)
 Крупные за предыдущие сутки
 Все пожары по данным субъекта РФ
 Горячие точки лесные
 Горячие точки нелесные
 Горячие точки по NOAA (лесные)
 Горячие точки по NOAA (нелесные)
 Только с активным горением
 Номера пожаров

Гари

Лесные
 Нелесные

Повреждения лесов

Повреждения > 75%
 Повреждения 50% - 75%
 Повреждения 25% - 50%
 Повреждения < 25%

Вкладка управления координатами карты

Координаты

Выбор региона

Выберите округ
Выберите регион

Перейти

Долгота: с 4 ° 56.15 ' по 175 ° 3.85 '
Широта: с 65 ° 0 ' по 85 ° 0 '

Установить

Координаты курсора
26°0.91'N 80°32.91'E

Поиск по названию

Слой: насел.пункты
Название объекта:

Найти

По разрешению: 20 м/пикс. Выбрать

Поставить метку

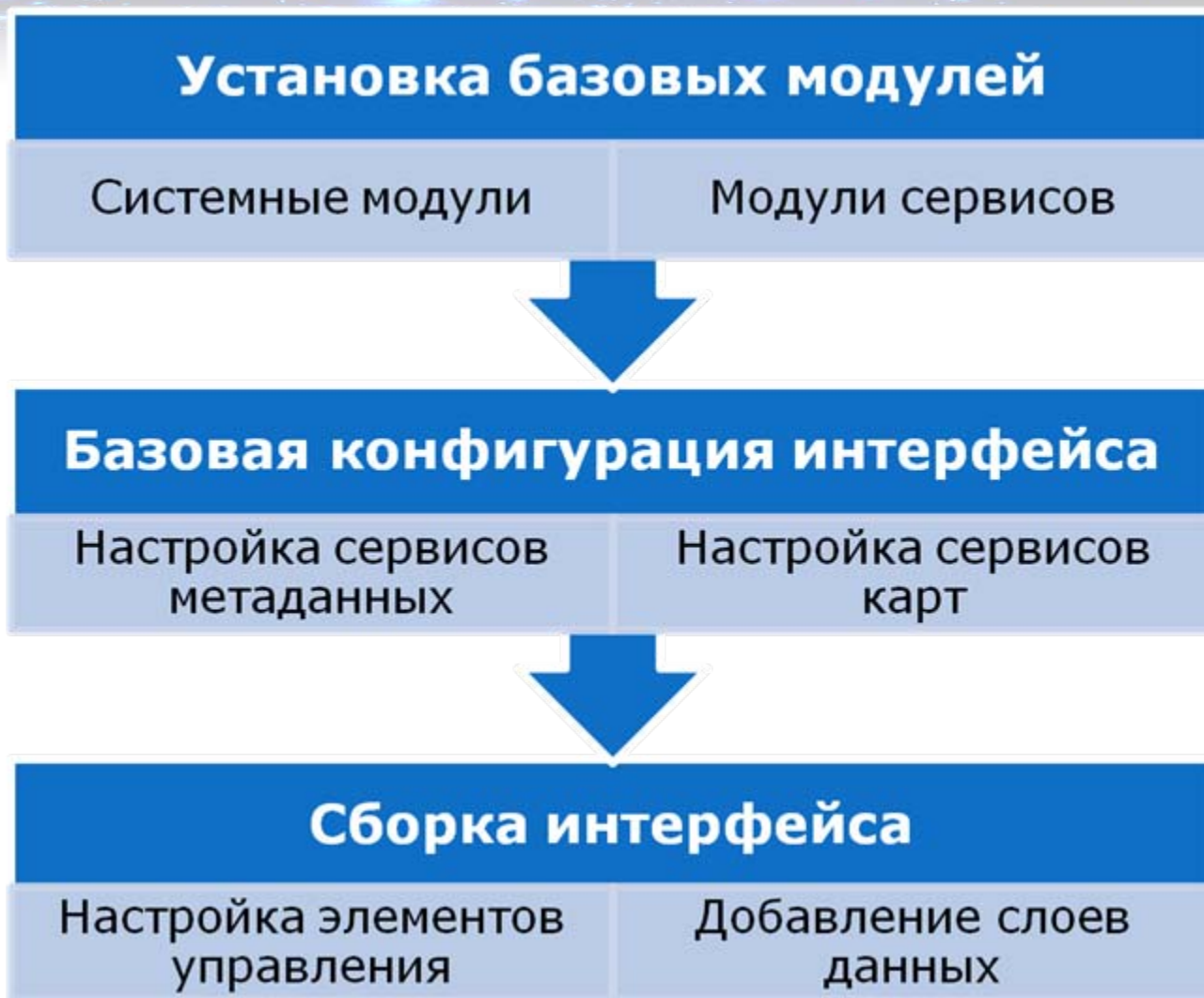
Широта: ° ' или дес.
Долгота: ° ' или дес.

Метка:

Поставить

Сохранить координаты в файл
Загрузить координаты из файла
Добавить ссылку в избранное

Основные действия при построении новой системы



Добавление новой функциональности

Новые
растровые
данные

Модернизация
сервисов
метаданных и карт
(новый плагин или
модификация
существующего)

Добавление новых
элементов
управления и слоев
данных

Новые
векторные
данные

Модернизация
сервисов
метаданных и карт
(новый плагин или
модификация
существующего)

Добавление новых
элементов
управления и слоев
данных

Новые
функции

Модификация CGI
модулей или
Javascript модулей

Добавление новых
элементов
управления,
расширение или
модификация
базовых модулей



***Технология построения процедур
распределенной обработки данных***

Основные задачи

**Разработка стандартной схемы
создания и поддержки процедур
обработки данных**

**Создание интерфейсов для
удаленного управления
процедурами обработки
(включая выбор необходимых
данных)**

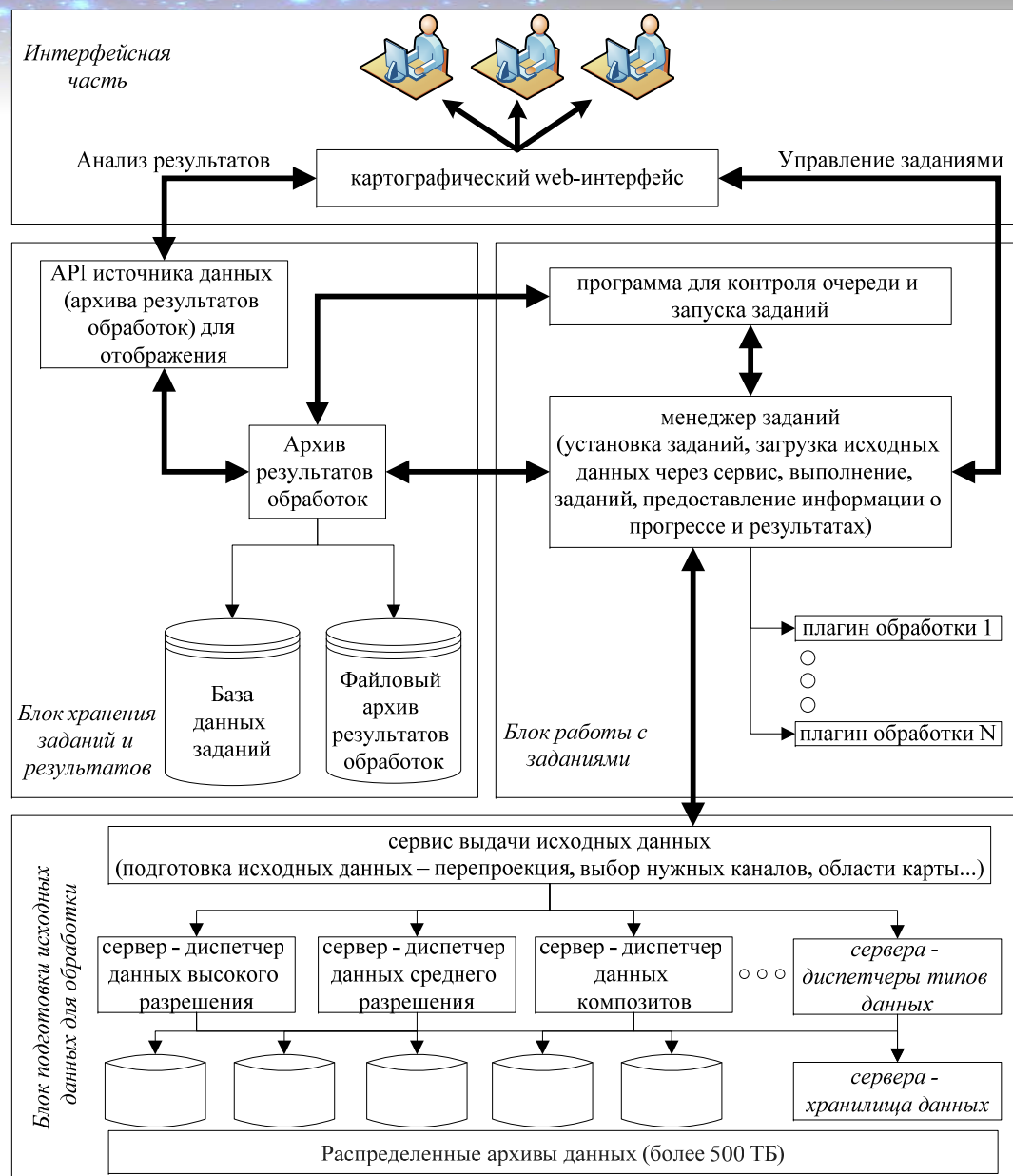
Принципиальная схема построения технологии

Интерфейсная часть. Реализует в рамках картографических web-интерфейсов возможности выбора данных, управление обработкой и проведение анализа результатов

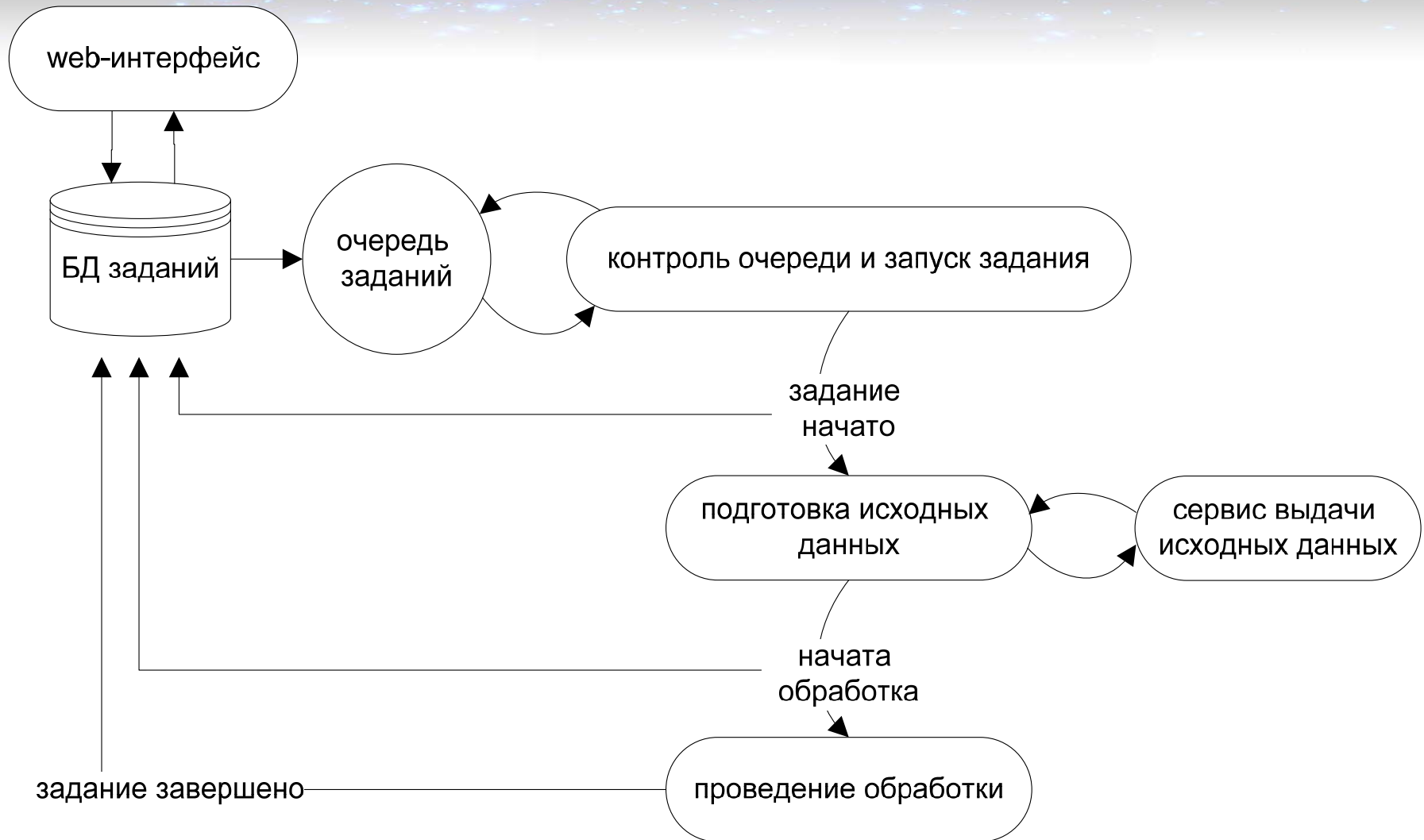
Блок хранения заданий и результатов. Обеспечивает ведение БД заданий и БД результатов (включая модули подготовки данных для визуализации)

Блок работы с заданиями. Обеспечивает ведение очереди заданий, запуск и контроль исполнения заданий

Блок подготовки данных для обработки. Обеспечивает выбор наборов данных из архивов в соответствии с установками пользователей и передачу их в процедуры обработки



Жизненный цикл запроса на обработку



Инструмент классификаций

The screenshot displays a software interface for land cover classification. On the left, a legend lists various land cover types with their corresponding colors and counts. The central map shows a satellite image with a color-coded classification overlay. On the right, a control panel titled 'Классификация зон' (Zone Classification) provides options for working with the classification, including saving, deleting, and loading. It also shows the selected data source (LANDSAT 8 OLI TIRS) and a table of classification classes with their respective colors and transparency settings.

№	Базовый цвет	Применяемый цвет (определить)	Прозрачность
1	Light Green	Light Green	<input type="checkbox"/>
2	Dark Green	Dark Green	<input type="checkbox"/>
3	Light Blue	Light Blue	<input type="checkbox"/>
4	Purple	Purple	<input type="checkbox"/>
5	Orange	Orange	<input type="checkbox"/>
6	Bright Green	Bright Green	<input type="checkbox"/>
7	Dark Green	Dark Green	<input type="checkbox"/>
8	Light Green	Light Green	<input type="checkbox"/>
9	Light Green	Light Green	<input type="checkbox"/>

Возможность обучения по базовым картам (созданным на основе данных среднего пространственного разрешения)



Выбор набора данных высокого разрешения (набор сцен и каналов)



Проведение классификации и анализ результата


Процедура оконтуривания площадей, пройденных огнем

The screenshots illustrate the following steps in the GIS workflow:

- Top Left:** The 'Классификация данных' (Data Classification) tool is active. The 'Метод' (Method) is set to 'Clustering (без обучения)'. The 'Высота' (Height) is set to 12. The 'Параметры подготовки данных' (Data Preparation Parameters) are configured. A red arrow points to the 'Создать маску' (Create Mask) button.
- Top Right:** The 'Данные высшего разрешения' (High Resolution Data) panel is shown. The 'Дата' (Date) is set to 2015-07-30. The 'Фильтр' (Filter) is set to 'Слово 1.1, номер -1'. A red arrow points to the 'Создать маску' (Create Mask) button.
- Bottom Left:** The 'Занести в БД гарей' (Load to Fire Database) panel is shown. The 'Выделенные классы' (Selected Classes) list includes 12 classes. The 'Всего' (Total) is 3549.88 Га, 36332 Пис, 100.8 %. A red arrow points to the 'Занести в БД гарей' (Load to Fire Database) button.
- Bottom Right:** The 'Занести в БД гарей' (Load to Fire Database) panel is shown. The 'Выделенные классы' (Selected Classes) list includes 12 classes. The 'Всего' (Total) is 2705.47 Га, 30663 Пис, 82.8 %. A red arrow points to the 'Занести в БД гарей' (Load to Fire Database) button.

Red arrows indicate the flow of the process: from the top-left screenshot to the top-right, then to the bottom-left, and finally to the bottom-right. A red arrow also points from the top-left screenshot to the bottom-left screenshot.

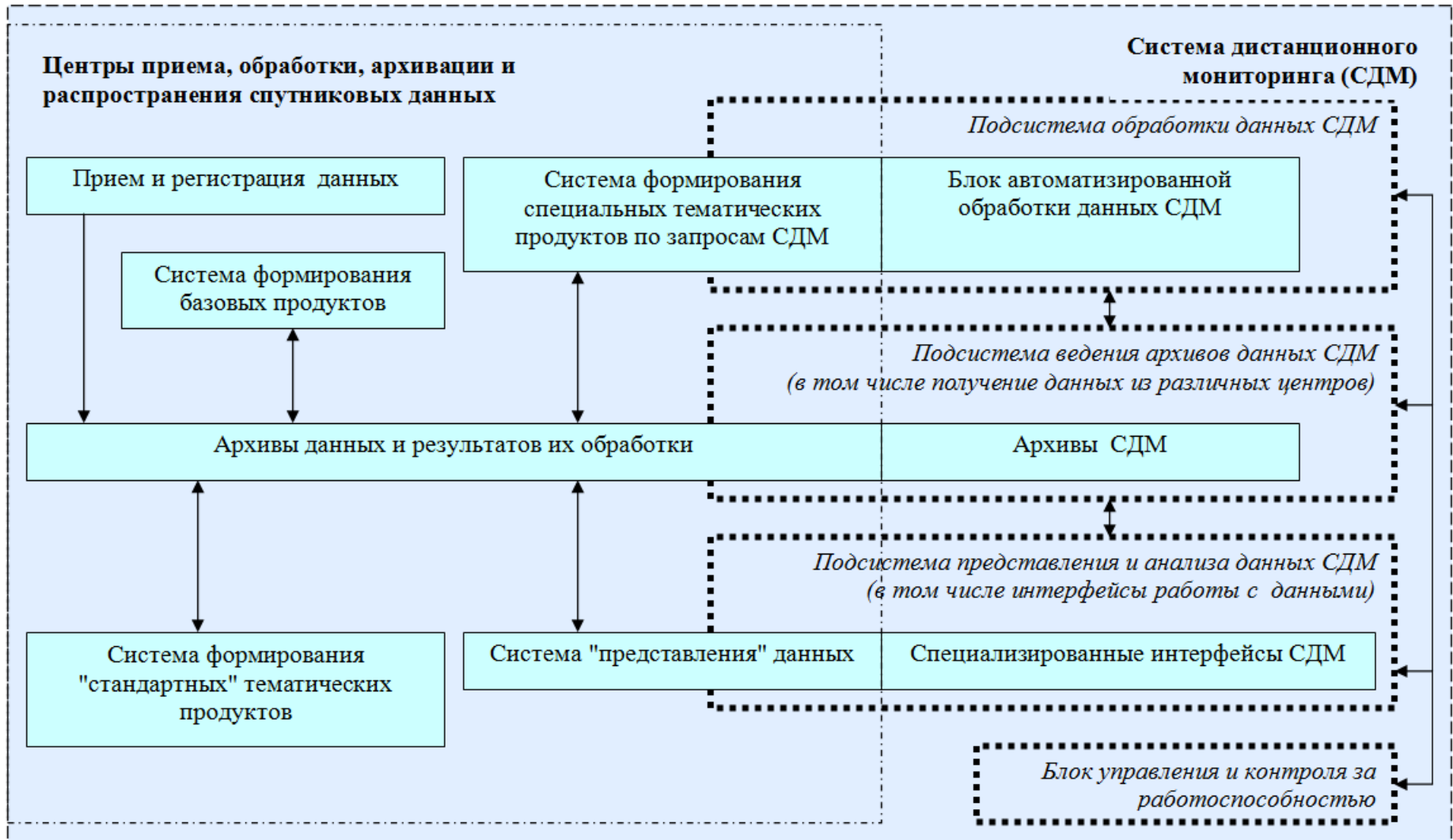
Не относящиеся к гарей кластеры



***Особенности схемы построения
современных систем
дистанционного мониторинга***

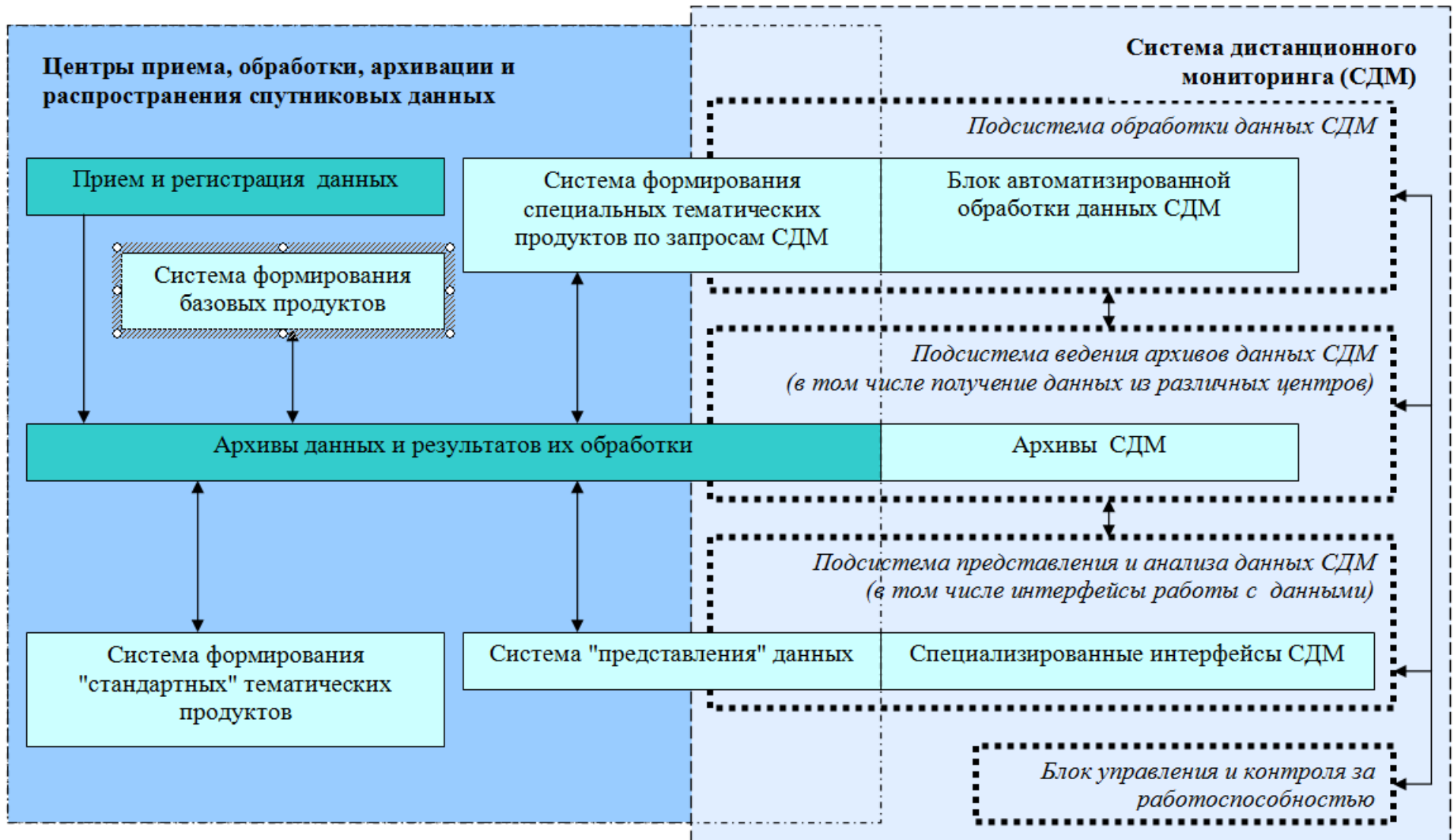
Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

Стадия 1



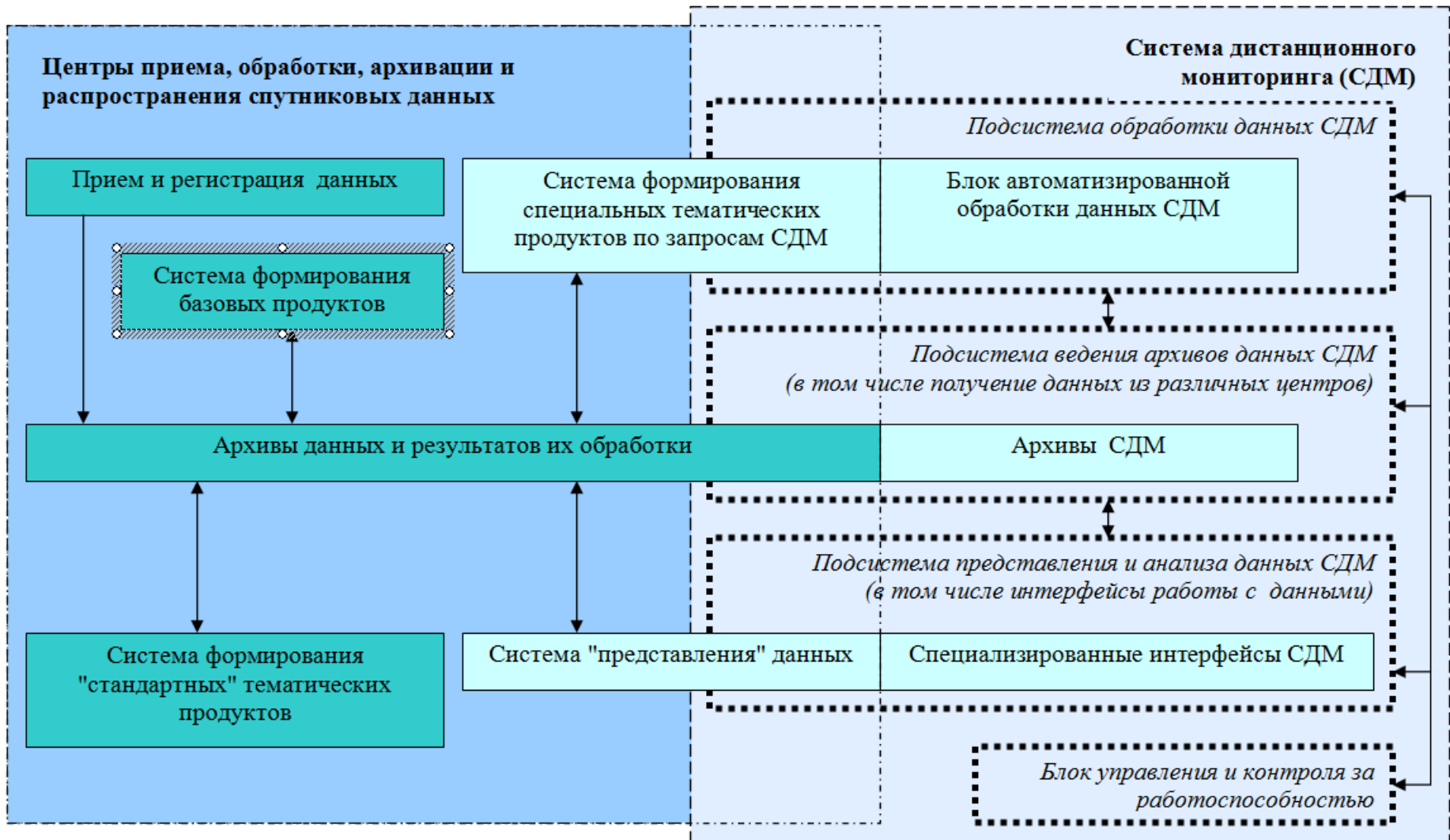
Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

Стадия 2



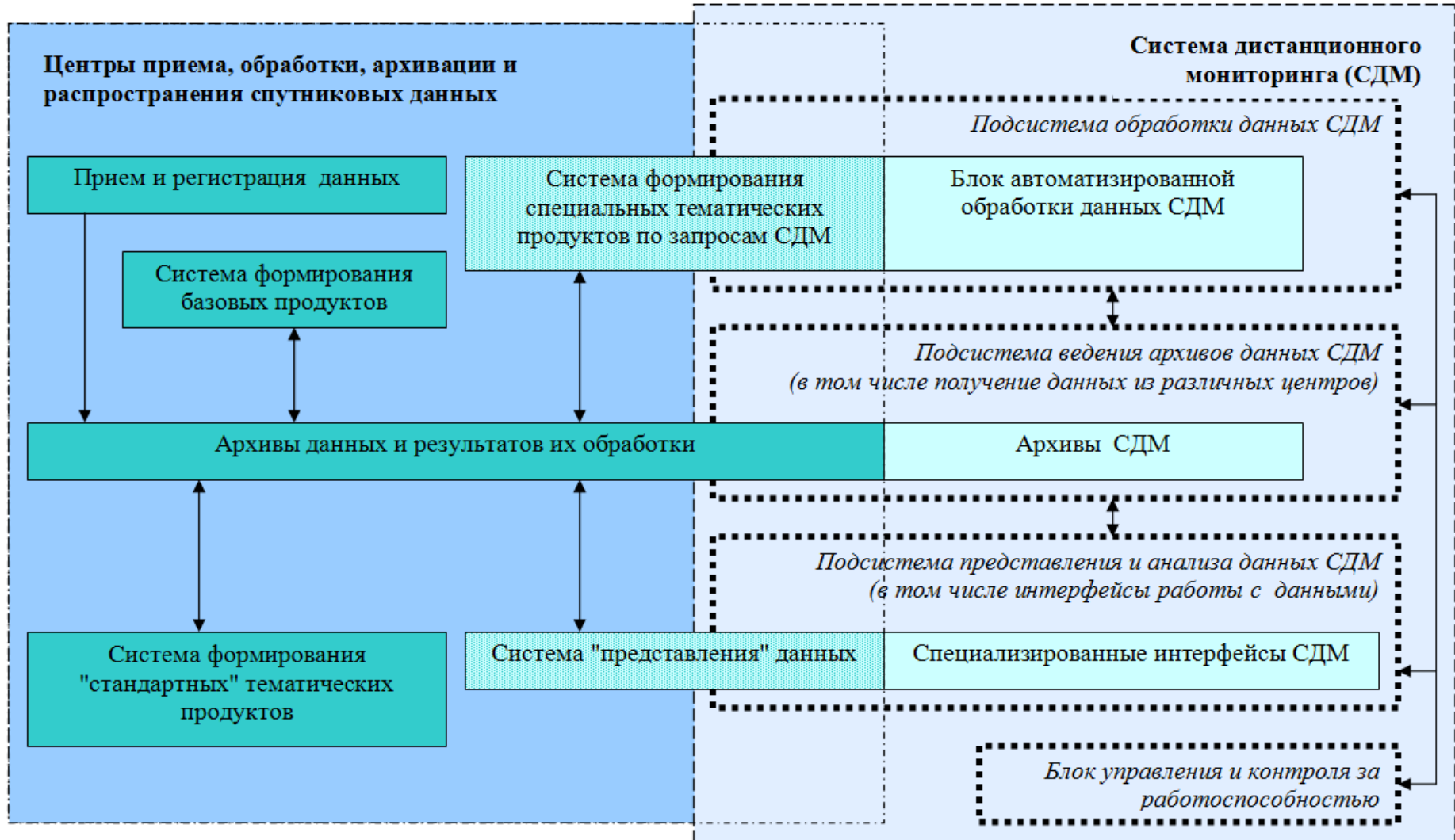
Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

Стадия 3



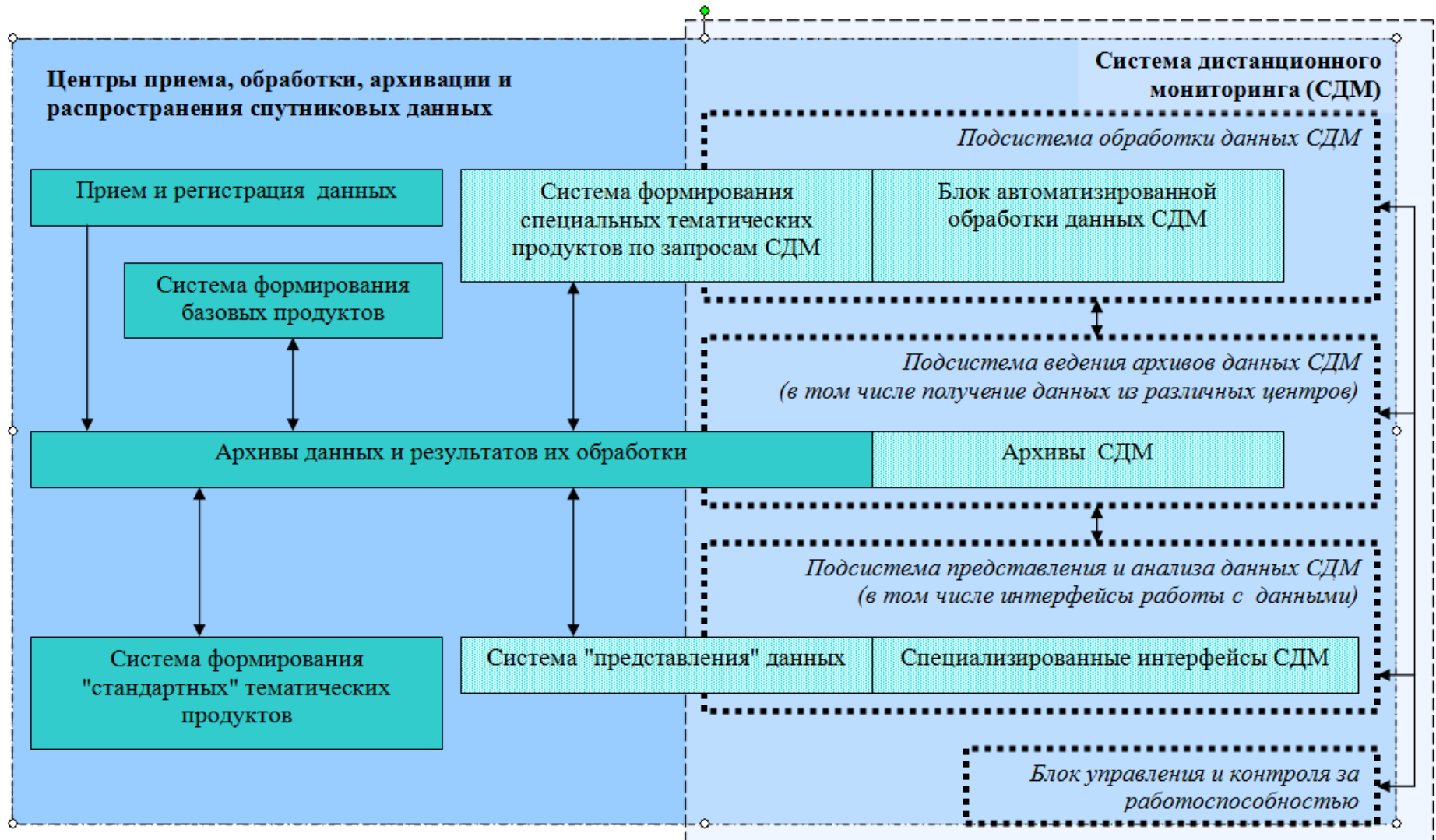
Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

Стадия 4



Схемы построения современных систем дистанционного мониторинга

Стадия 5





***Спасибо за
внимание!***

