

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра систем искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. М. Цибульский
подпись
«_____» _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.02 — Информационные системы и технологии
Разработка компонента визуализации архива спутниковых данных для
системы агромониторинга

Руководитель _____ доцент каф. СИИ, канд. техн. наук Р. В. Брежнев
подпись, дата
Выпускник _____ М. В. Дуева
подпись, дата

Красноярск 2018

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме «Разработка компонента визуализации архива спутниковых данных для системы агромониторинга».

Нормоконтролер

подпись, дата

Р. В. Брежнев

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра систем искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. М. Цибульский
подпись
«_____» _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В форме бакалаврской работы

Студентке Дуевой Марине Владимировне

Группа КИ14-11Б, направление 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль 09.03.02.04 «Информационные системы и технологии в медиаиндустрии».

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка компонента визуализации архива для системы агромониторинга».

Утверждена приказом по университету № 4533/с от 29 марта 2018 г.

Руководитель Брежнев Р.В. кандидат технических наук, доцент кафедры искусственного интеллекта ИКИТ СФУ.

Исходные данные для ВКР: задание на бакалаврскую работу, полученное в рамках научно-учебной лаборатории «Информационной поддержки космического мониторинга» института космических и информационных технологий.

Перечень разделов ВКР:

- введение;
- глава 1. Теоретическая часть;
- вывод к главе 1;
- глава 2. Практическая часть;
- вывод к главе 2;
- заключение;
- список сокращений;
- список использованных источников;
- приложение А – Б. (отчет системы «Антиплагиат», плакаты презентации).

Перечень графического материала: презентация «Разработка компонента визуализации архива спутниковых данных для системы агромониторинга».

Руководитель ВКР

Р. В. Брежнев

подпись

Задание принял к исполнению

М. В. Дуева

подпись

«___» _____ 2018 г.

График

выполнения выпускной квалификационной работы студентом направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиля 09.03.02.04 «Информационные системы и технологии в медиаиндустрии».

График выполнения выпускной квалификационной работы приведен в таблице 1.

Таблица 1 — График выполнения этапов ВКР

Наименование этапа	Срок выполнения этапа	Результат выполнения этапов	Примечание руководителя (отметка о выполнении этапа)
Ознакомление с целью и задачами работы	7.03–12.03	Краткое эссе по теме ВКР	Выполнено
Сбор литературных источников	13.03–19.03	Список источников литературы	Выполнено
Анализ собранных литературных источников	20.03–26.03	Реферат о проблемно-предметной области	Выполнено
Уточнение и обоснование актуальности цели и задач ВКР	27.03–02.04	Окончательная формулировка цели и задач ВКР	Выполнено
Решение первой задачи ВКР	03.04–09.04	Доклад и презентация по первой задаче ВКР	Выполнено
Решение второй задачи ВКР	10.04–16.04	Доклад и презентация по второй задаче ВКР	Выполнено
Решение третьей задачи ВКР	17.04–23.04	Доклад и презентация по третьей задаче ВКР	Выполнено
Подготовка доклада и презентации по теме ВКР	24.04–07.05	Доклад и презентация по второй задаче ВКР	Выполнено
Компоновка отчета по результатам решения задач ВКР	08.05–31.05	Доклад и презентация по теме ВКР	Выполнено
Первичный нормоконтроль	05.06	Пояснительная записка, презентация к ВКР	Выполнено

Окончание таблицы 1

Наименование этапа	Срок выполнения этапа	Результат выполнения этапов	Примечание руководителя (отметка о выполнении этапа)
Предварительная защита результатов	07.06	Доклад и презентация по проделанной работе	Выполнено
Вторичный нормоконтроль	10.06	Пояснительная записка, презентация к ВКР	Выполнено
Итоговый нормоконтроль	16.06	Пояснительная записка, презентация к ВКР	Выполнено
Защита ВКР	22.06	Доклад и презентация по результатам бакалаврской работы	

Руководитель ВКР

подпись

Р. В. Брежнев

Студентка гр. КИ14-146

подпись

М. В. Дуева

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Теоретический обзор.....	6
1.1 Обзор и анализ существующих технологий визуализации спутниковых данных.....	6
1.1.1 Описания картографических серверов.....	6
1.1.2 Публикация растровых данных в GeoServer.....	8
1.1.3 Публикация растровых данных в MapServer.....	12
1.2 Метод оценки графических интерфейсов пользователя.....	16
1.3 Обзор и анализ систем-банков спутниковых данных.....	20
1.3.1 Банк данных системы United States Geological Survey.....	21
1.3.2 Банк данных геопортала Роскосмоса.....	22
1.3.3 Расчет графических пользовательских интерфейсов банков спутниковых данных по методу KLM-GOMS.....	23
1.4 Требования к модулю.....	24
1.5 Выводы по первой главе.....	26
Глава 2. Разработка программного проекта.....	27
2.1 Модель прецедентов.....	27
2.2 Модель поведения.....	29
2.3 Схема взаимодействия.....	32
2.4 Горизонтальный прототип.....	33
2.5 Разработка модуля.....	35
2.5.1 Структура данных для работы модуля.....	35
2.5.2 Работа модуля.....	36
2.6 Выводы по второй главе.....	38
Заключение.....	39
Список сокращений.....	40
Список использованных источников.....	41
Приложение А. Отчет системы «Антиплагиат».....	44
Приложение Б. Плакаты презентации.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — получение информации о поверхности Земли и объектах на ней, атмосфере, океане, верхнем слое земной коры бесконтактными методами, при которых регистрирующий прибор удален от объекта исследований на значительное расстояние. Физической основой ДЗЗ является функциональная зависимость между зарегистрированными параметрами собственного или отраженного излучения объекта и его биогеофизическими характеристиками и пространственным положением. Суть метода — истолковать результат измерения электромагнитного излучения, которое отражается или излучается объектом и фиксируется в удаленной точке пространства. Пространственно-временные свойства и отношения природных и социоэкономических объектов регистрируются в виде снимка [2]. Спутниковое ДЗЗ предоставляет различную информацию от состояния окружающей среды и землепользования до состояния атмосферы в глобальном масштабе. В частности, данные ДЗЗ дают следующие преимущества для решения задач сельского хозяйства:

- информация со спутников достоверна и отражает реальную картину состояния сельскохозяйственных земель и растительности;
- информация для современных спутниковых систем может осуществляться с высокой периодичностью (до 1 суток);
- спутниковые системы позволяют получать единовременную съёмку на огромных площадях, что обеспечивает наблюдение сразу за несколькими участками, расположенными на разных расстояниях [3].

Так как мониторинг сельскохозяйственных угодий относится к мониторингу растительности, то к спутниковым данным и результатам обработки данных предъявляются строгие требования. Данные должны быть стабильны, иметь географическую привязку и быть предварительно обработаны, то есть очищены от различных шумов, искажений, условий наблюдений, влияния атмосферы и т. д. [4].

Спутниковая система ДЗЗ SPOT включает в себя космические аппараты и наземные средства. Особенности серии спутников SPOT является высокая разрешающая способность, возможность получения стереоданных и проведения повторных наблюдений. Система позволяет производить мониторинг экологического состояния территории, лесопользования, сельского хозяйства [5]. Таким образом, система фиксирует изменения растительного покрова.

В институте Информационных и Космических технологий хранится архив снимков космического аппарата SPOT-4, размером 11 Тб и с около 260 тысячами сцен, к которым утрачен доступ для заинтересованных пользователей. Ранее он осуществлялся с помощью веб-интерфейса доступа к данным ДЗЗ digitalatlas.ru, разработанного с использованием технологии Microsoft Silverlight, которая утратила актуальность и поддержку создателя.

Актуальностью предоставления доступа для пользователей к этим снимкам является возможность ретроспективного анализа для прогноза урожайности, наблюдением за динамикой развития сельскохозяйственных культур и за изменением границ посевных площадей из-за природных и антропогенных процессов [6] и решения тематических научных задач.

Темой работы является «разработка компонента визуализации архива спутниковых данных для системы агромониторинга». Цель — визуализировать данные SPOT-4 для ретроспективной оценки изменения полей. Для выполнения поставленной цели потребовалось сделать следующие задачи:

- обзор и анализ существующих технологий визуализации спутниковых данных;
- разработка проекта компонента визуализации спутниковых данных для интеграции с веб-ГИС агромониторинга;
- разработка модуля визуализации архива спутниковых данных на базе веб-ГИС агромониторинга.

Глава 1. Теоретический обзор

1.1 Обзор и анализ существующих технологий визуализации спутниковых данных

Публикация геоданных в средах веб-ГИС основана на спецификации OGC. OGC (Open Geospatial Consortium) — некоммерческая организация, разрабатывающая стандарты для работы с геопространственными данными [7]. Основными стандартами являются:

- WMS (Web Map Service) — это протокол, который предоставляет пользователю доступ к растровым изображениям, находящимся на сервере геопространственных данных [8];
- WCS (Web Coverage Service) — это протокол, определённым образом осуществляющий запрос и получение растровых данных, а именно даёт доступ к информации, на основе которой можно создать их собственное визуальное представление [9];
- WFS (Web Feature Service) — это протокол, осуществляющий доступ к векторным данным [10].

В рамках данного обзора визуализация рассматривается в качестве способа доступа к данным, поэтому будут рассмотрены картографические сервера как технологии, которые осуществляют этот доступ.

Анализ картографических серверов будет основываться на возможности публикации растровых данных в автоматическом пакетном режиме. Для чего будут описаны действия, требуемые для публикации растровых данных.

1.1.1 Описания картографических серверов

GeoServer — это бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом, которое позволяет публиковать и редактировать пространственные данные. GeoServer может отображать данные

из популярных приложений карт, таких как Google Maps, Google Earth, Yahoo Maps, Microsoft Virtual Earth, Яндекс.Карты. Также он может подключаться к ESRI ArcGIS, системе ГИС. Функционируя как эталонная реализация спецификации OGC, основанная на наборе инструментов GeoTools языка Java, реализует стандарты WMS, WCS и WFS с поддержкой транзакций, за счёт которых и происходит редактирование. Интегрированная библиотека OpenLayers, написанная на JavaScript помогает отображать карты различных форматов.

Важной составляющей сервера является панель веб-администрирования. Она позволяет настраивать различные аспекты GeoServer, от добавления данных до настройки параметров службы. Через панель можно создать рабочие области. Области используются для организации других элементов (слоев, стилей). Соответственно, к слоям, принадлежащим одной рабочей области будут применены только те стили отображения, которые также относятся к этой области.

Картографический сервер поддерживает различные форматы данных. Растровые: GeoTIFF, GTOPO30, WorldImage, ImageMosaic, GeoPackage. Векторные: Shape, Java Properties, GML, VPF. Сервер доступен для операционных систем *nix, Win, Mac OS [11].

MapServer — платформа с открытым исходным кодом, написанная на C, для публикации пространственных данных. работает на основных платформах (Windows, Mac OS X, Linux, Solaris). Сервер не имеет собственного администрирующего интерфейса в базовой установке, однако альтернатива MapScript предоставляет возможности для построения веб-приложений и автономных приложений.

В основе MapServer — это программа CGI, которая неактивна на веб-сервере. Когда запрос отправляется в MapServer, он использует информацию, переданную в URL-адресе запроса, и Mapfile для создания изображения запрошенной карты. Запрос может также возвращать изображения для легенд, шкал баров, ссылочных карт и значений, передаваемых как переменные CGI.

Mapfile — это файл конфигурации структурированного текста для приложения MapServer. Файл сообщает программе, где данные и где вывести изображения, определяет слои карты, включая источник, проекции и символику.

Как и GeoServer, MapServer поддерживает стандарты WMS, WCS и WFS, однако последний без возможности вносить изменения, не транзакционный. Среди растровых форматов реализована поддержка GeoTIFF, GIF, PNG, JPEG, а среди векторных — Shape, DGN, GML, KML [12].

1.1.2 Публикация растровых данных в GeoServer

Для публикации растровых данных в базовой версии GeoServer нужно предпринять несколько следующих шагов. Сначала разместить файлы снимков в директории сервера. Далее создать хранилище на GeoServer.

Для создания хранилища в разделе «Данные» выбрать «Хранилища» и после перехода сверху, остановится на пункте «Добавить новое хранилище» (рисунок 1). Из предоставленного списка выбирается GeoTIFF из растровых источников данных, затем указывается рабочая область, в которой будет размещаться хранилище, задается название и местоположение спутникового снимка.

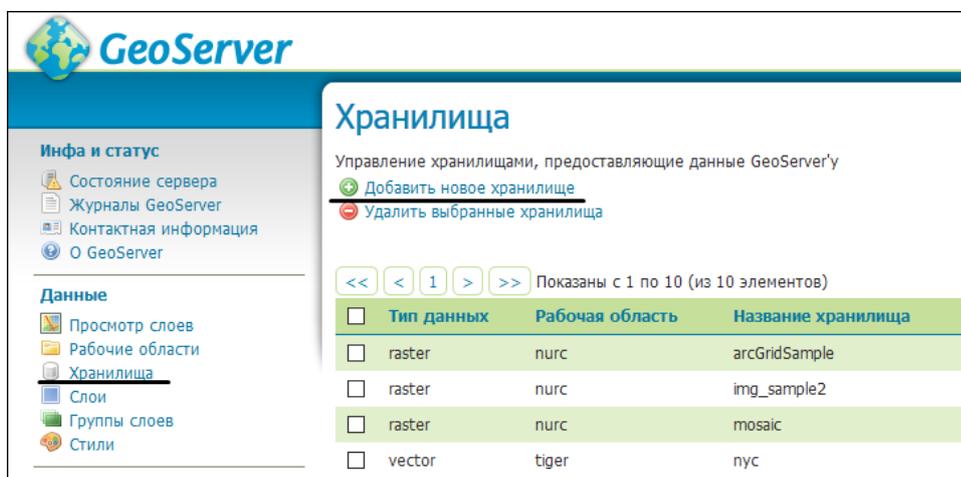


Рисунок 1 — Создание хранилища

При этом в файловой системе по пути «/data_dir/workspaces/имя_рабочей_области/» следствием появляется папка с названием хранилища, в которой создается файл «coveragestore.xml». В этот файл записываются ранее заданные параметры, такие как имя хранилища, описание, его тип, ссылка подключения к файлу спутниковых данных.

Вслед за этим можно опубликовать спутниковый снимок. Предлагается ввести название, заголовок слоя, его описание, аннотацию, ключевые слова, ссылки на метаданные и данные, систему координат и охват, параметры покрытия, детали диапазона покрытия. Из важных следует указывать название, систему координат и охват. Все это располагается на вкладке «Данные» (рисунок 2).

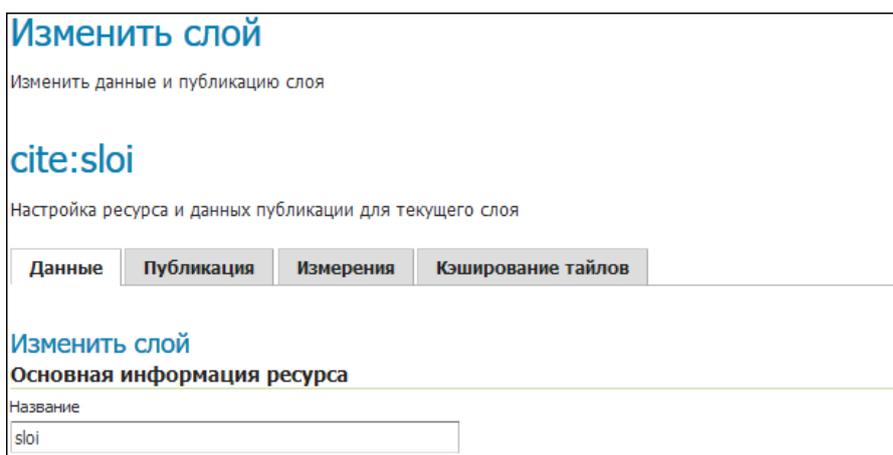


Рисунок 2 — Публикация слоя

Во вкладке «Публикация» настраиваются службы WCS, WMS.

После публикации растрового слоя в Geoserver в его файловой системе по пути «/data_dir/workspaces/имя_рабочей_области/имя_хранилища/» создается папка с названием слоя, содержащей файлы «coverage.xml» и «layer.xml». В первом файле указываются данные, введенные при публикации слоя, во втором — информация о используемом стиле, заданных параметрах (только указывается id первого файла, id стиля по умолчанию) и id самого слоя.

При запросе на просмотр этого файла через OpenLayers происходит создание универсальной ссылки (рисунок 3), структура которой описана в таблице 1 [13].

```

http://localhost:8085/geoserver/cite/wms?
service=WMS
&version=1.1.0
&request=GetMap
&layers=cite:sloi
&styles=
&bbox=1230861.7901996253,7459798.86915006,1299874.4626451652,7526758.3049514955
&width=768
&height=745
&srs=EPSG:32646
&format=application/openlayers

```

Рисунок 3 — Ссылка на опубликованный снимок

Таблица 1 — Описание состава ссылки

Параметр	Описание
service	Название службы
version	Версия используемой службы
request	Название операции
layers	Слои, которые требуется отобразить
styles	Стиль для отображения, пустое значение — стиль по умолчанию
bbox	Координаты вершин прямоугольника, в который вписывается
width	Ширина изображения в пикселях
height	Высота изображения в пикселях
srs	Система пространственной привязки
format	Формат отображения карты

Перечисленные параметры являются обязательными для создания ссылки опубликованных растровых данных, при этом значения параметров собираются из файлов, создаваемых в файловой системе GeoServer при публикации.

Описанные ранее действия отражены с помощью модели AS-IS, которая показывает существующие функции или процессы с их уязвимыми местами (рисунок 4).

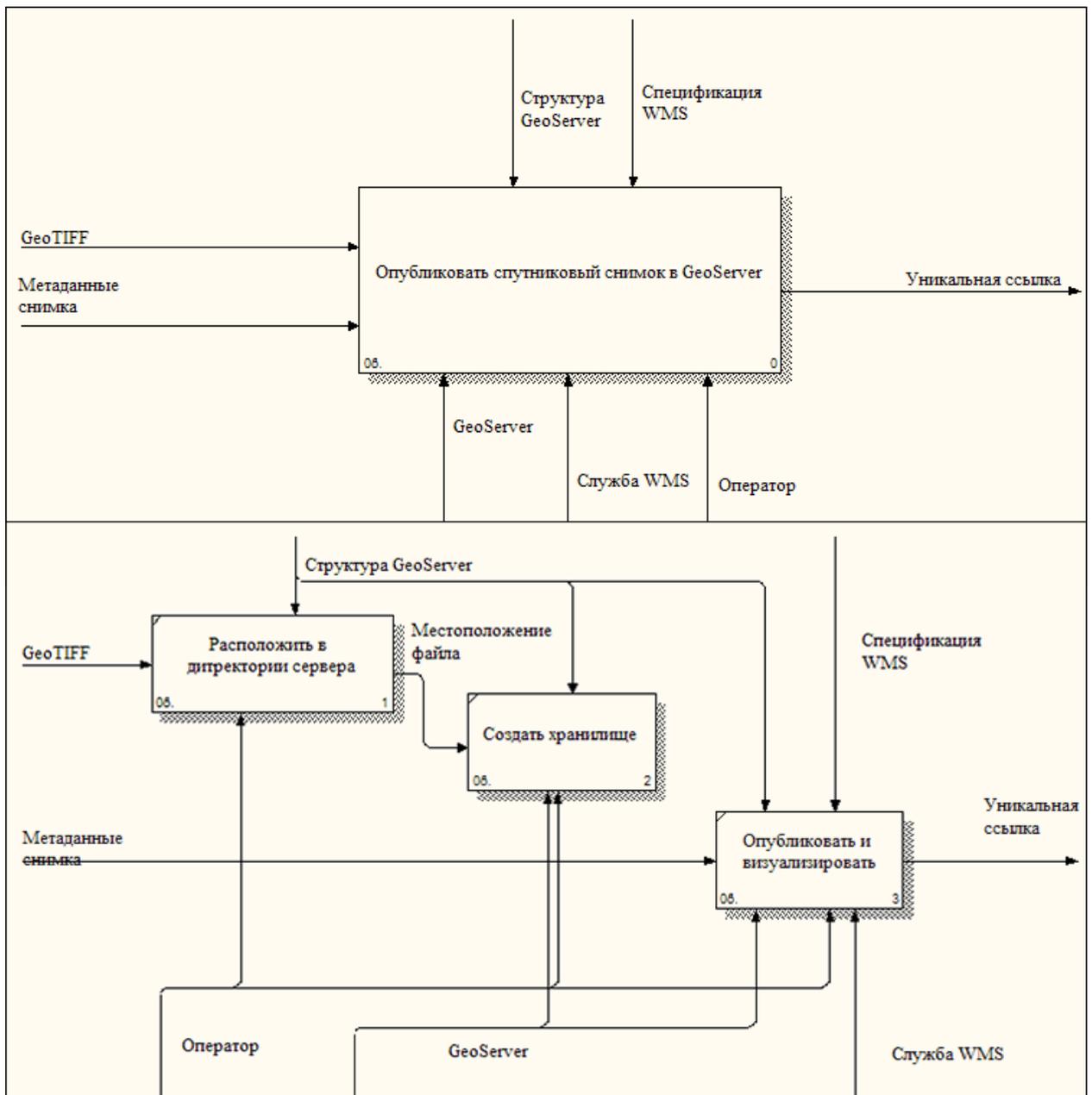


Рисунок 4 — Модель AS-IS публикации в GeoServer

Путь к автоматизации лежит через создание в файловой структуре GeoServer в папке рабочей области папок для хранилищ и слоев и файлов, их описывающих, некоторым модулем публикации, а не оператором. Модель TO-VE, показывающая изменения для устранения недостатков, отражена на рисунке 5. Таким образом, место оператора занимает модуль публикации, который будет выполнять функцию в автоматическом пакетном режиме.

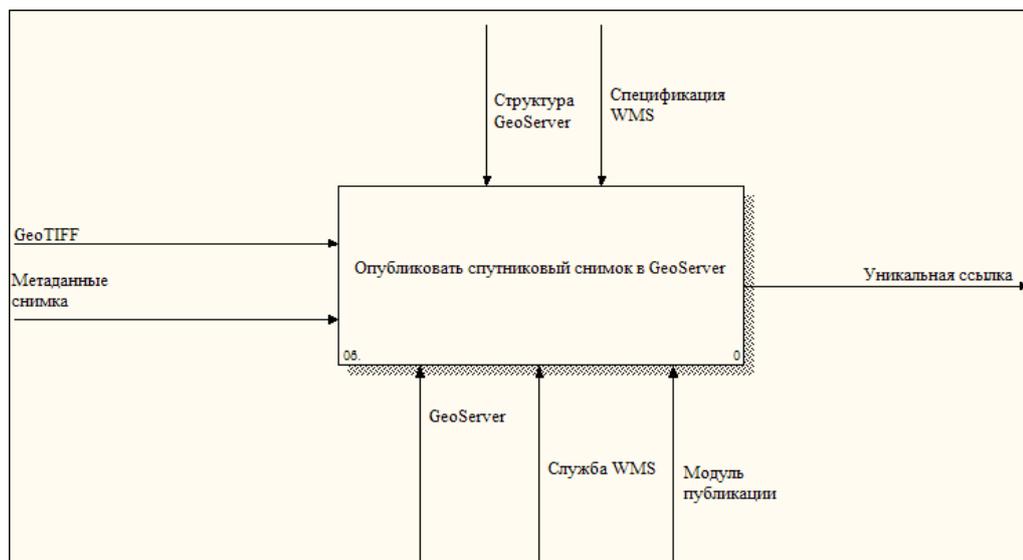


Рисунок 5 — Модель TO-VE публикации в GeoServer

1.1.3 Публикация растровых данных в MapServer

У картографического сервера MapServer нет своей отдельной панели для веб-администрирования, для настройки отображения используются map-файлы, с их помощью настраивается список доступных на сервере слоёв, а также их визуальное оформление (цвет, символика, подписи и т.д.).

Первый шаг не отличается от GeoServer, то есть нужно также добавить спутниковый снимок в директорию сервера.

После нужно записать в файле с расширением .map в объекте MAP объект LAYER со следующими параметрами: название слоя, путь с именем файла относительно map-файла, тип файла и активен ли слой (NAME, DATA, TYPE, STATUS). Пример записи отражен на рисунке 6.

```
MAP
  LAYER
    NAME "raster"
    DATA "SP4_GR.tif"
    TYPE RASTER
    STATUS ON
  END # layer
END # map
```

Рисунок 6 — Первичная запись о растровых данных

Для правильного отображения следует задать проекцию для слоя отдельным объектом, начинающимся с PROJECTION.

Однако этого недостаточно, чтобы при запросе через CGI-программу mapserv.exe MapServer отобразил снимок. Следующим шагом нужно подготовить этот файл для публикации через WMS службу.

Список параметров и метаданных, которые требуются (или крайне рекомендуется) для настройки WMS:

1) в объекте MAP:

- NAME;
- PROJECTION;
- METADATA в объекте WEB (wms_title, wms_onlineresource, wms_srs, wms_enable_request);

2) для каждого слоя:

- NAME;
- METADATA (wms_title);
- STATUS.

Параметры «NAME» и метаданные wms_title объекта MAP будут использоваться для задания имени и заголовка корневого слоя в XML-ответе запроса GetCapabilities, названия слоев также используются в запросах GetMap и GetFeatureInfo для ссылки на слои, которые должны быть включены в отрисовку карты и в запрос.

WMS сервера должны предоставлять информацию о проекции, в которой они могут отдавать геоданные используя EPSG коды проекций. Если блок PROJECTION объекта MAP указан в формате init=epsg:xxxx, то тогда MapServer будет использовать эту информацию для создания тега BoundingBox для верхнего слоя в документе, описывающем возможности WMS. Метаданные wms_srs используются для перечисления одного или более EPSG кодов, но объект PROJECTION указывает на настоящую проекцию пространственных данных.

Метаданные `wms_onlineresource` указываются в объекте WEB уровня объекта MAP и определяют URL, который должен использоваться для доступа к серверу. Метаданные `wms_enable_request` определяет, какие запросы разрешены [14]. На рисунке 7 отражено полное содержание map-файла.

```
MAP
  NAME "WMS"
  WEB
    METADATA
      wms_title "WMS Demo"
      wms_onlineresource "http://localhost:8888/cgi-bin/mapserv.exe?map=../htdocs/mydemo/wms.map&"
      wms_srs "EPSG:32646"
      wms_enable_request "*"
    END
  END
  PROJECTION
    "init=epsg:32646"
  END
  LAYER
    NAME "raster"
    DATA "SP4_GR.tif"
    TYPE RASTER
    STATUS ON
    METADATA
      wms_title "Raster"
    END
  END # layer
END # map
```

Рисунок 7 — Итоговое содержание map-файла

Для доступа к файлу используется ссылка (рисунок 8), схожая со ссылкой для GeoServer, поэтому описание характеристик можно посмотреть в таблице 2.

```
http://localhost:8888/cgi-bin/mapserv.exe?map=../htdocs/mydemo/wms.map&
service=WMS
&version=1.1.1
&request=GetMap
&layers=raster
&styles=
&bbox=1230861.7901996253,7459798.86915006,1299874.4626451652,7526758.3049514955
&width=768
&height=745
&srs=EPSG:32646
&format=application/openlayers
```

Рисунок 8 — Ссылка для доступа к опубликованному снимку

Описанные ранее действия отражены с помощью модели AS-IS на рисунке 9.

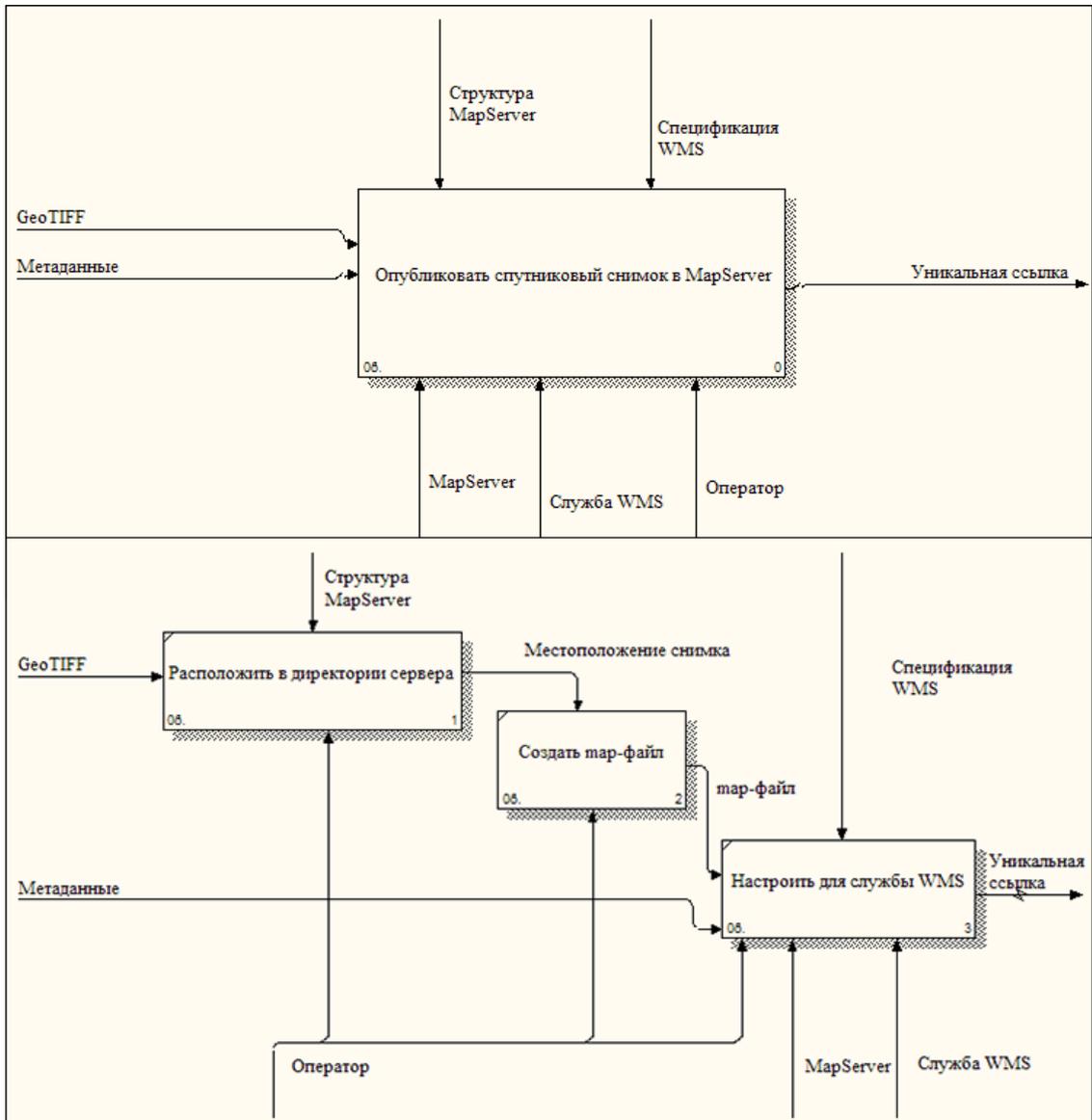


Рисунок 9 — Модель AS-IS публикации в MapServer

Таким образом, путь к автоматизации лежит через создание в файловой структуре MapServer map-файла с дополнительными параметрами для подключения через WMS службу. Модель TO-BE отражена на рисунке 10. Аналогично GeoServer, оператор из существующей модели заменяется модулем публикации.

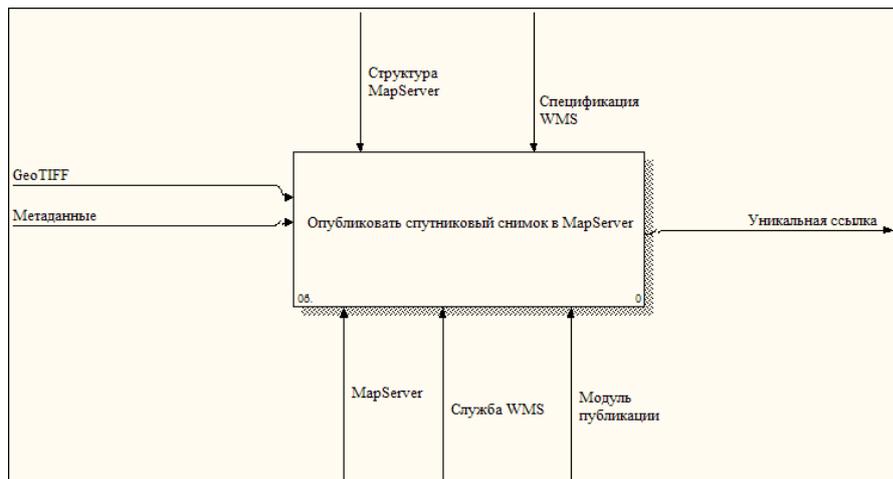


Рисунок 10 — Модель TO-BE публикации в MapServer

1.2 Метод оценки графических интерфейсов пользователя

Пользовательский интерфейс (User interface — UI) — компоненты интерактивной системы, которые предоставляют пользователю информацию и возможность управления для выполнения заданий [15]. Пользовательские интерфейсы являются основой взаимодействия в системах «человек-устройство». Они предоставляют средства и методы, при помощи которых пользователь контактирует с различными, со множеством элементов, машинами и устройствами.

Большинство современных пользовательских интерфейсов информационных систем и программного обеспечения выполнены графически. При их создании возникает вопрос об оценке параметров, в том числе и параметров качества графического пользовательского интерфейса [16].

Оценка качества графического пользовательского интерфейса процесс субъективный и трудно формализуемый, однако можно с уверенностью утверждать, что хороший интерфейс должен обеспечивать эффективную и производительную работу пользователя [17]. Понятие эффективности связано с отношением между достигнутым результатом и использованными ресурсами. Ресурсы могут включать в себя умственные или физические

усилия, время, материалы или финансовые расходы [15].

Методы оценки интерфейсов разделяются на две группы: тестирование интерфейса непосредственно пользователями и методы, основанные на формальных расчетах. Обе группы применимы как для традиционного ПО, так и для web-приложений.

Метод GOMS (сокращение от Goals, Operators, Methods and Selection Rules — Цели, Операторы, Методы и Правила выбора) — это семейство методов, позволяющих провести моделирование выполнения той или иной задачи пользователем и на основе такой модели оценить качество интерфейса.

Идея метода в том, что действия пользователя можно разложить на наборы типовых составляющих, для которых можно провести измерения времени их выполнения и получить статистические оценки времени выполнения элементарного действия. Соответственно, оценка качества графического пользовательского интерфейса заключается в разложении задачи на типовые составляющие и расчета времени, которое потребуется в среднем для пользователя для выполнения задачи [16]. Обычно тот пользовательский интерфейс лучше, при котором время выполнения задачи меньше.

Самым распространенным методом является KLM-GOMS метод. Представляет собой быстрый и эффективный способ оценки времени выполнения заданий, для которого не требуются глубокие познания в психологии. В нем используются только операторы (элементарные моторные, познавательные действия, которые нужны для достижения целей). Чтобы вычислить время выполнения задачи пользователем, происходит перечисление типовых составляющих, а затем используется ряд правил для расстановки операторов ментальной подготовки.

Формула (1) для расчета времени приведена ниже.

$$T = K + P + H + D + M + R, \quad (1)$$

где K — нажатие клавиши, сек;

P — указание, сек;

H — перемещение, сек;

D — рисование линии, сек;

M — ментальная подготовка, сек;

R — время ответа системы, сек.

Для расчетов нам не пригодятся операторы D, R , так как нарисовать полностью идентичные линии в различных системах не представляется возможным, а время ответа системы не нужно для сравнения с разработанным горизонтальным прототипом. Зато понадобится оператор B , который задает время для нажатия или отпускания кнопки «мыши». Операторы, их описание и среднее время выполнения времени предоставлены в таблице 3 [18].

Таблица 2 — Обозначения операторов

Оператор	Время	Описание
K	0.28 сек	Нажатие клавиши. Время, необходимое для того, чтобы нажать клавишу.
B	0.1 сек	Нажать/отпустить кнопку «мыши». Время, необходимое пользователю, чтобы нажать или отпустить кнопку «мыши».
P	1.1 сек	Указание. Время, необходимое пользователю для того, чтобы указать на какую-то позицию на экране монитора (перемещение курсора «мыши»).
H	0.4 сек	Перемещение. Время, необходимое пользователю для того, чтобы переместить руку с клавиатуры на «мышь» или с мыши на клавиатуру.
M	1.35 сек	Ментальная подготовка. Время, необходимое пользователю для того, чтобы умственно подготовиться к следующему шагу.

Для вычисления нужно выделить все физические операторы. Затем используется правило ноль для расстановки возможных операторов M . После в цикле перейти к правилам с первого по пятое для каждого оператора M , чтобы определить его нужность. Ниже приведены правила для расстановки операторов M [19].

Правило ноль: начальная расстановка операторов M . Операторы M следует устанавливать перед всеми операторами K (нажатие клавиши), а также

перед всеми операторами P (указание с помощью «мыши»), предназначенными для выбора команд; но перед операторами P , предназначенными для указания на аргументы этих команд, ставить оператор M не следует.

Правило первое: удаление ожидаемых операторов M . Если оператор, следующий за оператором M , является полностью ожидаемым с точки зрения оператора, предшествующего M , то этот оператор M может быть удален. Например, если вы перемещаете «мышь» с намерением нажать его кнопку по достижении цели движения, то в соответствии с этим правилом следует удалить оператор M , устанавливаемый по правилу ноль. В этом случае последовательность PMK превращается в PK .

Правило второе: удаление операторов M внутри когнитивных единиц. Если последовательность вида: $MKMKMK\dots$ принадлежит когнитивной единице, то следует удалить все операторы M , кроме первого. Когнитивной единицей является непрерывная последовательность вводимых символов, которые могут образовывать название команды или аргумент. Например, перемещать, Елена Троянская или 4564,23 являются примерами когнитивных единиц.

Правило третье: удаление операторов M перед последовательными разделителями. Если оператор K означает лишний разделитель, стоящий в конце когнитивной единицы (например, разделитель команды, следующий сразу за разделителем аргумента этой команды), то следует удалить оператор M , стоящий перед ним.

Правило четвертое: удаление операторов M , которые являются прерывателями команд. Если оператор K является разделителем, стоящим после постоянной строки (например, название команды или любая последовательность символов, которая каждый раз вводится в неизменном виде), то следует удалить оператор M , стоящий перед ним. (Добавление разделителя станет привычным действием, и поэтому разделитель станет частью строки и не будет требовать специального оператора M). Но если

оператор K является разделителем для строки аргументов или любой другой изменяемой строки, то оператор M следует сохранить перед ним.

Правило пятое: удаление перекрывающих операторов M . Любую часть оператора M , которая перекрывает оператор R , означающий задержку, связанную с ожиданием ответа компьютера, учитывать не следует.

Также предлагаются следующие рекомендации по помещению оператора M : инициирование задачи, принятие решения (в пользу какого-либо способа), вспоминание, поиск на экране, размышления о параметре задачи, проверка правильности [20].

1.3 Обзор и анализ систем-банков спутниковых данных

Увеличение объемов поступающей информации от систем ДЗЗ существенно расширили сферу их применения. Однако это же и вынудило разрабатывать новые подходы к организации работы со спутниковыми данными. Поэтому эффективное использование пространственных данных и их формирование является актуальной проблемой для научного сообщества. Ставятся задачи технологического и организационного обеспечения территориально-распределенных систем сбора, обработки, хранения и предоставления пространственных данных и метаданных. Такие системы должны предоставлять своим пользователям средства удаленного доступа к цифровой геоинформации, обеспечивать их информационное взаимодействие [21].

Целью обзора систем банков является поиск оптимального решения, позволяющего реализовать функциональные требования. Графические пользовательские интерфейсы банков будут проанализированы с помощью метода KLM-GOMS. В основе будет браться следующее задание: просмотр снимка по району интереса в виде прямоугольного контура с облачностью менее 10 % за январь 2018. Район интереса будет вычисляться по количеству нажатий на кнопку «мыши» и указание курсором (операторы B и P), так как

не представляется возможным повторить в двух банках спутниковых данных одинаковый по длинам четырех сегментов контур. Рассматривается положение рук: одна на клавиатуре, другая на «мышь». Таким образом, сценарий такой: пользователь выделяет прямоугольную область, выбирает дату с 01.01.2018 по 31.01.2018 (месяц), выбирает спутник, облачность менее 10 % и останавливается на одном из первых снимков.

1.3.1 Банк данных системы United States Geological Survey

Геологическая служба США (USGS) имеет четыре основных научных направления в области биологии, географии, геологии и гидрологии. USGS предоставляет надежную научную информацию для понимания Земли; помогает минимизировать потери жизни и имущества от стихийных бедствий, управлять водными, биологическими, энергетическими и минеральными ресурсами. Также база данных USGS предоставляет множество различной картографической информации, в том числе, спутниковые изображения поверхности Земли, которые подходят для широкого спектра применений [22]. На рисунке 11 изображен графический пользовательский интерфейс системы.

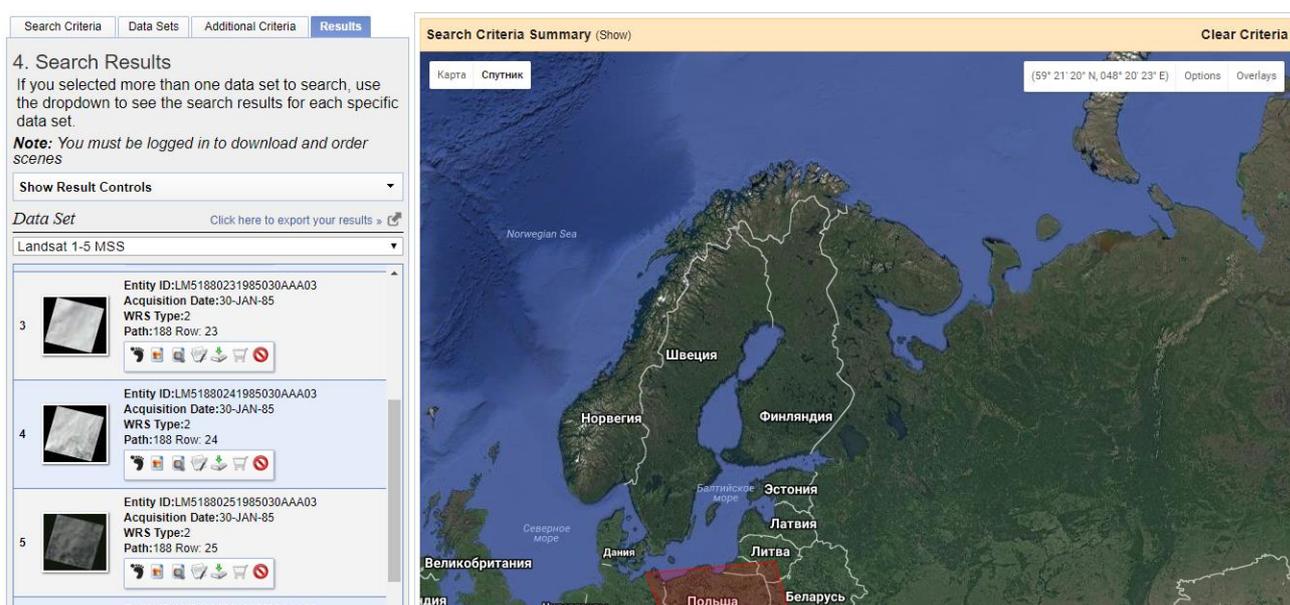


Рисунок 11 — Интерфейс просмотра снимков по запросу в USGS

1.3.2 Банк данных геопортала Роскосмоса

Геопортал Роскосмоса — бесплатный картографический сервис Федерального космического агентства России, предоставляющий спутниковые снимки и карты Земли. Ресурс, который включает в себя средство просмотра космических снимков земной поверхности и инструмент поиска данных ДЗЗ с российских спутников по наиболее полному в России каталогу. С его помощью пользователь может не только оформить заявку на найденные им по каталогу архивные данные, но и заказать новую съёмку, задав требуемые параметры. Ежедневно в геопортале размещается до 50 маршрутов съёмки с российских спутников «Ресурс-П», «Канопус-В» и «Метеор-М» [23].

До создания геопортала российские спутниковые данные были разбросаны по различным архивам, отсутствовала каталогизация, что препятствовало оперативному поиску по заявкам. В единый каталог геопортала передаются каталоги Роскосмоса и каталоги одного из крупнейших российских поставщиков снимков зарубежных космических аппаратов компании «Совзонд» [24]. На рисунке 12 продемонстрирован графический пользовательский интерфейс просмотра снимков на геопортале Роскосмоса.

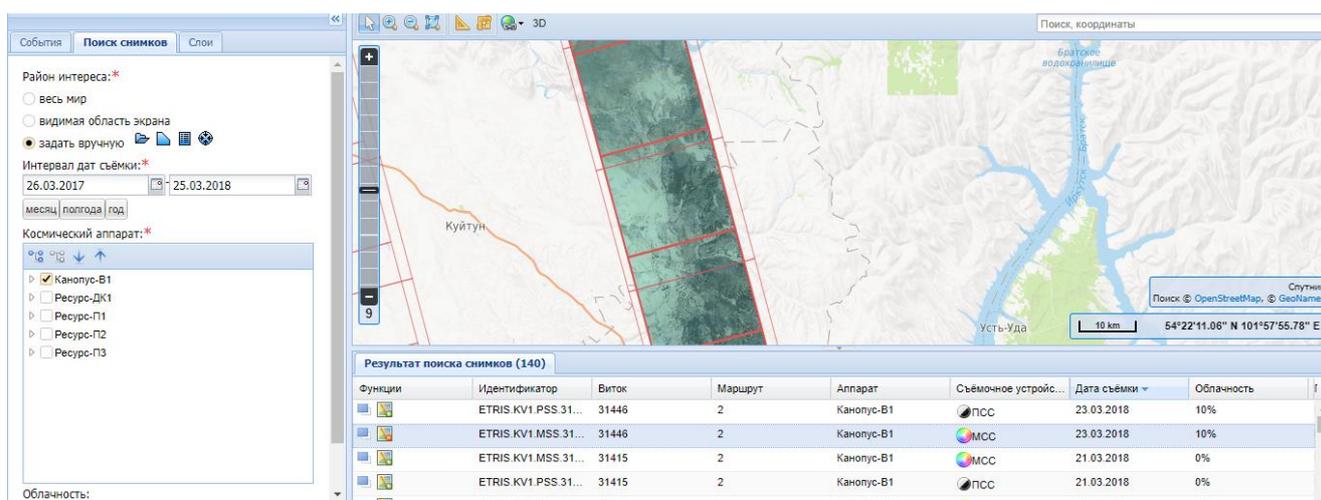


Рисунок 12 — Интерфейс просмотра снимков по запросу в геопортале Роскосмос

метаданных, а также окно результатов поиска, которое закрывает просматриваемую область. Список доступных космических аппаратов также занимает значительную долю интерфейса. Нет ясности, существуют ли снимки выбранного спутника в указанные даты по определенной площади до того, как будет производиться поиск.

1.4 Требования к модулю

Область применения данной программы — система агромониторинга Красноярского края.

Модуль визуализации предназначен для визуализации спутниковых данных, полученных с космического аппарата SPOT-4.

Функциональным назначением модуля визуализации является предоставление доступа к спутниковым данным в виде снимков космического аппарата SPOT-4 для дальнейшего анализа заинтересованными пользователями.

Модуль визуализации должен использоваться в системе агромониторинга для предоставления доступа к спутниковым данным. Конечными пользователями модуля визуализации являются пользователи системы, администратор системы.

Модуль визуализации должен обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

- возможность выбора спутника, года, месяца, для которых требуется вывести соответствующий снимок;
- возможность задания области интереса, для которой выводятся снимки, имеющие с областью пересечение;
- возможность установления значения облачности;
- возможность вывода метаданных по спутниковым данным;
- возможность перелета к снимку;
- отображение спутниковых данных по выбранным пользователем параметрам.

Входные данные должны быть организованы в виде данных, вводимых пользователем, таких как спутник, год, месяц, облачность, область интереса для вывода данных. Выходные данные представляют собой список слоев спутниковых данных с наименованием спутника и датой получения снимка.

Доступ должен быть предоставлен только авторизованным пользователям, коими являются заинтересованные пользователи. Модуль не должен быть закрыт для смежных модулей и систем.

При реализации модуля применяется следующее лингвистическое обеспечение — язык программирования JavaScript, таблица стилей CSS, языка разметки HTML. Организация взаимодействия с пользователем должна использовать русский язык.

В перечень программных средств входят:

- библиотека JavaScript jQuery — производит манипуляции с html-элементами, управляя их поведением и используя DOM для изменения структуры веб-страницы;
- набор инструментов Twitter Bootstrap 2 — HTML, CSS, JavaScript фреймворк, включает в себя шаблоны оформления компонентов оформления веб-интерфейса.

В таблице 4 приведены требования к техническому обеспечению для работы модуля.

Таблица 3 — Требования к техническому обеспечению

№	Параметр/Характеристика	Рекомендуемое значение
1	Процессор	Процессор x64: AMD Opteron, AMD Athlon 64, Intel Xeon с поддержкой Intel EM64T, Intel Pentium IV с поддержкой EM64T. - Процессор x86: процессор, совместимый с Pentium III или выше
2	Оперативная память (RAM)	Минимальный размер: 512 МБ
3	Устройства ввода/вывода	Компьютерная мышь, монитор, клавиатура

1.5 Выводы по первой главе

В обзоре существующих технологий визуализации спутниковых данных рассмотрены два картографических сервера: GeoServer и MapServer. Проанализирована возможность публикации в автоматическом пакетном режим, для чего был рассмотрен поэтапный процесс публикации для каждого из картографических серверов.

На основании недостатков, выявленных в обзоре и анализе графических пользовательских интерфейсов банков спутниковых данных выявлено, что параметры для выборки снимков нужно расположить на одной вкладке. Это позволит пользователю сразу проверить все выбранные параметры. При рисовании простой, прямоугольной области пользователь не должен думать, как правильно завершить действие. Результат фильтрации также следует вывести в боковой панели, где расположены параметры для выборки, чтобы не уменьшать обзор карты. Также следует сделать завершение действия за пользователя или добиться того, чтобы его окончание было очевидным.

Были сформированы следующие функциональные требования к модулю визуализации:

- возможность выбора спутника, года, месяца, для которых требуется вывести соответствующий снимок;
- возможность задания области интереса, для которой выводятся снимки, имеющие с областью пересечение;
- возможность установления значения облачности;
- возможность вывода метаданных по спутниковым данным;
- возможность перелета к снимку;
- отображение спутниковых данных по выбранным пользователем параметрам.

Глава 2. Разработка программного проекта

2.1 Модель прецедентов

Унифицированный язык моделирования (Unified Modeling Language — UML) — стандартный инструмент разработки моделей программного обеспечения. Используется для визуализации, спецификации, конструирования и документирования артефактов программных систем [25].

Диаграмма вариантов использования является одной из 14 видов диаграмм в стандарт UML [26].

Цели, преследуемые при разработке диаграммы вариантов использования:

- установить для моделируемой предметной области общие границы и контекст на первых этапах проектирования системы;
- изложить единые требования к функциональному поведению проектируемой системы;
- создать первичную концептуальную модель системы для дальнейшей детализации в форме физических и логических моделей;
- подготовить исходную документацию для взаимодействия разработчиков системы с ее заказчиками и пользователями.

Диаграмма — изображение набора элементов графически, нередко встречается в виде сущностей и связей. Вариант использования (прецедент) — это описание последовательности действий, включая их варианты, выполняемых системой, достижения определенного результата которых значимо для действующего лица. Применяется для выражения требуемого поведения системы, без описания реализации поведения, то есть определяют внешнее поведение, без объяснения, как его достичь. При этом описывают только существенные аспекты поведения [25].

Действующее лицо (актор) — сущность, которая взаимодействует с

системой извне. При этом действующим лицом может выступать не только человек, но и другие системы, устройства и программы.

На рисунке 13 изображена модель прецедентов для актора «заинтересованный пользователь». В таблице 5 отражены актор, прецеденты и их описания для модуля визуализации спутниковых данных.

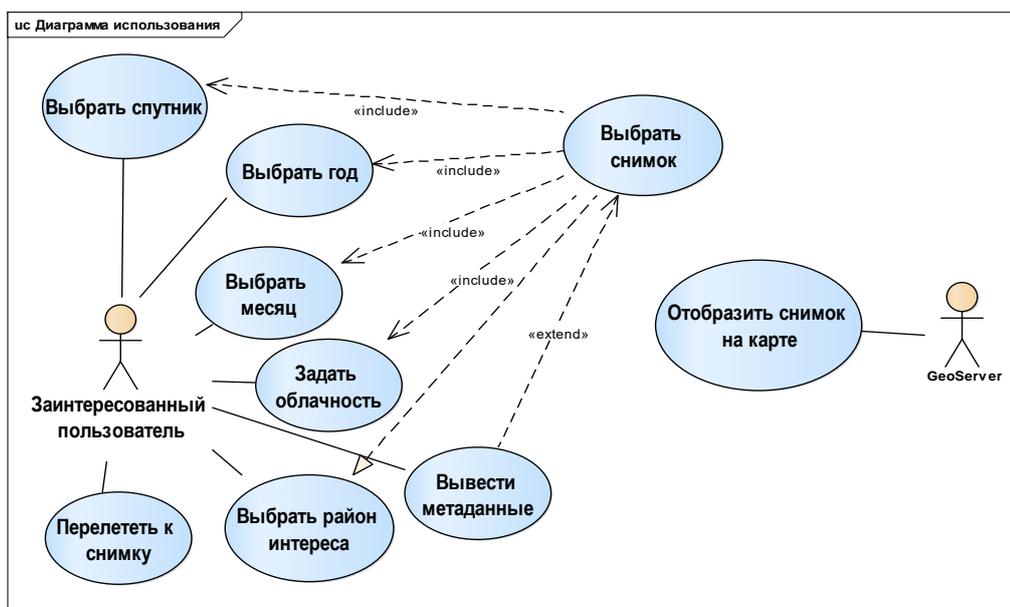


Рисунок 13 — Модель прецедентов для заинтересованных пользователей

Таблица 4 — Прецеденты модуля визуализации

Актор	Наименование	Формулировка
Заинтересованный пользователь	Выбрать спутник	Позволяет актору посмотреть спутниковые снимки по определенному спутнику.
Заинтересованный пользователь	Выбрать год	Позволяет актору посмотреть спутниковые снимки за определенный год.
Заинтересованный пользователь	Выбрать месяц	Позволяет актору посмотреть спутниковые снимки за определенный месяц.
Заинтересованный пользователь	Задать облачность	Позволяет актору задать значение облачности.
Заинтересованный пользователь	Выбрать снимок	Позволяет актору визуализировать выбранный спутниковый снимок.
Заинтересованный пользователь	Вывести метаданные	Актор может вывести данные по снимку
Заинтересованный пользователь	Выбрать район интереса	Актор может ограничить список спутниковых снимков, определив прямоугольным контуром область на карте.

Окончание таблицы 4

Актор	Наименование	Формулировка
Заинтересованный пользователь	Перелететь к снимку	Актор может переместиться к спутниковому снимку, если потерял его из поля видимости.
GeoServer	Отобразить снимок на карте	Актор отображает спутниковый снимок в соответствии с параметрами

2.2 Модель поведения

Диаграмма деятельности — диаграмма для моделирования динамических аспектов систем. Эти динамические аспекты могут включать деятельность на любом уровне абстракции в любом представлении системной архитектуры, включая классы (в том числе активные), интерфейсы, компоненты и узлы. Представляет собой блок-схему, которая показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой, однако в отличие от традиционной блок-схемы позволяет отображать параллелизм [25].

Деятельность — это выполняющийся в данный момент неатомарный набор действий внутри машины состояний (автомата). Выполнение некоторой деятельности в конечном счете раскрывается в виде выполнения отдельных действий (actions), каждое из которых может изменить состояние системы или передавать сообщения. Действия заключаются в вызове другой операции, отправке сигнала, создании или уничтожении объекта либо в выполнении простых вычислений. Диаграмма деятельности представляет собой набор узлов и дуг. Диаграммы деятельности обычно содержат действия, узлы деятельности, потоки и значения объектов.

При моделировании динамических аспектов системы диаграммы деятельности обычно используются двумя способами:

- для моделирования потока работ. Внимание сосредоточено на том, как выглядит деятельность с точки зрения действующих лиц, взаимодействующих с системой. Потоки работ находятся на периферии программных систем и применяются для визуализации, спецификации, конструирования и документирования

бизнес-процессов, которые включает разрабатываемая система. При таком использовании диаграмм деятельности особенное значение приобретает моделирование потоков объектов.

- для моделирования операции. В этом случае диаграммы деятельности выступают в качестве схем, моделирующих подробности вычислительного процесса. При этом особенно важно моделирование ветвления, разделения и соединения потоков управления. Контекст используемой таким образом диаграммы деятельности включает параметры операций и их локальные объекты.

Рассмотрим детально прецедент «визуализация снимка».

Прецедент: «Визуализация снимка».

Краткое описание: после входа в систему ГИС «Агромониторинг», пользователь выбирает вкладку «Архив», в которой, после задания параметров, он может выбрать снимок для визуализации.

Действующее лицо прецедента — Заинтересованный пользователь ГИС «Агромониторинг».

Базовый поток — Визуализация снимка.

- 1) Пользователь, авторизованный в системе ГИС «Агромониторинг» переходит на вкладку «Архив».
- 2) Пользователь выбирает первое положение (или спутник, или год, или месяц) из трех ключевых фильтров.
- 3) GeoServer на основе выбранного параметра фильтрует списки двух оставшихся.
- 4) Пользователь выбирает второе положение из трех ключевых фильтров.
- 5) GeoServer на основе выбранного параметра фильтрует список последнего фильтра.
- 6) Пользователь выбирает третье положение из трех ключевых фильтров.
- 7) Пользователь задает значение облачности.
- 8) GeoServer отображает список доступных по параметрам слоев.
- 9) Пользователь выбирает слой из списка.

10) GeoServer визуализирует снимок.

Альтернативные потоки: при отсутствии доступных данных после фильтрации в списках пользователь может выбрать другие варианты из существующих в предшествующих параметрах.

Также в качестве фильтра может выступать область интереса, указанная в модели прецедентов на рисунке 13, однако она не является основным фильтром для вывода списка слоев. Построенная модель поведения представлена на рисунке 14. Следует отметить, что согласно [25] при разъединении в реальной системе деятельность может выполняться не параллельно. «Концептуально деятельности в каждом потоке действительно параллельны, хотя в реальной работающей системе они могут быть не только параллельными (как в случае, если система развернута на нескольких узлах), но и состоящими из прерывистых последовательностей (когда она развернута на одном узле), что создает иллюзию параллельности».

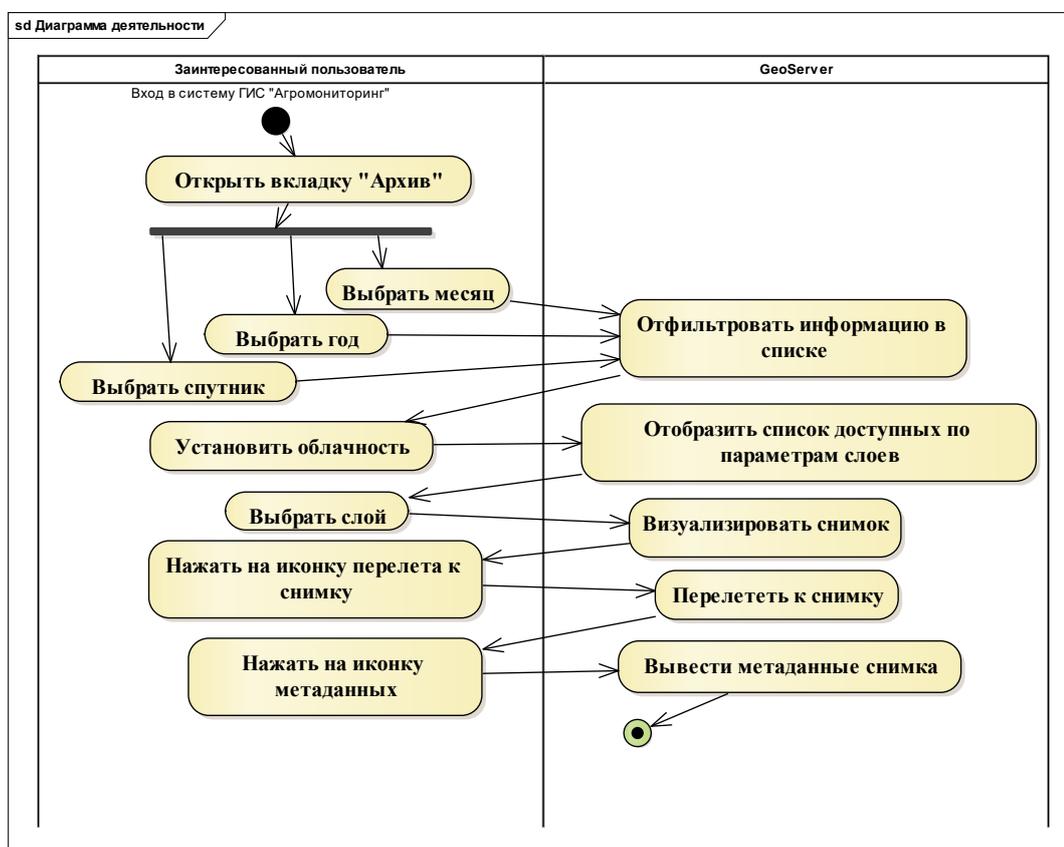


Рисунок 14 — Модель поведения модуля визуализации

2.3 Схема взаимодействия

Компонент — замещаемая часть системы, которая соответствует набору интерфейсов и обеспечивает его реализацию.

Диаграмма компонентов описывает особенности физического представления системы. Такая диаграмма позволяет определить архитектуру разрабатываемой системы, установив зависимости между программными компонентами [27]. На диаграмме развертывания демонстрируется взаимодействие компонентов с узлами в физической системе, а также соединение узлов собой.

На рисунке 15 изображена схема взаимодействия компонентов с узлами в физической системе для функционирования модуля визуализации.

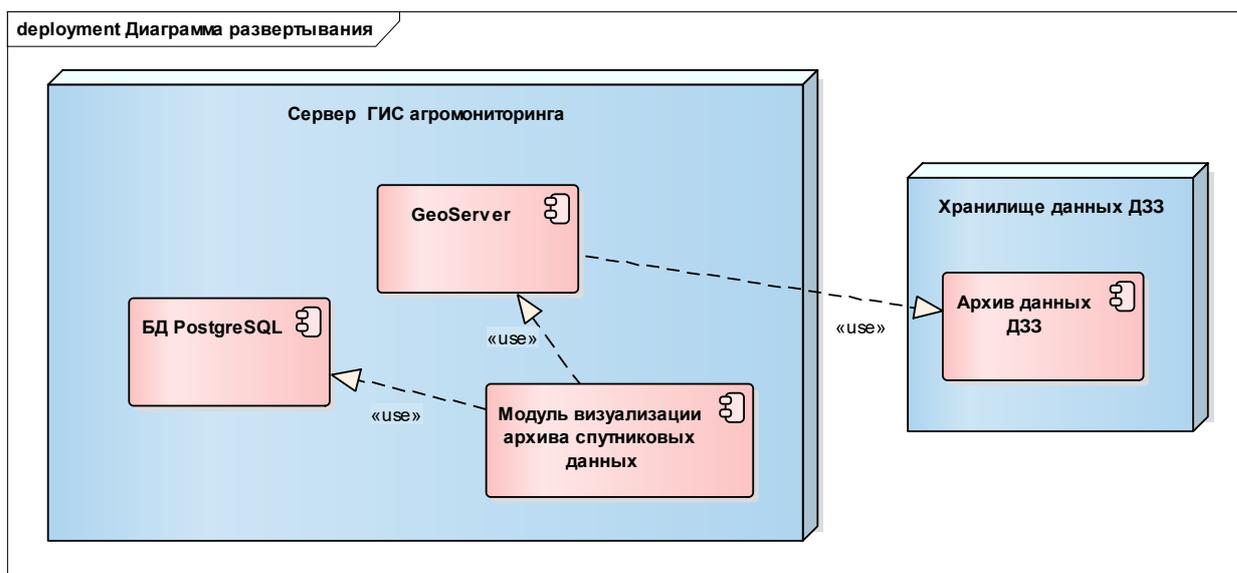


Рисунок 15 — Схема взаимодействия модуля визуализации

В схеме изображены компоненты, требуемые для функционирования модуля. PostgreSQL — база данных, которая содержит слои для системы агромониторинга. В своей работе модуль в основном работает с базой, особенно с таблицей layers_raster, которая содержит метаданные о снимках.

Связь с GeoServer отражает участие модуля в индексации снимков на

GeoServer, однако в рамках текущей работы данная связь не рассматривается.

Архив данных дистанционного зондирования Земли содержит спутниковые снимки и располагается на отдельной машине.

2.4 Горизонтальный прототип

На рисунке 16 отражен существующий графический пользовательский интерфейс системы агромониторинга. Справа видна панель со слоями, в которой тематически разбиты разворачивающиеся списки.

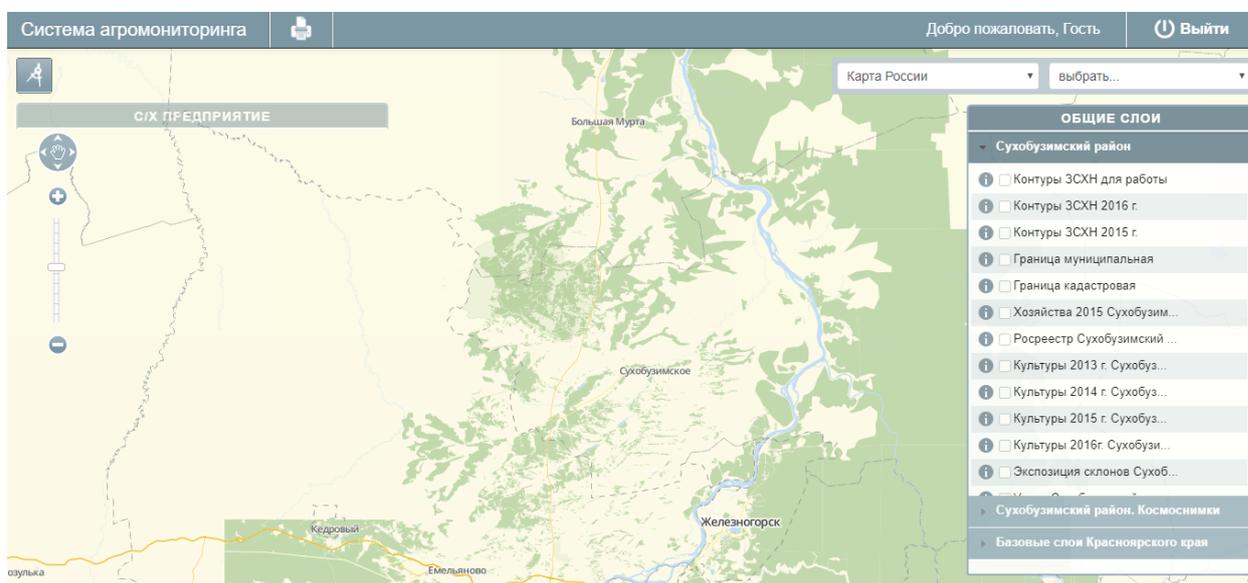


Рисунок 16 — Графический пользовательский интерфейс системы агромониторинга

Вариантом расположения панели для выборки снимков является вкладка в существующей панели слоев, так как она не будет излишне закрывать область карты. Среди параметров, по которым заинтересованный пользователь будет отбирать снимки, выделены такие как спутник, год, месяц, облачность и возможность ограничения за счет района интереса. Год и месяц выделены для временного ограничения вывода и конкретизации поиска. Облачность влияет на видимость объекта на снимке. Спутник, год и месяц

выполнены в качестве выпадающих списков, облачность — в виде крутилки, в которую можно ввести свое значение.

Вид отображения снимков выбран в виде списка слоев без превью снимка, так как с превью, на котором будет различимо изображение снимка, количество снимков, отображаемых за раз, резко сократится, и пользователю придется с помощью вертикальной полосы прокрутки искать нужный. Простой список выглядит компактнее. Слева от названия расположен чекбокс для выбора и кнопка для просмотра метаданных снимка. Перелет к снимку осуществляется через кнопку, которая расположена справа от названия и доступна только после выделения слоя через чекбокс.

На рисунке 17 изображен разработанный горизонтальный прототип модуля визуализации архива спутниковых данных.

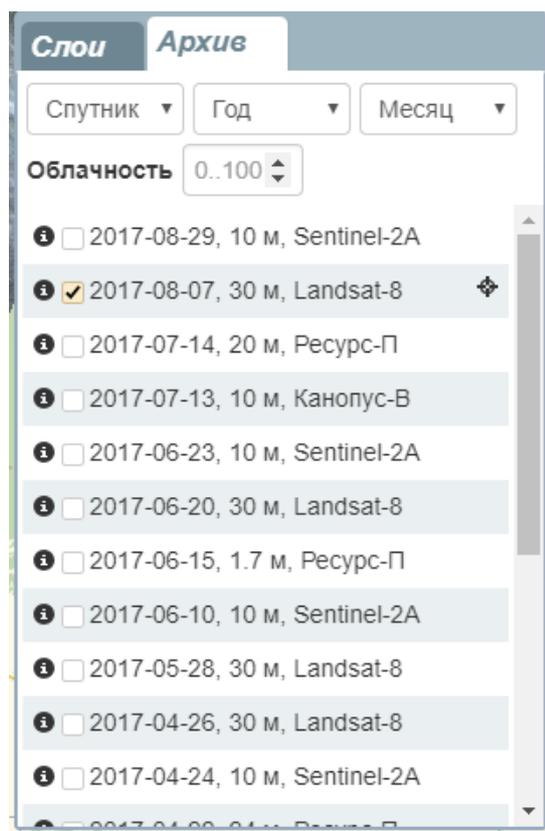


Рисунок 17 — Разработанный горизонтальный прототип модуля

По методу KLM-GOMS действия по выполнению задания для

столбец ответственен за связь данной информации с таблицей layers, в которой собраны все спутниковые снимки.

2.5.2 Работа модуля

Спутниковые снимки SPOT-4 перенесены в отдельную вкладку «Архив». При переходе на вкладку выводится список слоев для первого спутника по последнему доступному году и месяцу. Пользователь выбирает данные в выпадающих списках по спутнику, году, месяцу, задает значение облачности, которое отбирает снимки со значением облачности меньше либо равное введенному. После каждого выбора пользователя изменяется содержание других выпадающих списков. Отображение снимка происходит только после нажатия на чекбокс. Также на отображение списка слоев, удовлетворяющих параметрам, влияет область интереса, определяемая также пользователем. На рисунке 19 отражена фильтрация при выборе значений из выпадающих списков.

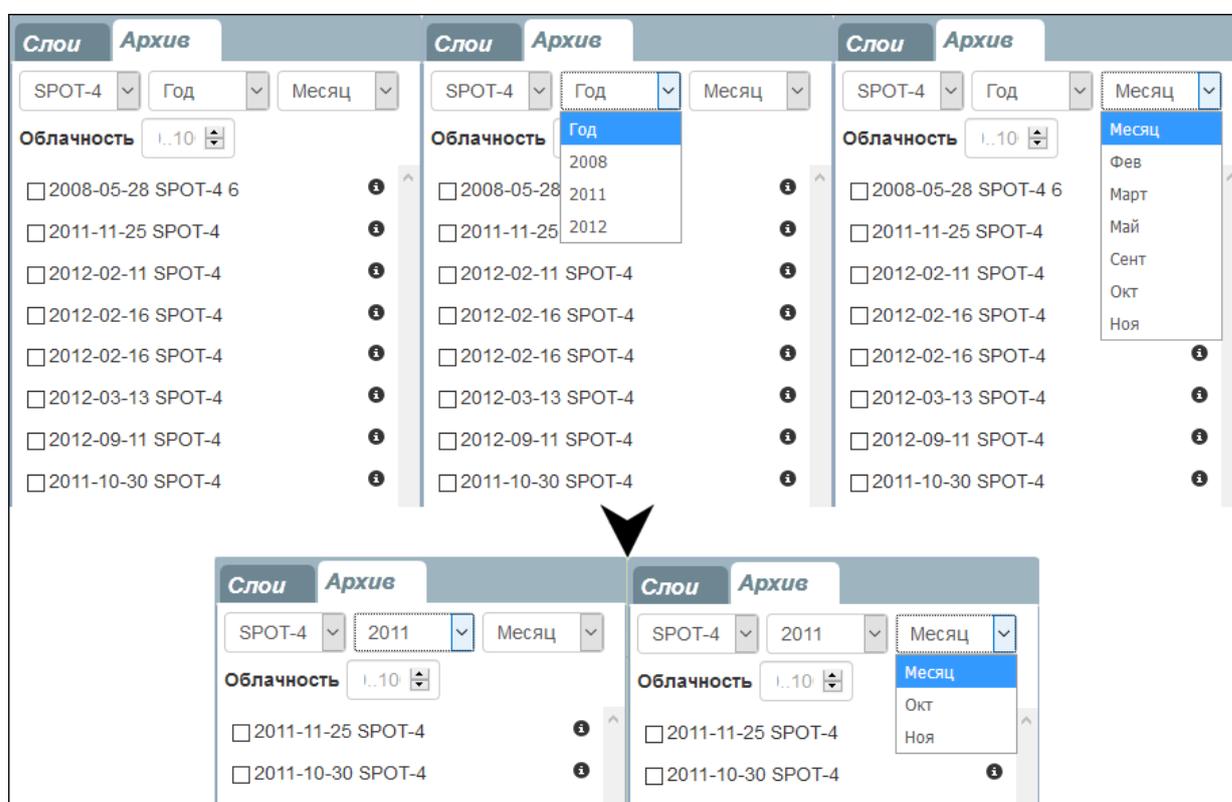


Рисунок 19 — Выпадающие списки

В верхней части рисунка отражено состояние выпадающих списков до выбора конкретных значений, список слоев соответственно, выводит все доступные снимки. Нижняя часть рисунка демонстрирует состояние после выбора в фильтре для года.

Также пользователь может получить снимки только конкретной области. Для этого выделяется инструментом прямоугольная область. Если параметрический прямоугольник снимка пересекает выделенный прямоугольник, то он выводится в списке слоев (рисунок 20).

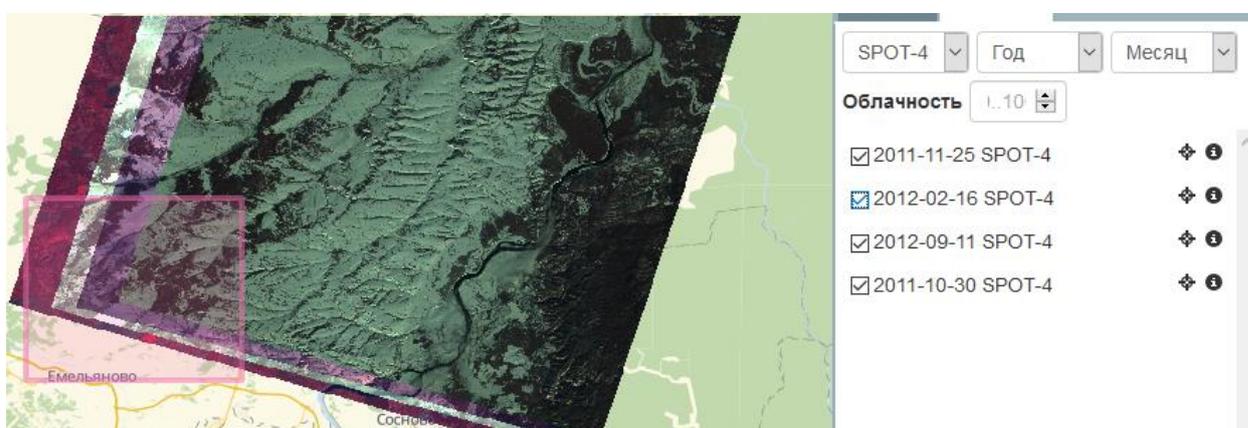


Рисунок 20 — Область интереса

После выбора снимка доступен перелет к снимку (рисунок 21).



Рисунок 21 — Вид иконки перелета к снимку

Для вывода информации о снимке формируется объект рорип, в который также предоставляются данные из таблицы layers_raster. На рисунке 22 продемонстрирован пример вывода в системе агромониторинга.

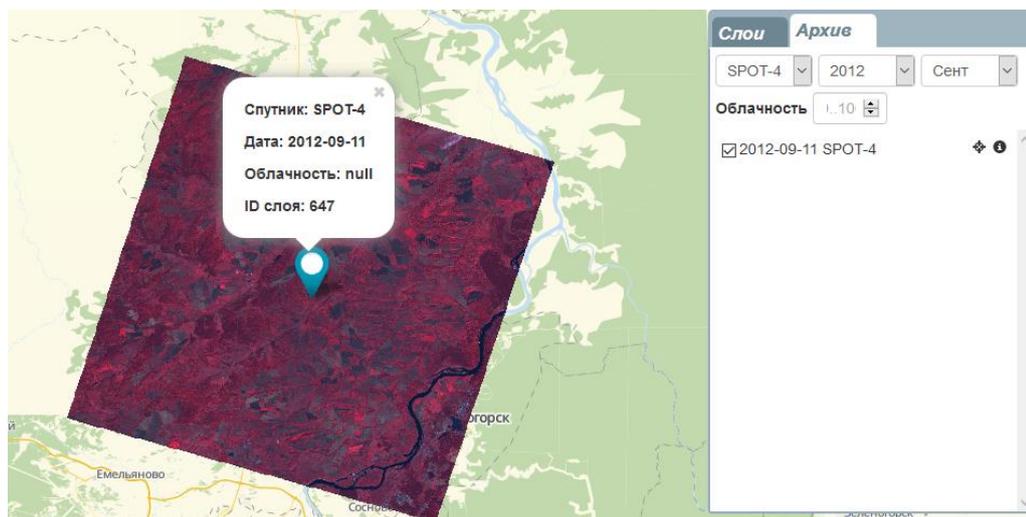


Рисунок 22 — Вывод метаданных снимка

2.6 Выводы по второй главе

С помощью диаграмм вариантов использования и деятельности описана модель взаимодействия пользователя с модулем визуализации. При этом отражена именно порядковая независимость в выборе спутника, года и месяца. Диаграмма развертывания дает представление как о взаимодействиях компонентов с модулем визуализации, так и о физическом расположении компонентов в системе.

Разработан горизонтальный прототип, в котором учтены выявленные при оценке методом KLM-GOMS недочеты в системах-банках. Разработан модуль визуализации архива спутниковых данных с фильтрацией по параметрам пользователя, перелета к снимку и выводу метаданных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате бакалаврской работы выполнены поставленные для достижения цели: выполнен обзор и анализ существующих технологий визуализации; выявлены требования к разрабатываемому модулю; спроектирован модуль визуализации, разработаны как горизонтальный прототип, так и сам модуль.

Выполнен обзор и анализ существующих технологий визуализации. Картографические сервера MapServer и GeoServer проанализированы на возможность создания пакетной автоматической публикации для дальнейшего развития системы агромониторинга. Графические пользовательские интерфейсы систем-банков спутниковых снимков оценены по методу KLM-GOMS и выявлены моменты, которые удлиняют по времени работу пользователя. Сформированы функциональные требования к модулю.

При проектировании модуля визуализации созданы диаграммы:

- диаграмма вариантов использования;
- диаграмма деятельности;
- диаграмма развертывания с компонентами, необходимыми модулю.

Разработан модуль визуализации. Модуль способен фильтровать снимки по спутнику, году, месяцу и облачности, также выводить метаданные о снимке, осуществлять перелет к снимку, искать по области интереса. В дальнейшем планируется добавить возможность скачивания снимка пользователем и расширить список архивных спутниковых снимков.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ДЗЗ — дистанционное зондирование земли;

OGC — Open Geospatial Consortium;

WMS — Web Map Service;

WCS — Web Coverage Service;

WFS — Web Feature Service;

KLM-GOMS — Keystroke-Level Model Goals, Operators, Methods,
Selections rules;

USGS — United States Geological Survey;

БД — база данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТО 4.2-07-2014: Стандарт организации. – Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Система управления СФУ
2. Воробьева, А. А. Дистанционное зондирование Земли : учебно-методическое пособие / А.А. Воробьева. – Санкт-Петербург : Изд-во ИТМО, 2012. – 168 с.
3. Космический мониторинг в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sovzond.ru/industry-solutions/agro/> (дата обращения: 13.03.2018)
4. Построение архива спутниковых данных для анализа динамики растительности / М. А. Бурцев, А. А. Мазуров, И. А. Нейдштадт, А. А. Прошин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли. – 2006. – №3. – С. 170–174.
5. Болсуновский, М. А. Система спутников ДЗЗ SPOT/ М. А. Болсуновский // Геопрофи. – 2005. – №3. – С. 19 – 21.
6. Сутырина, Е. Н. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / Е. Н. Сутырина. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
7. Open Geospatial Consortium. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opengeospatial.org> (дата обращения: 13.03.2018)
8. Web Map Service. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (дата обращения: 13.03.2018)
9. Web Coverage Service. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wcs> (дата обращения: 13.03.2018)
10. Web Feature Service. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs> (дата обращения: 13.03.2018)
11. GeoServer User Manual. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.geoserver.org/latest/en/user/> (дата обращения: 13.03.2018)

12. Welcome to MapServer. [Электронный ресурс]. – URL: <http://mapserver.org> (дата обращения: 14.03.2018)
13. WMS reference. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wms/reference.html> (дата обращения: 14.03.2018)
14. Настройка WMS-сервиса на платформе MapServer. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vector-sol.ru/Blog/12> (дата обращения: 14.03.2018)
15. ГОСТ Р 55241.1-2012/ISO/TR 9241-100:2010 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 100. Введение в стандарты, относящиеся к эргономике программных средств. – Введ. 29.11.2012. – Москва : Росстандарт, 2012 . – 39 с.
16. Горецкий, А. А. Оценка качества пользовательского интерфейса обучающих программ [Электронный ресурс] // А. А. Горецкий – URL: <http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/12819/1/Горецкий%20А.А..pdf> (дата обращения: 15.03.2018)
17. Чуркина, А. В. , Батенькина, О. В. Методы оценки качества пользовательского интерфейса / А. В. Чуркина, О. В. Батенькина //Творчество молодых: дизайн, реклама, информационные технологии : статья в сборнике трудов конференции. – 2016. – С 152–154.
18. KLM. [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Keystroke--level_model&oldid=765471956 (дата обращения: 15.03.2018)
19. Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Д. Раскин: [пер. с англ.]. – СПб. : Символ-Плюс, 2004. – 272 с.
20. Kieras, D. Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times [Электронный ресурс] // D. Kieras. – URL: <http://www-personal.umich.edu/~itm/688/KierasKLMTutorial2001.pdf> (дата обращения: 17.03.2018)
21. Кадочников, А. А. Геоинформационные технологии в системе «Банк

- пространственных данных Красноярского края» / А. А. Кадочников // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2015. - №21. – С 479–484.
22. About USGS. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.usgs.gov> (дата обращения: 17.03.2018)
23. Геопортал Роскосмоса: сервис космических снимков. [Электронный ресурс] – URL: <http://геопорталроскосмоса.рф> (дата обращения: 17.03.2018)
24. Геопортал Роскосмоса [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Геопортал_Роскосмоса&oldid=87974083 (дата обращения: 19.03.2018)
25. Буч, Г., Рамбо, Д., Якобсон, И. Язык UML. Руководство пользователя. / Г. Буч, Д. Рамбо, И. Якобсон: [пер. с англ]. – Москва : ДМК Пресс, 2006. – 496 с.
26. UML [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=UML&oldid=86251728> (дата обращения: 19.03.2018)
27. Леонков, А. В. Самоучитель UML / А. В. Леонков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2007. – 376 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Отчет системы «Антиплагиат»

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

660049, Красноярск, пр. Свободный, 79/10, тел. (3912) 2-912-820, факс (3912) 2-912-773
E-mail: bik@sfu-kras.ru

ОТЧЕТ
о результатах проверки в системе «АНТИПЛАГИАТ»

Автор: Дуева Марина Владимировна

Заглавие: Разработка компонента визуализации архива спутниковых данных для системы агромониторинга

Вид документа: Выпускная квалификационная работа бакалавра

По результатам проверки оригинальный текст составляет 81,92%

Рисунок А.1 — Отчет системы «Антиплагиат»

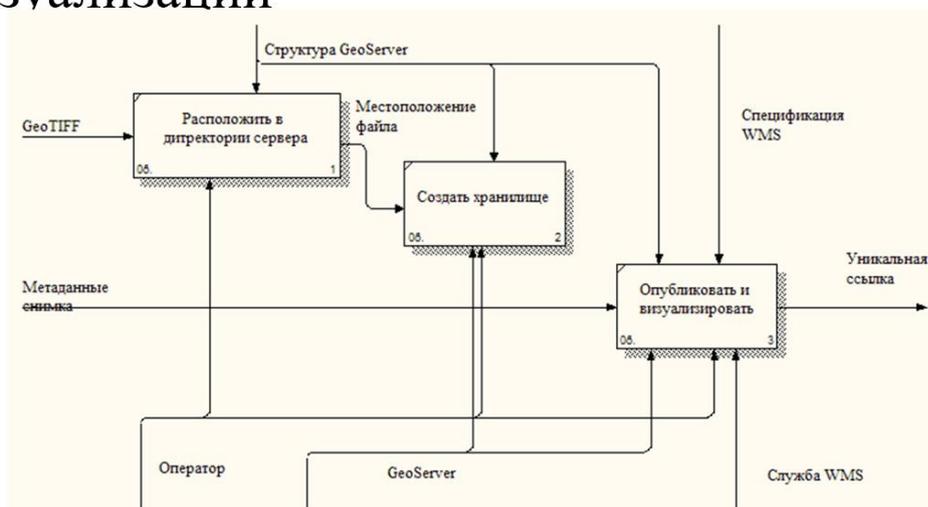
Актуальность

- возможность ретроспективного анализа для прогноза урожайности;
- наблюдение за динамикой развития сельскохозяйственных культур и за изменением границ посевных площадей из-за природных и антропогенных процессов;
- решения тематических научных задач.

3

Рисунок Б.3 — Плакат презентации 3

Обзор существующих технологий ВИЗУАЛИЗАЦИИ



4

Рисунок Б.4 — Плакат презентации 4

Обзор существующих технологий визуализации

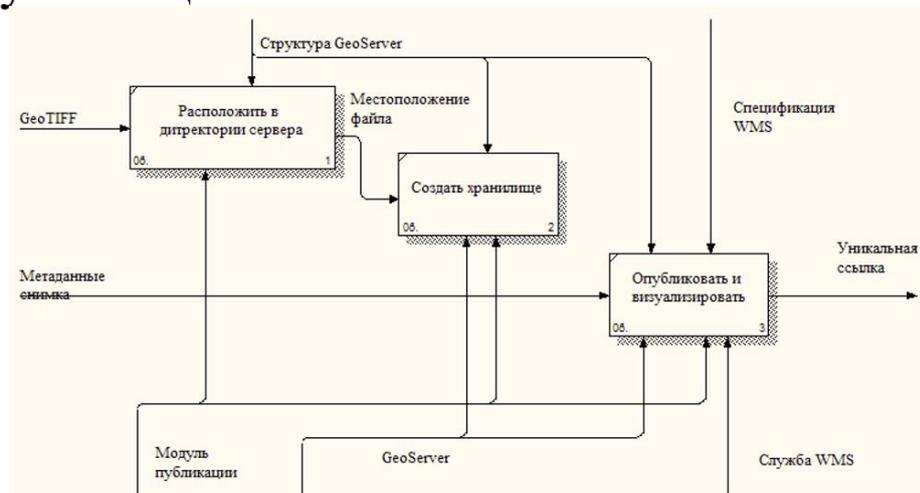


Рисунок Б.5 — Плакат презентации 5

Модель прецедентов

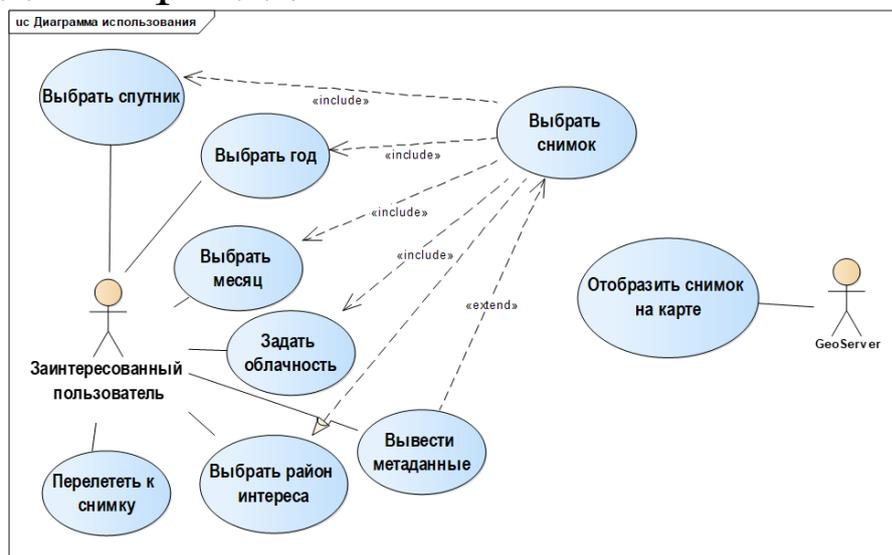
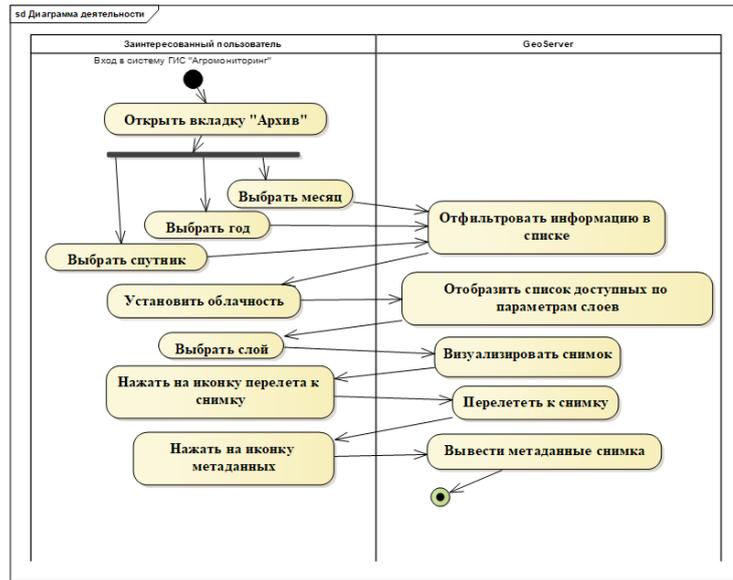


Рисунок Б.6 — Плакат презентации 6

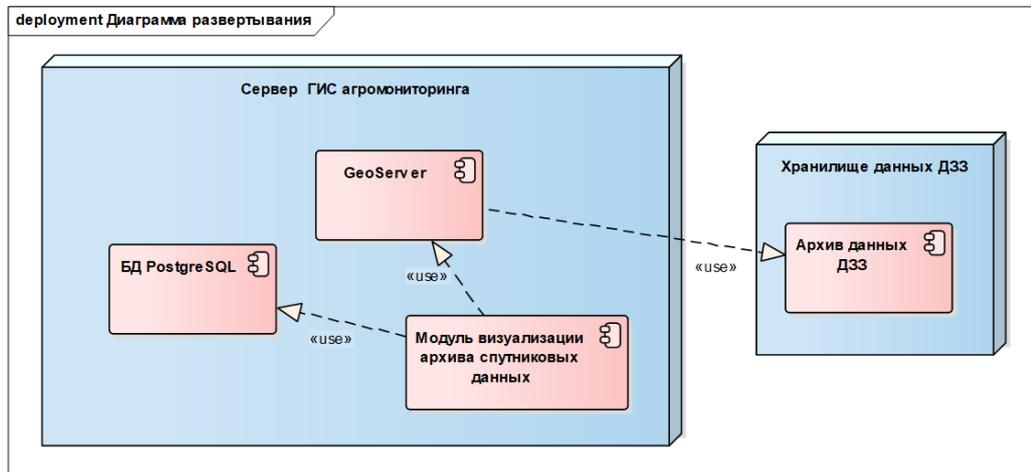
Модель поведения



7

Рисунок Б.7 — Плакат презентации 7

Схема взаимодействия



8

Рисунок Б.8 — Плакат презентации 8

GUI и процесс фильтрации

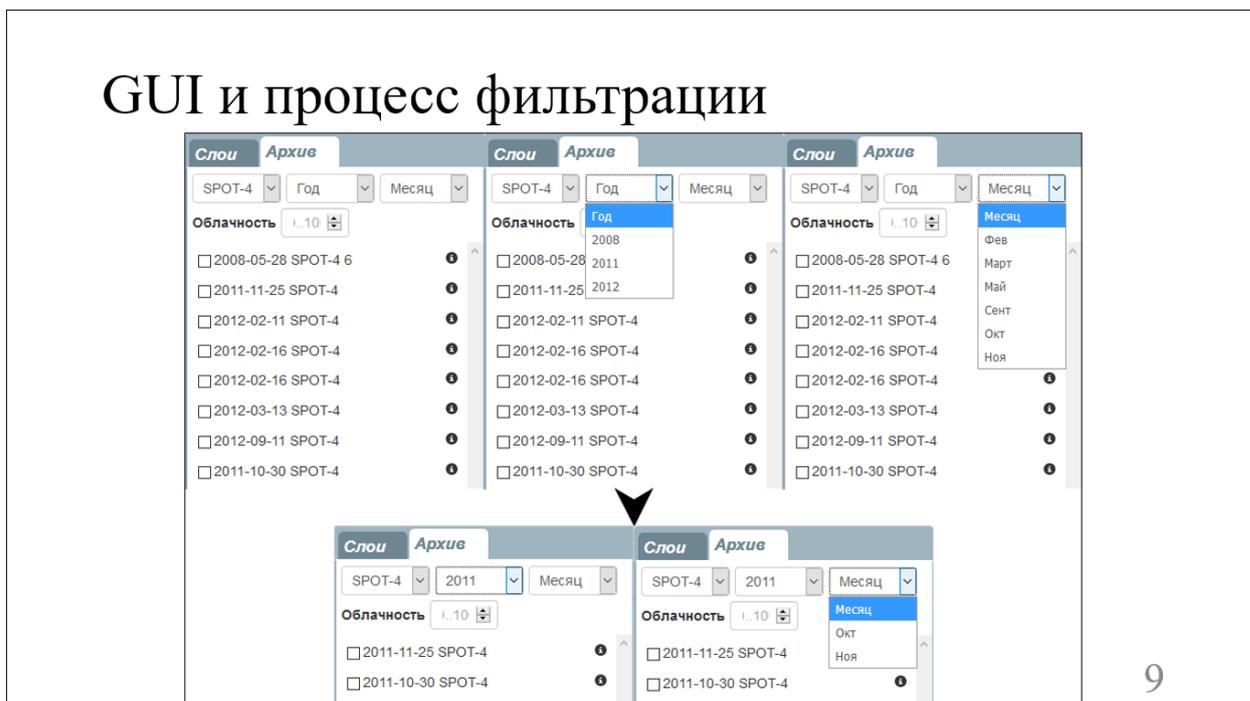


Рисунок Б.9 — Плакат презентации 9

GUI вывода данных о снимке

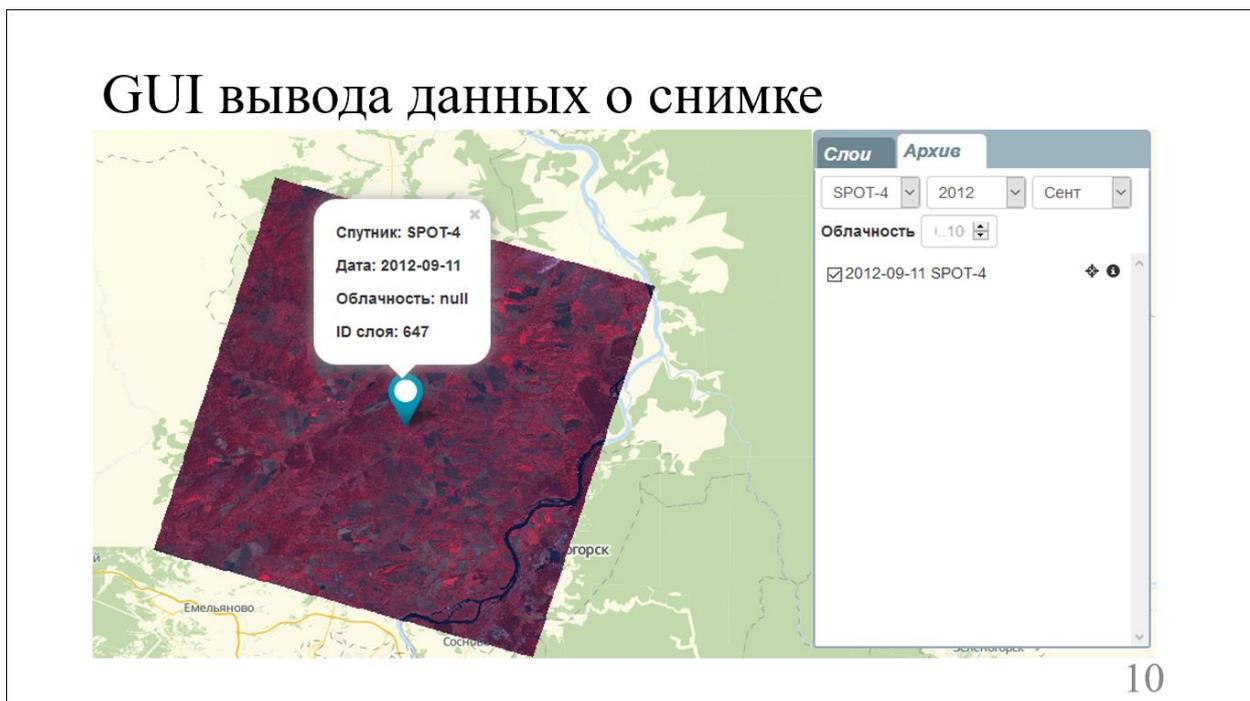
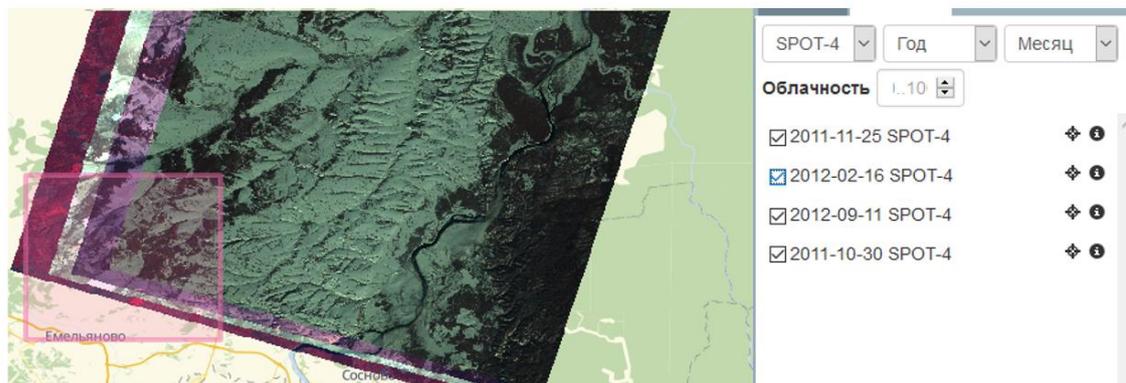


Рисунок Б.10 — Плакат презентации 10

GUI области интереса



11

Рисунок Б.11 — Плакат презентации 11

Заключение

В результате выпускной квалификационной работы были выполнены поставленные задачи:

- выполнен анализ существующих технологий визуализации - картографические сервера MapServer и GeoServer проанализированы на возможность создания пакетной автоматической публикации для дальнейшего развития системы агромониторинга; графические пользовательские интерфейсы систем-банков спутниковых снимков оценены по методу KLM-GOMS и выявлены моменты, которые удлиняют по времени работу пользователя; сформированы функциональные требования к модулю;
- при проектировании модуля визуализации созданы диаграммы: вариантов использования, деятельности, схема взаимодействия компонентов с узлами в физической системе для функционирования модуля визуализации;
- разработан модуль визуализации; модуль способен фильтровать снимки по спутнику, году, месяцу и облачности, также выводить данные о снимке, осуществлять перелет к снимку, искать по области интереса.

12

Рисунок Б.12 — Плакат презентации 12