

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. М. КИРОВА»**

М.Р.ВАГИЗОВ

WEB-КАРТОГРАФИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2020**

Министерство науки и высшего образования и РФ

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени С.М.Кирова»

М.Р.Вагизов

WEB-КАРТОГРАФИЯ

Учебное пособие по организации лабораторных работ студентов
Института леса и природопользования по направлению
09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Санкт-Петербург
2020

УДК 004.9

Рассмотрено и рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией
Института леса и природопользования Санкт-Петербургского государственного
лесотехнического университета имени С. М. Кирова

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р:
кандидат технических наук, профессор **А.М.Заяц**

Р е ц е н з е н т:

Кандидат технических наук, доцент
кафедры прикладной информатики **Н. В. Яготинцева**, Институт информационных
систем и геотехнологий ФГБОУ ВО Российский государственный
гидрометеорологический университет

Web-Картография : учебное пособие / **М.Р. Вагизов**; М-во науки и высшего
образования РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов.
"Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М.
Кирова", каф. инф. сист. и технологий – Санкт-Петербург: Изд-во "Свое издательство",
2020.– 73 стр.

В учебном пособии представлена ознакомительная программа лабораторных
работ по основам работы с веб-картографическими сервисами, виртуальными
глобусами и Web-ГИС размещенными в сети Интернет. Рассмотрены наиболее широко
используемые открытые системы дистанционного зондирования Земли для
картографических методов изучения Земной поверхности. В первой части приводятся
основные источники работы с открытыми данными дистанционного зондирования
Земли в сети Интернет. Во второй части представлена программа и рекомендации по
выполнению 6 лабораторных работ.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 09.03.02
«Информационные системы и технологии», а так же в качестве вспомогательной
литературы для студентов, бакалавров, магистрантов, аспирантов, соискателей, ГИС-
специалистов и преподавателей, изучающих и интересующихся вопросами
геоинформатики, web-картографией и прикладных специальностей Наук о Земле.

© Вагизов М.Р. 2020

ISBN 978-5-4386-1880-5

ВВЕДЕНИЕ

ТЕМА 1	
<i>Основные направления web-картографических методов исследования</i>	4
ТЕМА 2	
<i>Знакомство с web-картографическими сервисами</i>	7
ТЕМА 3	
<i>Знакомство с виртуальными глобусами</i>	22
ТЕМА 4	
<i>Знакомство с Web-ГИС</i>	29
Рекомендации к выполнению лабораторных работ	35
Лабораторная работа № 1	
<i>Определение объекта исследования, подготовка материалов дистанционного зондирования Земли</i>	37
Лабораторная работа № 2	
<i>Ретроспективный анализ выбранной территории</i>	42
Лабораторная работа № 3	
<i>Привязка раstra в Google Earth Pro</i>	47
Лабораторная работа № 4	
<i>Работа с Web-Гис Псковлеспроект</i>	49
Лабораторная работа № 5	
<i>Заказ сцен выбранного временного интервала в Earth Explorer</i>	51
Лабораторная работа № 6	
<i>Анализ данных спутниковых наблюдений для оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов на основе web-сервиса Vega-Pro</i>	54
Лабораторная работа № 7	
<i>Разработка web-карты на основе статистических данных</i>	58
Лабораторная работа № 8	
<i>Разработка интерактивной карты средствами Microsoft 3D Maps и данных web-карт Bing</i>	63
Оформление отчета	69
Библиографический список	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	72

ТЕМА 1

Основные направления web-картографических методов исследования

Web-картография – область компьютерных технологий сочетающих в себе следующие компоненты: картографическую информацию, интернет ресурсы, web-технологии и данные дистанционного зондирования Земли. В настоящее время увеличение пространственной информации и открытых данных дистанционного зондирования Земли привело к общему увеличению в глобальной сети специализированных web-картографических сервисов, основное предназначение которых:

- Облегчение доступа к разнородной картографической информации
- Научные исследования
- Сортировка интересующих данных
- Визуализация пространственных данных
- Ретроспективный анализ

Данный список не ограничен представленными сведениями, поскольку web-картография стремительно развивающаяся отрасль знаний, web-картография входит в составляющую часть науки – Геоинформатики. Основным преимуществом web-карт является мультимасштабность карт, серверные технологии и периодическое обновление данных дистанционного зондирования Земли.

Основным инструментом web-картографического анализа являются **web-картографические сервисы** – программы, не требующие установки исходных файлов на компьютер пользователя, чаще всего это web-приложения, работающие через браузер пользователя. Такой способ

взаимодействия удобен тем, что при взаимодействии пользователя с программной средой отсутствует зависимость от конкретного типа операционной системы и вычислительных мощностей аппаратного обеспечения, основным инструментом выступает браузер пользователя. Вторым дополнительным инструментом web-картографии являются виртуальные глобусы – программы, как правило, требующие установки исполняемых файлов на компьютер пользователя, но при этом работающие на основе стандартных протоколов используемых при передачи картографической информации в сети, дистанционные материалы размещенные в виртуальных глобусах могут отличаться от материалов web-картографических сервисов.

Современные картографические веб-сервисы классифицируются по функциональным возможностям, технологическим особенностям и интерактивному взаимодействию с конечным пользователем. Представленные в сети сервисы по способу визуализации данных делятся на виртуальные глобусы и картографические сервисы. По технологическим особенностям на кэшируемые и динамические.[1] Каждый из web-картографических сервисов в своей структуре используют протоколы доступа к пространственным данным регламентируются которые международной некоммерческой организацией Open GIS Consortium в таблице 1 представлены основные протоколы, используемые в web-картографии.

Web-картография стремительно развивающаяся область геоинформатики, имеет преимущества перед стандартными стационарными ГИС, которые в нынешнее время интегрируются в интернет среду. Данная сфера имеет большой потенциал в своём развитии, в сочетании с развитием технологий спутникового мониторинга и развитием методов интеллектуального анализа данных и искусственного интеллекта.

Таблица 1 Протоколы для обмена картографическими данными

№	Название протокола	Аббревиатура	Характеристика протокола
1	Web Map Service	WMS	Прокол запроса и предоставления картографической информации в виде изображений или набора динамических объектов
2	Web Feature Service	WFS	Протокол который определяет условия получения и обновления пространственной геоинформации при помощи клиентской части приложения использующего язык GML (Geography Markup Language)
3	Web Coverage Service	WCS	Протокол сервиса предоставления данных на уровне конкретного географического пространства, обработка данных использования данного протокола происходит на клиентской части приложения.
4	Web Processing Service	WPS	Протокол запросов и ответов определяющий web-интерфейс для геообработки.
5	Web Map Tile Service	WMTS	Протокол кэширования больших изображений пр помощи тайлов (изображений более меньшего размера)
6	Grid Coverage Service	GCS	Надстройка над протоколом WCS позволяет разбивать спутниковое изображение на сетке предоставления значений в каждой точке заданной системе координат
7	Web Coverage Processing Service	WCPS	Протокол определяющий язык для фильтрации и обработки многомерных растровых покрытий.
8	Sensor Planning Service	SPS	Протокол определяющий интерфейсы для запросов, которые предоставляют информацию о возможностях датчика и о том, как его задавать.

Стоит отметить, что все перечисленные протоколы передачи данных имеют географически привязанные данные, протоколы работают «поверх»

стандартного Интернет-протокола передачи гипертекста http.[2] Картографическая информация, размещенная на серверах в открытом доступе, предоставляется компаниям поставщиками данных дистанционного зондирования к ним относятся (Сканекс, Navteq, Here, Digital Globe и др.). Web-картографические методы исследования предоставляют широкие возможности для всестороннего изучения объектов Земной поверхности как природно-территориальных, так и техногенных объектов, постоянно изменяющихся во времени.

ТЕМА 2

Знакомство с web-картографическими сервисами

Ежегодно количество доступной информации о поверхности Земли растёт, количество орбитальных группировок спутников ежегодно увеличивается. К некоторым орбитальным группировкам можно отнести следующие (SkySat, Sentinel, Канопус-В, Метеор-М). Данные дистанционного зондирования в открытом доступе предоставляют как специализированные компании занимающиеся картографией, (Сканекс, Совзонд, Here) так и технологические корпорации (Google, Mail.Ru, ООО «Яндекс»), существует открытый доступ к материалам спутниковой съёмки научных проектов Copernicus и Nasa. По способу доступа к материалам, существуют бесплатный доступ к материалам, ограниченный (на определённый период времени) и закрытый (доступ к материалам становится открыт после оплаты периода времени использования).

Учебное пособие состоит из двух частей, первая часть знакомит читателя с некоторыми из представленных в сети web-картографических платформ и подготавливает студента к выполнению лабораторных работ. Вторая часть представляет

поэтапное описание к выполнению лабораторных работ, с дополненными web-картографическими ресурсами.

Google Maps – набор приложений, построенных на основе бесплатного картографического сервиса и технологии, предоставляемых компанией Google. Создан в 2005 году. Сервис был написан на языках программирования C++, JavaScript, XML, AJAX. На сегодняшний день является одной из популярнейших картографических приложений в мире и по числу пользователей. В данный сервис интегрирован справочник об организациях и карты автомобильных дорог. Отличительная особенность сервиса достаточно частое обновление локальных территорий, как правило, около 1-2 раза в год для урбанизированных территорий, а так же разнородность представления данных. (Рис.1) Использование сервиса не требует оплаты, при этом качество материалов дистанционного зондирования имеет высокое качество. Что делает данный сервис одним из полезных инструментов для изучения территорий.

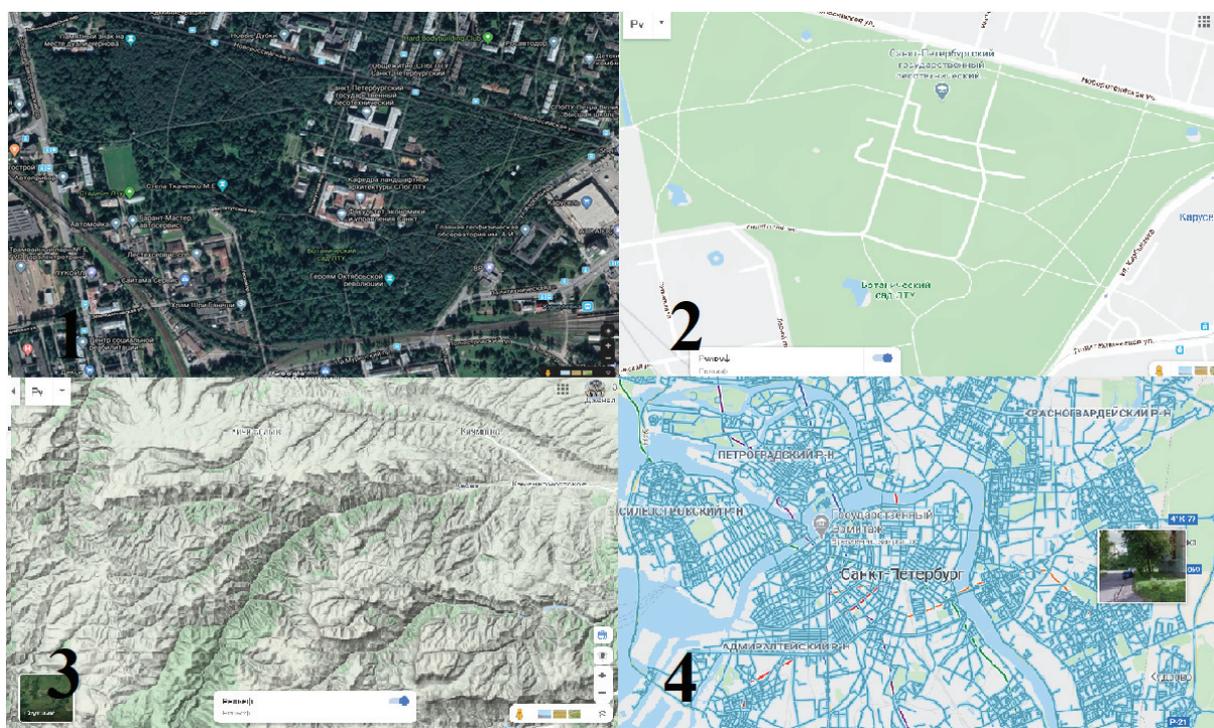


Рис.1 Варианты отображения карт в Google.Maps. 1.Спутник. 2.Карта

3.Рельеф, 4.Панорамы улиц

Основные форматы и типы данных, с которыми можно работать с использованием ряда web-картографических сервисов, виртуальных глобусов и web-гис.

1. Растровые: .tif, .img, .jpg, .png, bmp и др.
2. Векторные: .shp, .tab, .mif, .gpx
3. Web-формат: .kml
4. Текстовые: .xls
5. СУБД: таблицы в MS SQL: точечные, линейные, полигональные
6. Внешние протоколы: WMS,WMST,WFS.

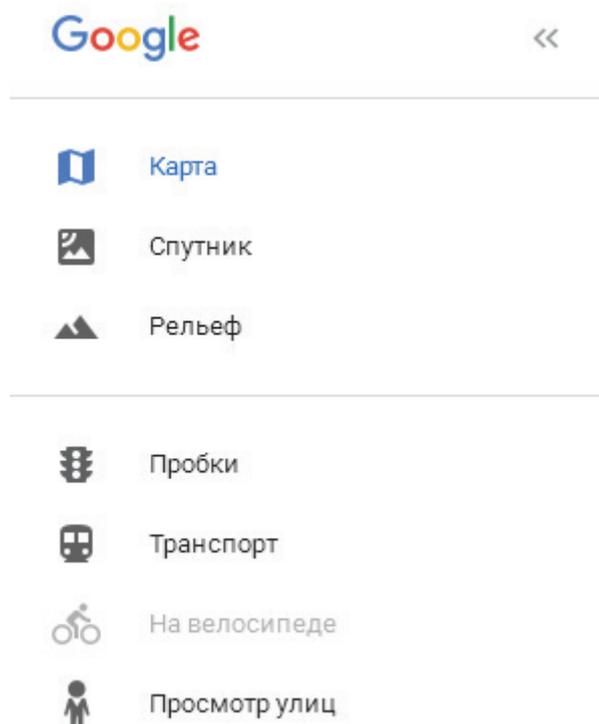


Рис.2 Меню функций web-сервиса

В состав основных функциональных возможностей входит выбор типа карты, спутниковая карта или обычная карта, отображение рельефа, функции прокладки маршрута. При наведении курсором на объект на

карте появляется информация о свойствах объектов, так же при нажатии на саму карту указываются географические координаты.

Среди дополнительного функционала есть возможность просмотра панорамы улиц, что так же примечательно удобством перехода из двумерного режима работы в интерактивный трёхмерный. (рис.3) Местность можно рассматривать во всех направления с обзором в 360⁰, в таком режиме съёмка проводится посредством записи серии снимков при помощи фотофиксирующей аппаратуры установленной на автомобиль.

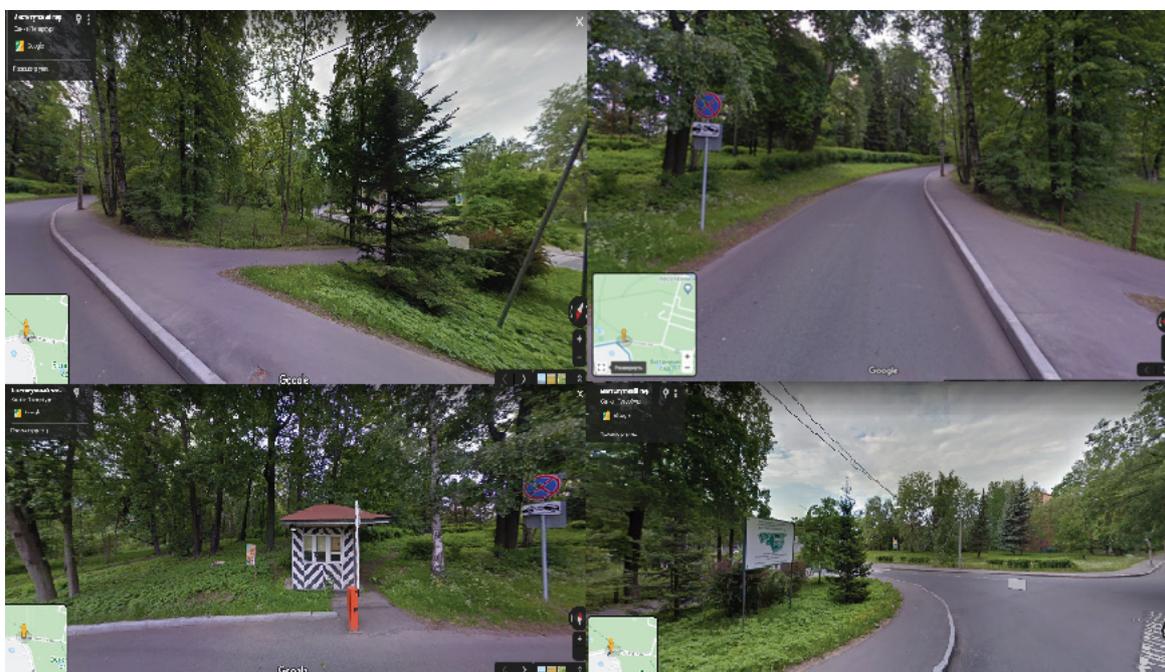


Рис.3 Режим панорамы улиц в 3D

Режим панорамы может быть запущен в исторической хронологии при помощи архива данных хранящихся на серверах компании Google. Так же просмотр доступен через мобильные приложения в операционных системах IOS, Android и др. Данные в Google.Maps, Google.Earth Pro и браузерной версии программы Google Earth не отличаются друг от друга, а подгружаются с одного сервера. Поэтому в качестве источника отличных геоданных, возможно переходить к другим web-сервисам и виртуальным глобусам. Основное отличие между перечисленными

инструментами web-картографии способ взаимодействия, интерфейс и предоставляемые пользователю функции работы с программной средой.

В дополнительные функции рассматриваемого сервиса входят функции, синхронизированные с аккаунтом пользователя, то есть с персональными данными, подтверждение использования которых выбирает непосредственно сам пользователь, к таким функциям относятся:

- Данные пользователя на картах
- Передача местоположения
- Мои места (места отмеченные пользователем)
- Хронология посещений на основе геоданных
- Возможность вывода на информации на печать
- Ссылки
- Уведомления

Возможность web-картографического сервиса с интегрированными данными позволяют анализировать геоинформацию и на основе визуализации данных принимать решения. Не смотря на достаточно широкий пользовательский функционал Web-картографический сервис не обладает возможностью работы со сложными картометрическими операциями, поскольку его целевое назначение заключается в основном в предоставлении пользователю справочной информации, для более детальной работы с картографическими объектами возможно использование другой программы Google Earth Pro, речь о которой пойдёт в разделе виртуальные глобусы или применение специализированных геоинформационных пакетов - QGIS, Global Mapper, MapInfo и др.

Earth Explorer – Картографический сервис USGS (Национальной геологической службы США). В особенности сервиса входят следующие функции: критерии поиска по адресу и наименованию объекта, выбор

данных из архива по календарной дате серии снимков спутников Landsat, возможность загрузки KML-файлов т.е. специальных файлов содержащих объекты – границы, точки, пометки трёхмерные модели в версии kml 2.1.

Пример KML разметки на основе языка XML:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
<Document>
<Placemark>
  <name>Kazan</name>
  <description>New York City</description>
  <Point>
    <coordinates>-74.006393, 40.714172, 0</coordinates>
  </Point>
</Placemark>
</Document>
</kml>
```

Интерфейс картографического сервиса Earth Explorer. Часть из описываемых функций требует регистрации пользователя, для возможности работы с загрузкой геоданных. Рассмотрим интерфейс сервиса. (Рис.4) Главное окно делится на две основные части, слева панель инструментов, поиск, выбор диапазона дат и др. в правой части непосредственно карта в правом верхнем углу окно широты и долготы, стоит отметить, что в данном сервисе есть возможность смены режимов карты, которые подразделяются:

- Топографическую карта США
- Национальная карта
- Спутниковые данные представленные компанией ESRI
- Данные Open Street Map
- Светло-серая карта
- Темно-серая карта

Так же функционал просмотра карты содержит два полезных инструмента, отображения широты и долготы, а также возможность включения/отключения сетки. Примечательно, что интерфейс сервиса первоначально на английском языке, для работы на необходимом языке, возможно использования браузера с автоматическим переводом на нужную языковую систему.

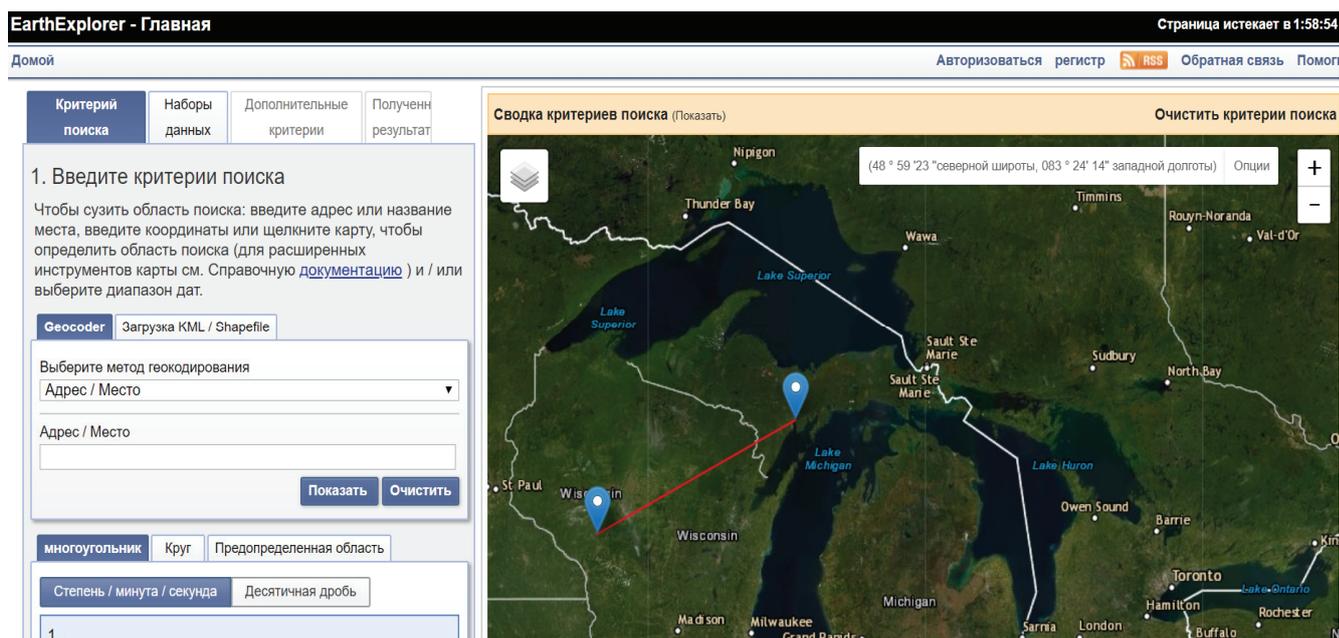


Рис.4 Интерфейс сервиса

Одно из главных достоинств сервиса - возможность загрузки панорамных сцен предобработанных снимков. (Рис.4) В задачи исследований связанных с геоинформатикой входит как правило, непрерывный мониторинг территории связанный с пространственными изменениями данных в динамике. Благодаря большому количеству собранных архивных данных спутниковой съёмки и возможностью выбора конкретной даты определённой сцены, т.е. набора сшитых файлов изображений выбранной территории, появляется возможность делать композиты сцен как мелкомасштабных снимков, так и крупномасштабных в зависимости от предметной области и целей задач исследований. После прохождения процедуры регистрации и выбора интересующей местности

набор выгружаемых сцен выглядит следующим образом. (Рис.5) Привязка карты сцены из нескольких снимков происходит автоматически после нажатия функции – show browse overlay.

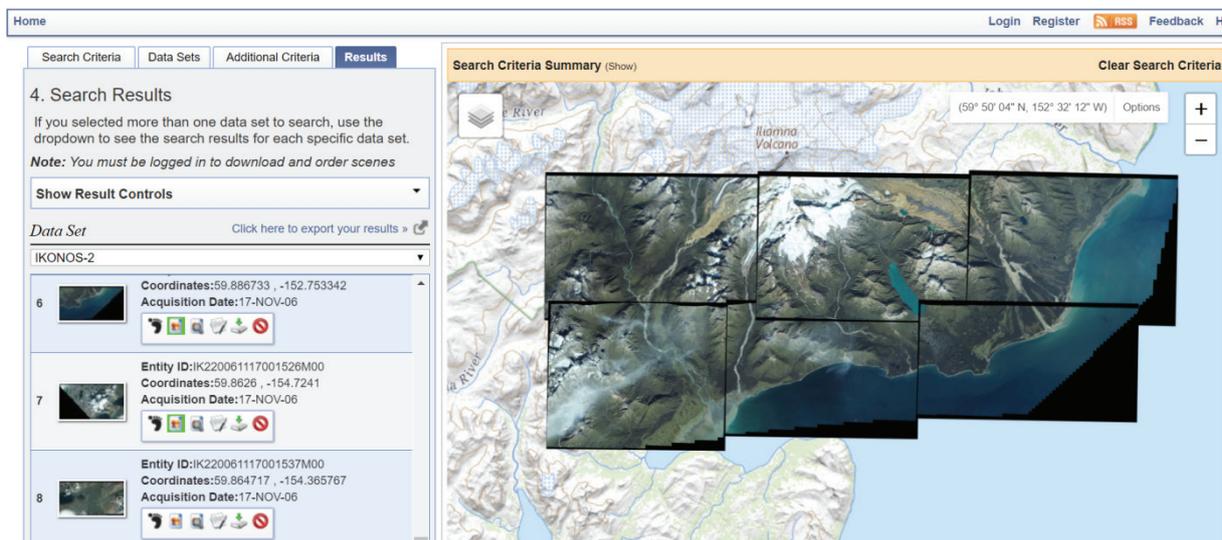


Рис.5 Выбранные сцены для загрузки

Необходимо учитывать, что при загрузки определённой сцены в крупном масштабе фактический объём данных будет достаточно велик, данные одной сцены могут весить более 800 МБ, а в некоторых случаях более 1 Гб. Так же существуют некоторые погрешности и недостатки на исследуемых изображениях, как технического характера при съёмки оптической аппаратурой спутника, так и природного характера.

Wikimapia – веб-картографический сервис, а так же открытый публичный географический проект, целью которого является детальное описание информации об объектах представленных на карте. Изначально сервис разрабатывался российскими инженерами. Отличительной особенностью данного сервиса является встроенная надстройка при помощи API (*Application programming interface*) - интерфейса прикладного программирования, исполняемого на web-карте, (Рис.6) суть API-карт заключается в создании пользователем уникального слоя описывающего географический объект. При добавлении которого, он сохраняется в

общей базе объектов и остаётся на карте, до момента его принудительного удаления. Рассмотрим основные функциональные возможности сервиса:

- Создание объектов на карте при помощи слоёв;
- Редактирование объектов после процедуры аутентификации;
- Отображение объектов выбранной группы одной категории;
- Картометрическая операция измерения расстояния;
- Смена источников загружаемой картографической информации;
- Отображение координат местности

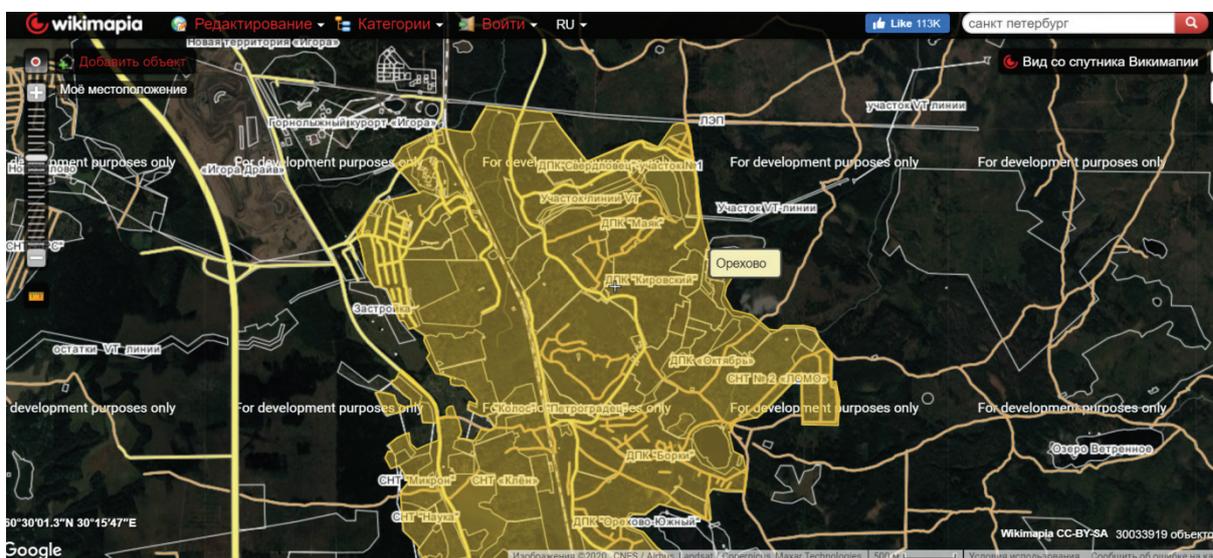


Рис.6 Интерфейс созданного набора слоя при помощи API

Web-картографический сервис проекта Wikimapia содержит информацию полученную от зарегистрированных пользователей, что может быть полезно при исследовании топонимов изучаемой местности, следующая особенность что в данном сервисе имеется возможность переключения источника загружаемой информации, что позволяет изменять данные содержимой карты, в качестве открытых данных возможно загрузить следующие ресурсы:

- Карты Яндекс
- Данные Google

- Данные Bing
- Данные Open Street Maps
- Гибридные снимки перечисленных производителей

При выборе отдельных категорий на карте объектов, к примеру, поселений появляется возможность загрузки их планов, топографических и иных материалов размещённых пользователями в систему. Отображение координат местности происходит по принудительному нажатию на выбранную местность. При работе с данным сервисом стоит учитывать следующий факт, загружать данные на сервис может любой пользователь, зачастую не имеющей отношение к картографии. Так же часть представленной в открытый доступ информации анонимными и иными категориями лиц может нанести вред государственным интересам разных стран в случае указания на определённые объекты на карте.

Большая разнородность материалов, интуитивно понятный интерфейс, возможность отображения справочной информации, отображение объектов заданной категории (парки, высшие учебные заведения, военные объекты), создание пользователями слоёв определяющих географическую местность, делает данный сервис примечательным при исследовании любой выбранной местности.

Bing Maps – данный картографический сервис, ранее известный как Microsoft Virtual Earth ныне представляет собой интегрированную картографическую платформу и поисковую систему. (Рис.7)

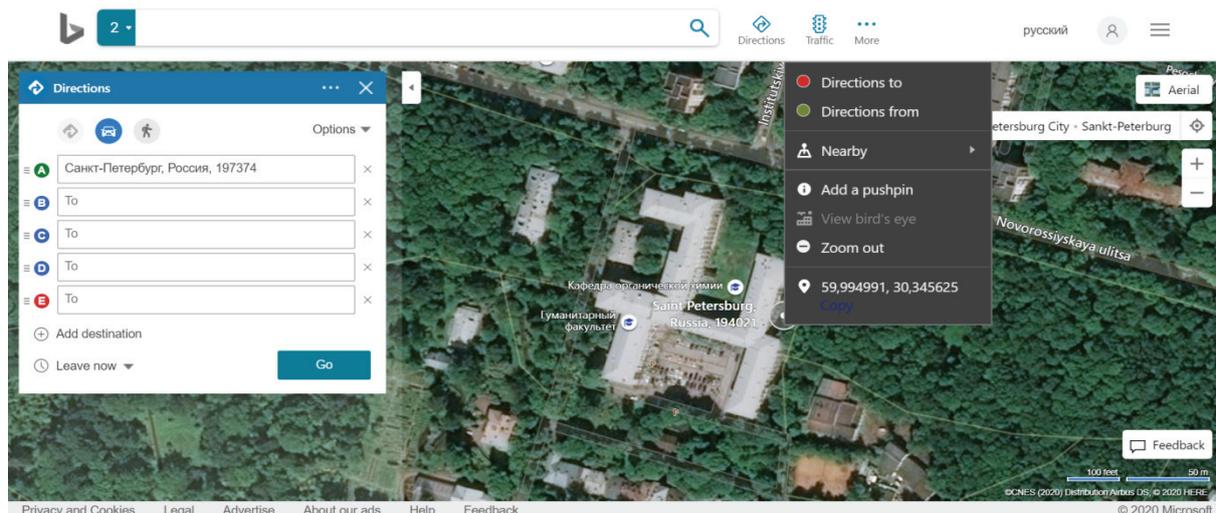


Рис.7 Интерфейс картографического сервиса Bing Maps

В функциональные возможности данного web-картографического сервиса входят:

- два режима отображения карты (спутник и карта);
- возможность прокладки маршрута;
- отображение координат местности;
- отображение информации выбранного объекта на карте;
- ведение журнала истории поиска объектов на карте.

Не смотря на достаточно не большой функционал, в данном картографическом сервисе имеется регулярное обновление дистанционных материалов, поставщиками данных выступает картографическая компания Here и данные компании Open Street Map с открытой лицензией на распространение материалов – (Open Data Commons Open Database License). Так же необходимо отметить что представленные дистанционные материалы имеют высокую степень детализации (Рис.8), а качество некоторых территорий составляет высокое пространственное разрешение, что в большей степени обусловлено способом съёмки, частично съёмка поставляемых материалов сделана, не только при помощи искусственных спутников Земли, но так же и при

помощи аэрофотосъёмки, что в частности относится к материалам территории Северной Америки.

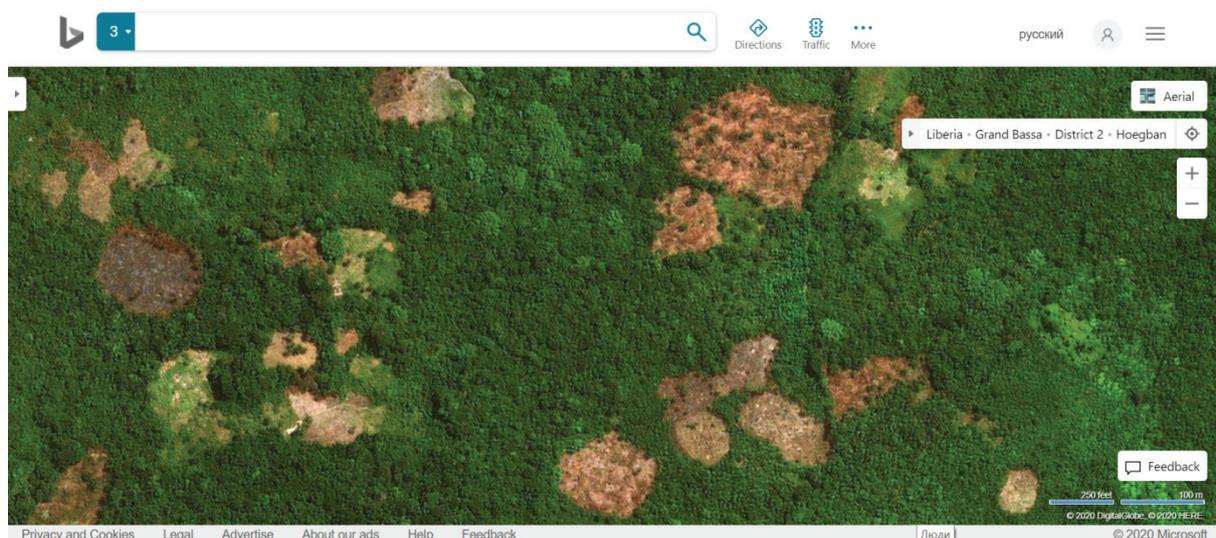


Рис.8 Вырубки на территории одного из Африканских государств

Специалистами дистанционного зондирования Земли [4] приводится следующая наиболее точная классификация типов пространственных разрешений. Табл.1

Таблица 1 типы пространственного разрешения

Метры	Разрешение	Масштаб применения
0,1 - 0,5	чрезвычайно высокое разрешение	1: 500-1: 5,000
0,5 - 1,0	очень высокое разрешение	1: 5.000-1: 10,000
1 - 4	высокое разрешение	1: 10.000-1: 15,000
4 - 12	среднее разрешение	1: 15.000-1: 25,000
12 - 50	умеренное разрешение	1: 25.000-1: 100,000
50 - 250	очень низкое разрешение	1: 100.000-1: 500,000
> 250	крайне низкое разрешение	<1: 500.000

Представленные web-сервисы являются открытыми, общедоступными имеют множество различных операций, поэтому при исследовании географических объектов рекомендовано использовать их в сочетании, в дополнении друг к другу, таким образом, увеличивается как

разнородность материалов для анализа, так и спектр предоставляемых функций для процедуры анализа.

Специальные web-картографические сервисы – данные сервисы являются тематическими, к ним относятся профильные сервисы, предоставляющие либо узкоспециализированную информацию на карте, либо определенный тематический набор данных исходя из определенной области исследований.

Global Forest Change – специальный сервис на основе материалов предоставленных компанией Google, разработанный университетом Мариленда Великобритания, показывает глобальные изменения лесного покрова в мире, по годам. Деревья определяются как растительность выше 5 м в высоту и выражаются в процентах на каждую ячейку выходной сетки «Потеря лесного покрова» определяется как нарушение замещения древостоя или переход из состояния леса в состояние без леса в период 2000–2018 годов. (Рис.9) «Прирост лесного покрова» определяется как обратная величина потерь или изменений, не связанных с лесом, за период с 2000 по 2012 год. «Год лесных потерь» - это разукрупнение общих «лесных потерь» по годовой шкале времени.[8]

В сервисе есть возможность отображения потерь растительности по выбранному цветовому диапазону, каждый из представленных цветов соответствует определенному году рубке древостоя. Есть возможность отображения тропических лесов при помощи выбора слоёв (Other Data Layers), а так же возможность выбора примера готовых местоположений с достаточно серьёзными нарушениями лесного покрова вследствие деятельности человека и нарушений природного характера.

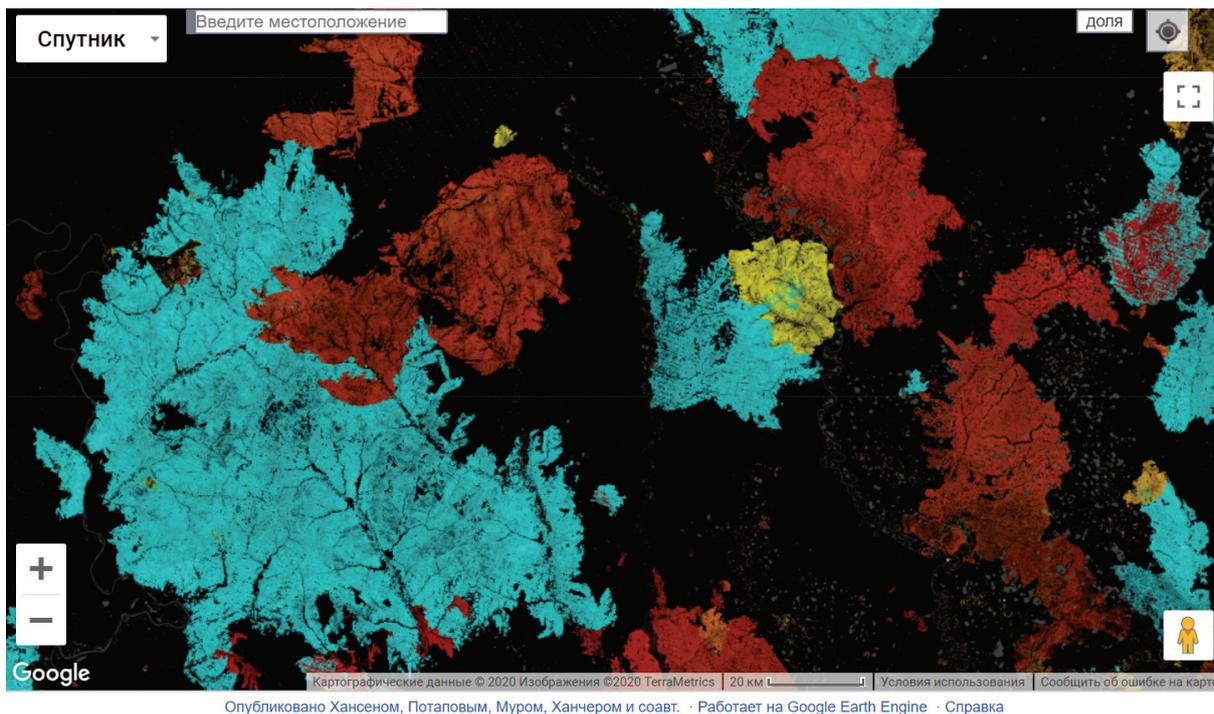


Рис.9 Главное окно сервиса Global Forest Watch – обезлесенные территории после пожаров в Якутии 2019 год

Картографический сервис компании WWF, ЛВЦЦ – Леса высокой природоохранной ценности является не только тематическим справочным инструментом, но так же предоставляет картометрические операции. В его состав включен поиск по векторным слоям имеется включённый модуль по отображению пожаров, а так же он содержит большое количество административных лесохозяйственных границ. Особая ценность сервиса состоит в детализированной информации лесохозяйственных границ. В данном сервисе имеется возможность выбора материалов по лесничествам конкретного субъекта России через выбор перечня представленных Федеральных округов, что значительно сокращает время на поиск интересующей пользователя территории, интерфейс сервиса представлен на Рис.10.

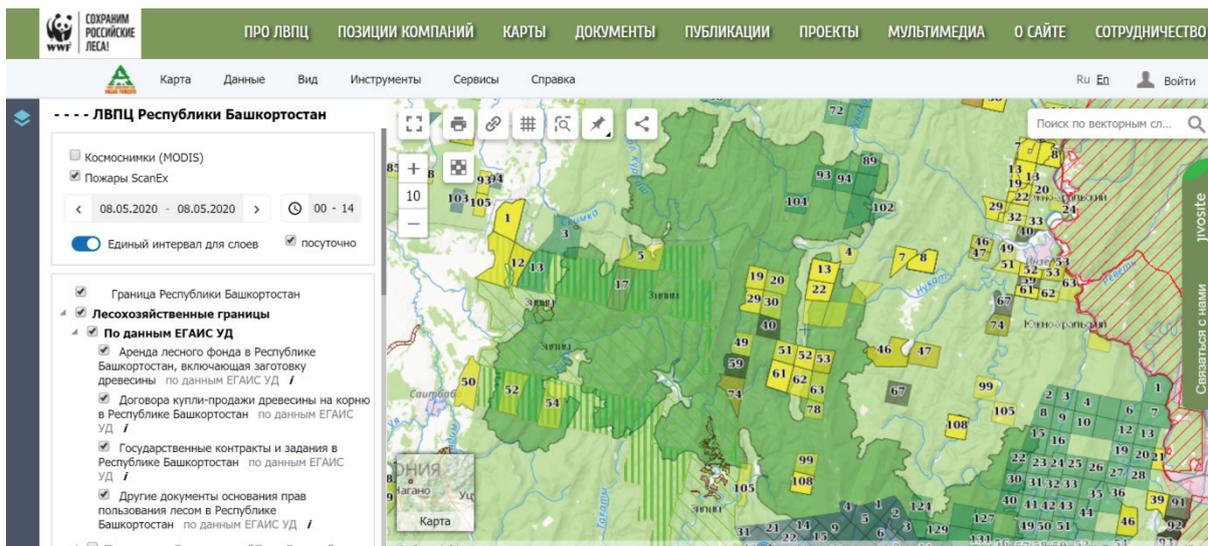


Рис.10 Интерфейс картографического сервиса ЛВПЦ компании WWF

Данный web-картографический сервис позволяет просматривать информацию характеристик лесов, их юридический статус, границы кварталов, лесничеств в виде подключения или отключения дополнительных слоёв (дерево слоёв). Каждый нанесённый специальный слой на web-карте имеет исходную идентификацию объекта, к примеру на арендованных землях лесного фонда, отображается (наличие сертификатов, название арендатора, площадь леса в аренде и др.)

Имеется возможность быстрой загрузки объектов из файла. На карту могут быть добавлены векторные слои небольшого размера, до 100 кб (формат: SHP, TAB, KML/KMZ, в системе координат WGS 84).[10]

Данные по пожарам представлены на основе двух типов слоёв: термоточки пожаров (все термоточки за указанный период и время) и кластеры пожаров (сгруппированные термоточки по дням и за выбранный период).

ТЕМА 3

Знакомство с виртуальными глобусами

Виртуальные глобусы – программы, представляют собой трёхмерную модель Земли, входят в состав web-картографии как один из важнейших инструментов. По типу программного обеспечения различают два основных типа виртуальных глобуса – программы устанавливаемые на компьютер пользователя (Google.Earth, Nasa World Wind, Marble) и web-приложения (Webglearth, 3D Interactive Earth Globe). Интерфейс картографических глобусов как правило отличается в зависимости от их тематического содержания.

Основное различие от web-картографических сервисов заключается в том, что виртуальные глобусы загружают данные на трёхмерную модель, при этом объект можно вращать в произвольной плоскости. В качестве исследований космических тел солнечной системы разработаны виртуальные глобусы Марса и Луны со снимками полученными входе съёмки с их орбиты.

Глобусы так же могут содержать послойную информацию и возможность загрузки слоёв в форматах kml. Стоит учитывать, что использование виртуальных глобусов как дополнительного инструмента географических исследований позволяет расширить разнородность материалов для анализа территорий. Особенно примечательно, что в задачах web-картографии могут учитывать такие совокупности географических данных, которые требуют максимального масштаба для их визуализации с последующей интерпретацией. К таким данным можно отнести климатическую информацию, распределение температур по поверхности Земли, визуализацию геостатистических исследований по континентам или частям света.

При работе с виртуальным глобусом стоит отметить их интерактивную составляющую при взаимодействии с пользователем, что позволяет не только быстро адаптироваться к предоставляемому интерфейсу, но и снизить психологическую нагрузку посредством использования трёхмерной графики и предоставления различных режимов визуализации геоданных.

Google Earth Pro – Виртуальный глобус компании Google наиболее популярный в данной категории программных продуктов. Существует две версии данной программы, профессиональная (Google Earth Pro) и он-лайн версия (Google Earth). Программа была написана на компилируемом объектно-ориентированном языке C++. Имеет поддержку большинства известных операционных систем. По типу лицензий относится к бесплатному лицензионному обеспечению. Профессиональная версия требует установки инсталлятора на компьютер пользователя.

Функционал Google Earth Pro. Основными источниками данных дистанционного зондирования Земли выступают серии спутниковых снимков Landsat полученные в различное время в зависимости от местности, зачастую можно наблюдать переходы изображений с различной датой съёмки, поставщиками данных выступает компания Digital Globe. В профессиональной версии программы имеются функции, предоставляющие расширенные возможности для работы с визуальным анализом исследуемой территорий (Рис.10), присутствует возможность загрузки изображений высокого качества HD, Full HD и Ultra HD (1280x720, 1920x1080, 3840x2160). Возможен режим работы оф-лайн при условии предзагрузки данных в кэш-программы, размер которого можно регулировать пользователем в меню настроек.

Браузерная версия программы отличается сокращённым функционалом, графической механикой взаимодействия с пользователем,

загрузка данных имеет более плавные визуальные переходы при увеличении или отдалении масштаба карты, при вращении Земли в разных плоскостях, а так же при изменении режима работа с 2D на 3D. Есть различия и в интерфейсной части, браузерная версия интегрирована с аккаунтом пользователя в Google и предоставляет более расширенные персонализированные функции, такие как создание личных проектов путешествий, создание файла KML.

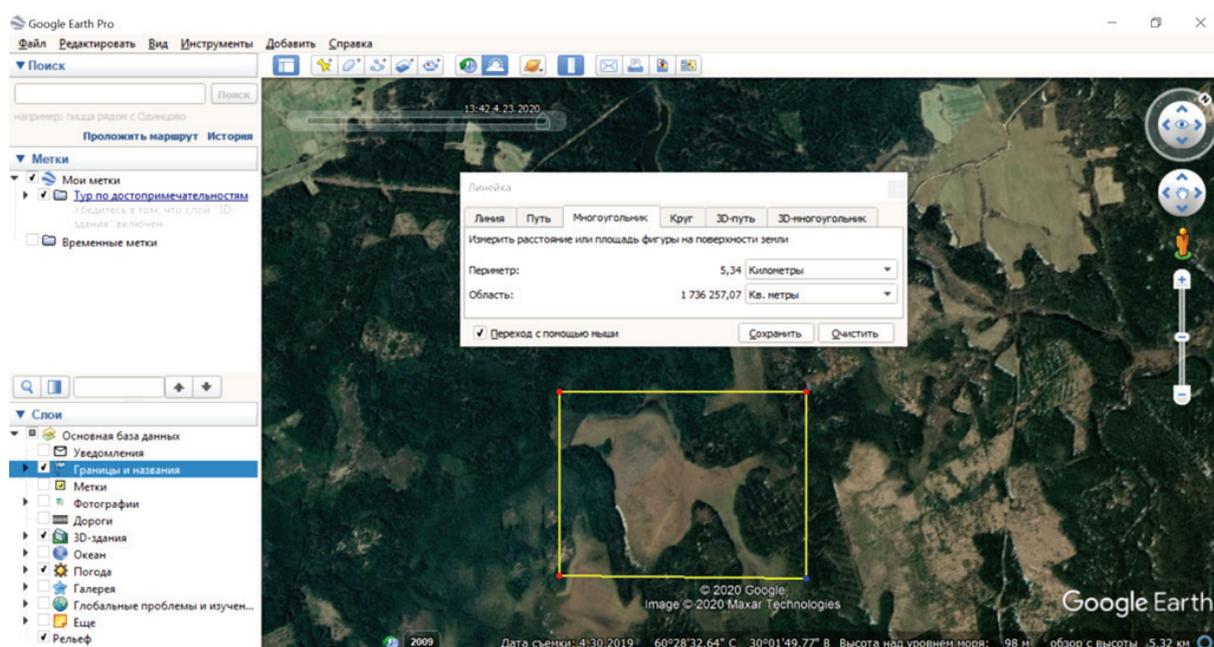


Рис.11 Интерфейс профессиональной версии программы Google Earth Pro

Основная база данных слоёв содержит:

- Границы и названия объектов
- Отображение дорог
- Отображение 3D-зданий
- Отображение погоды
- Отображение рельефа

Дополнительные экологические ресурсы, отображаемые на карте:

- Информация по океану

- Информация глобальных проблем
- Отображение атмосферных явлений погоды
- Области покрытия снимками Digital Globe

Каждый из перечисленных разделов содержит подразделы, где представлены галереи тематических снимков, фотографий, ссылок на источники материалов National Geographic, базы данных фотоматериалов Gigarx1 и Arkive , а так же некоторые векторные слои. Дополнительно можно осуществлять привязку растров в программе или накладывать изображения на выбранную местность при этом регулировать прозрачность слоя, данные функции, как правило, характерны для геоинформационных систем.

- Картометрические функции:
- Измерение расстояний в различных единицах измерения между двумя и более точками на Земле
- Измерение площади созданного полигона на Земле
- Измерение радиуса произвольной окружности
- Измерение 3-D объектов (высоты и ширины)

Дополнительный функционал позволяет импортировать данные с GPS трекеров известных производителей Garmin, Magellan, Wintech, присутствует возможность импорта данных в режиме реального времени и записи пройденного маршрута, что может быть особенно полезно при проведении полевых исследований. Виртуальный глобус компании Google является интерактивным, содержит множество функций имеет web-браузерный аналог, а так же свободно распространяемый плагин для встраивания в html-страницы.

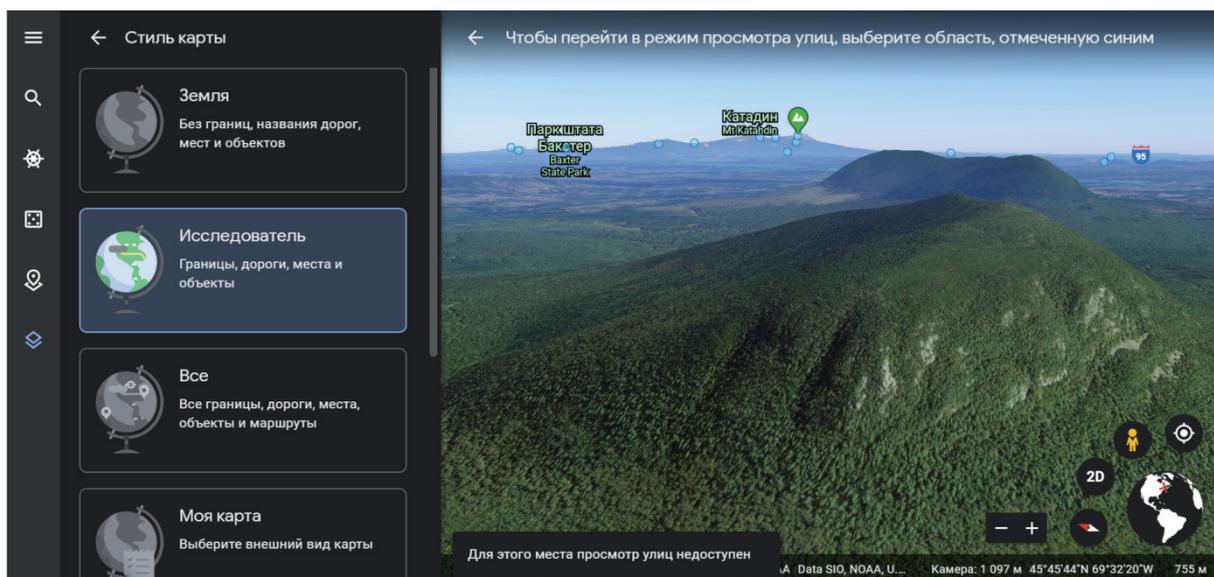


Рис.12 Интерфейс браузерной версии Google Earth в 3D режиме

Nasa World Wind – виртуальный глобус разработанный средствами API-интерфейса с открытым исходным кодом. Проект был разработан исследовательским центром Эймса, структурным подразделением Национального аэрокосмического агентства Соединённых Штатов. Основными языками программирования при разработке использовались C# и Java. WorldWind позволяет разработчикам быстро и легко создавать интерактивные визуализации трехмерного шара, карты и географической информации. Организации по всему миру используют WorldWind для мониторинга погодных условий, визуализации городов и местности, отслеживания движения транспортных средств, анализа геопространственных данных и обучения людей о Земле. [1].

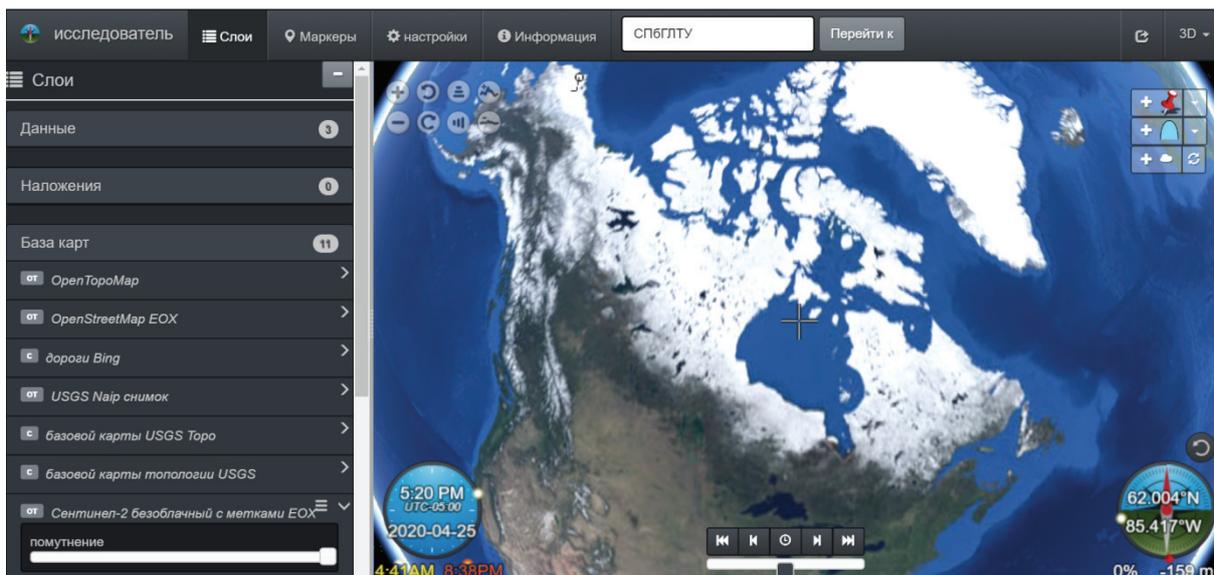


Рис.13 Интерфейс виртуального глобуса NASA

Основной функционал состоит из возможности просмотра данных спутниковой съёмки данных различного разрешения имеется база данных карт разных слоёв и возможность переключения между источниками данных, отображение координат и высоты над уровнем моря. Возможна передача данных специализированного формата данных интерактивных 3D-приложений - Collada.

К специальным отличительным функциям можно отнести изменение изменения проекций: Меркатор, Северная полярная, Южная полярная и др. В настройках можно откорректировать данные отображения часовых поясов, настроить элементы наложения и видимости виджетов в главном окне визуализации материалов. Так же World Wind предоставляет пользователю интерактивные функции в режиме разработчика, поскольку исходный код программы полностью открыт и за основу приняты стандартные протоколы Open Geospatial Consortium (OGC), каждый желающий может стать техническим участником проекта развития WorldWind.

Изначально программа требовала установки на компьютер пользователя файлов, однако, после 2017 года компания полностью

приняла решение о развёртывании web-ориентированной браузерной кроссплатформенной версии продукта. В настоящее время идёт расширение, дополнение и активная совместная работа по улучшению проекта Nasa World Wind посредством web-платформы хостинга и разработки IT-проектов - GitHub.

Сайт проекта предоставляет подробный мануал по работе с функционалом программы. Для использования полного функционала программы разработано специальное учебное пособие NASA WorldWind SDK Институтом геоинформатики Мюнстерского университета, Германия. Стоит отметить, что на базе технологии World Wind разработано ещё несколько виртуальных глобусов и плагинов поскольку исходный код проекта находится в свободном доступе. Плагины - это небольшие программы, написанные на C# , VB или J#, которые загружаются и компилируются WorldWind при запуске.[2]

Тема 4

Знакомство с Web-ГИС

Web-ГИС — это геоинформационная система интегрированная в Интернет сеть. Пользователи web-гис могут просматривать, редактировать и анализировать геопространственные данные с помощью обычных браузеров. Основное отличие Web-Гис от картографических сервисов заключается в предоставлении пользователю инструментария по обработке данных и возможностью создания персональных, тематических карт. Преимущества использования Web-ГИС в сравнении с настольными (устанавливаемыми на компьютер пользователя):

- Независимость от аппаратного обеспечения;
- Возможность обработки больших по объёму пространственных данных с использованием data-центров и облачных технологий;
- Минимизация затрат на приобретение лицензий;
- Объединение геопространственных баз данных для мультифункционального доступа и хранения информации
- Возможность обмена и размещения персональных карт в интернет.

Существуют условно бесплатные Web-ГИС предоставляющие свои функции на основе открытых лицензий, частично бесплатные с предоставлением пробного срока периода действий (ArcGIS, NextGIS) и Web-ГИС предоставляющие ограниченный функционал, для предоставления доступа ко всем функциям необходима покупка программного обеспечения. Среди отечественных компаний занимающихся разработкой Web-ориентированных ГИС решений выделяются компании Совзонд, Сканекс и NextGIS.

Задача web-ориентированных геоинформационных систем предоставить пользователю полнофункциональный доступ ко всем возможностям

обработки геопространственных данных, не уступая настольным геоинформационным системам. Фактически, импортировать геоинформационную систему в web-среду, на сегодняшний день возможно, благодаря использованию облачных и серверных технологий. Так же Web-ГИС решения предоставляют пользователю возможность размещения персональных геоданных на базе предоставляемой платформы. При этом основные возможности предоставляемые программой легко усваиваемы на интуитивном уровне взаимодействия пользователя с системой и не требуют дополнительной профессиональной подготовки в части освоения функциональных возможностей программы. Рассмотрим примеры web-гис решений.

Geo-Mixer – web-ориентированная ГИС, платформа и линейка различных продуктов группы компаний Сканекс, для решения целого ряда картографических задач. Компания предоставляет разработку корпоративных решений средствами Web-ГИС технологий в зависимости от тематического направления или отрасли. Geo-mixer – так же комплекс технологических решений связанных единой структурой, что отмечено на сайте компании. В своей структуре программы на платформе Geo-Mixer включают в себя следующие разработанные компоненты:

1. GeoMixer API – визуализацию и управление объектов на карте.
2. GeoMixer UI – настройка интерфейса и инструментов редактирования.
3. GeoMixer Server – возможность импорта и экспорта данных.
4. Сохранение данных в СУБД.
5. SQL Server - импорт векторных данных и подключение таблиц.

Интерфейс программы можно редактировать и настраивать при помощи написания скриптов средствами прототипно-ориентированного языка программирования JavaScript, а также усовершенствовать структуру

дополняя свободно-распространяемыми плагинами.

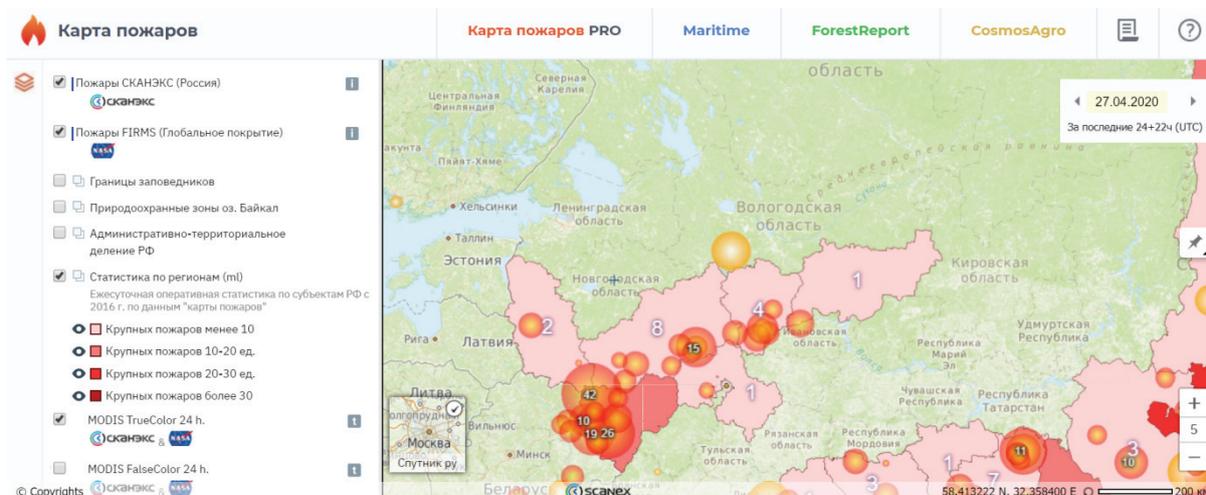


Рис.14 Web-ГИС Карта лесных пожаров

Проекты на базе платформы Geo-Mixer предоставляют визуализацию данных (Рис.14), вывод информации по отдельным картографическим слоям (природные заказники, особо охраняемые природные территории, национальные парки). Отличительной особенностью платформы является возможность визуализации данных в виде мультислоя, что означает одновременно загрузку как метаданных так векторных границ на одной выбранной пользователем территории карты. Так же на платформе Geo-Mixer возможна загрузка персональных данных известных форматов kml.

В качестве основных функциональных возможностей GeoMixer:

- поддержка и загрузка основных ГИС-форматов;
- геокодинг из текстовых файлов по координатам или адресам;
- возможность интеграции дополнительных данных (фото, видео, гипертекст);
- внедрение подключаемых сервисов (карты, снимки, адресный поиск, публичная кадастровая карта (ПКК), метаданные космосъемки);
- редактирование векторных объектов и др;

Данная платформа удобна тем, что позволяет достаточно быстро

создавать персональную тематическую web-гис предоставленным инструментарием на базе JavaScript API, возможностью интеграции базы данных и масштабированию архитектуры проектируемого решения. Данная платформа выступает в качестве базы для создания геопорталов. Геопортал – единый информационный комплекс, локализованный в рамках одной территории и отображающей тематическую и иную информацию.

Planet.com – коммерческая web-гис предоставляет возможности отображения редактирования и анализа пространственных данных, в качестве основных источников материалов для анализа используются материалы полученные при помощи искусственных спутников Земли на основе получения съемки с оптико-электронных устройств, группировка спутников состоит из спутников Rapid Eye и Dove. Часть из предоставляемых функций Web-Гис сервиса условно-бесплатная имеется доступ к пробной версии программы в течение определенного промежутка времени. Отличительная особенность данного сервиса - частое обновление спутниковых материалов, что позволяет пользователю проводить детальный анализ выбранной территории за определенный временной интервал. Интерфейс сервиса представлен на рисунке 15.

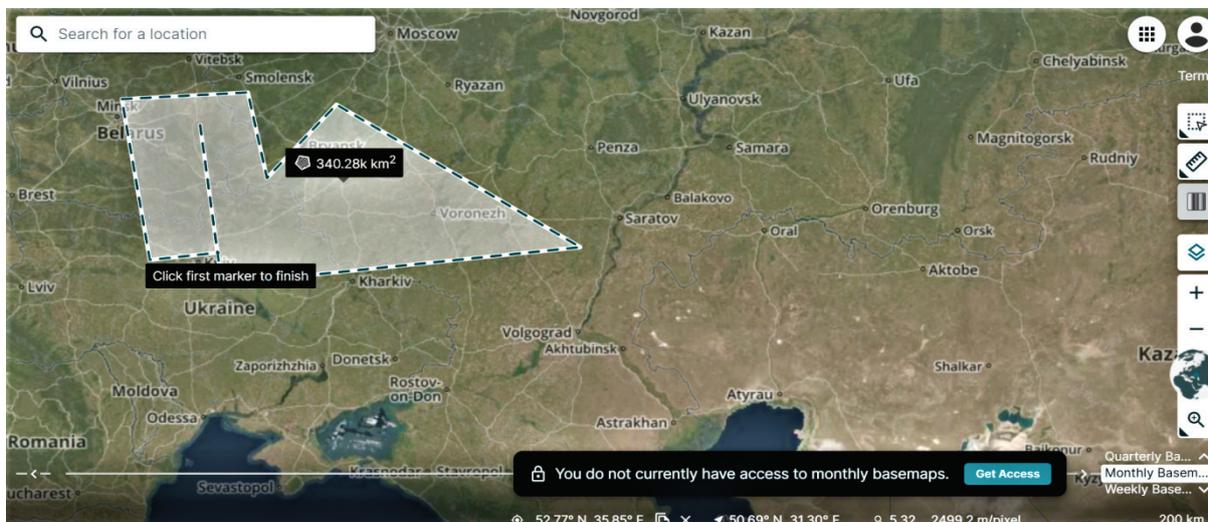


Рис.15 Интерфейс web-гис сервиса Planet.com

Основное меню содержит следующие разделы:

- Исследование планеты
- История планеты
- Обзорщик карт баз данных
- Центр разработчика

В качестве основных функций в сервисе имеется возможность одновременное сравнение выбранной области исследования посредством разделённого окна в браузере пользователя. (Рис.15) Дополнительно имеется возможность создания персонального хронологического ряда серии спутниковых снимков выбранной территорий в ретроспективе. Пользователю предложен так же ряд готовых анимированных видеофрагментов некоторых областей Земной поверхности. (Рис.16)

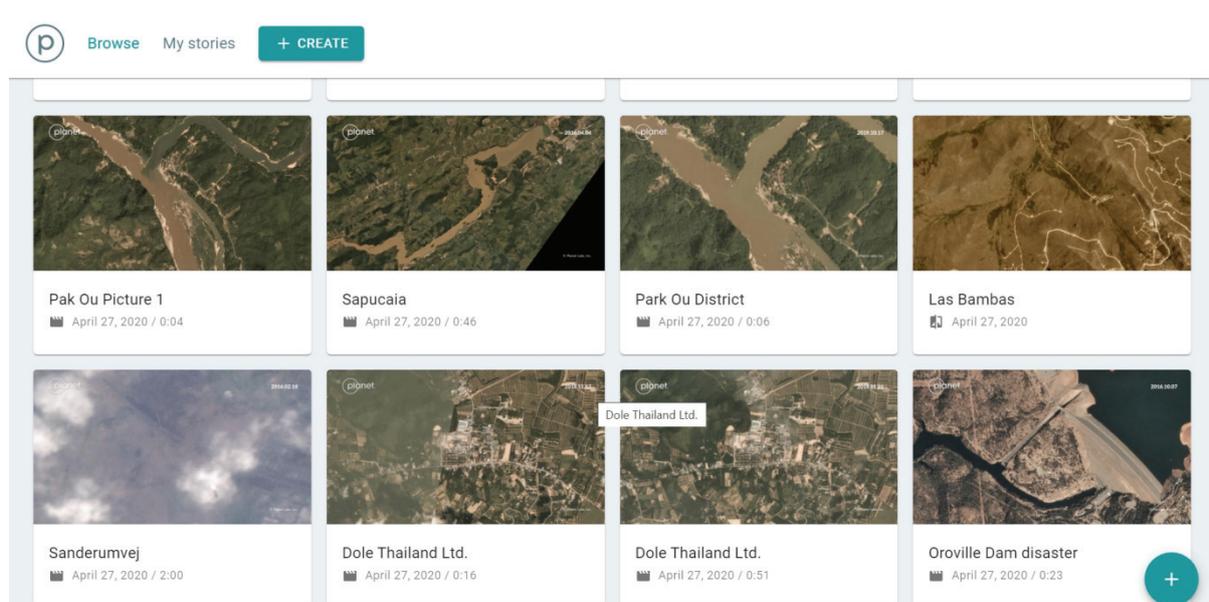


Рис.16 Готовые анимированные слои выбранного объекта

Стоит отметить, что основная составляющая коммерческих web-гис это предложение пользователю платных функций, что является целевым назначением частных компаний в целом и компании Planet Labs. Для доступа к полному функционалу необходимо приобретение лицензии действующей определенный период времени.

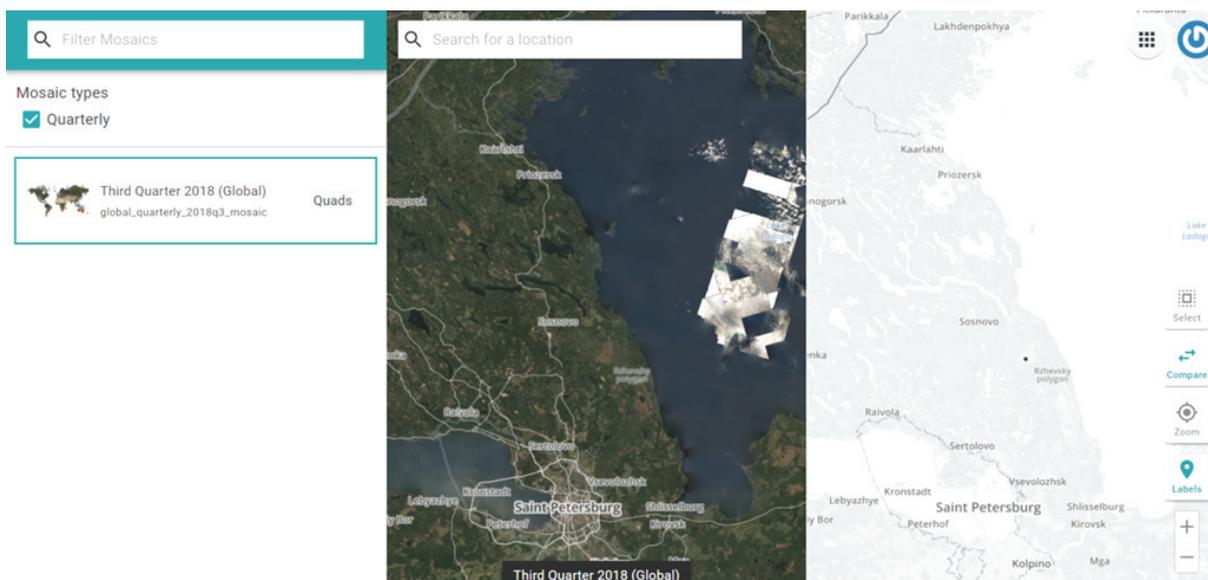


Рис.17 Сравнение материалов в едином окне браузера

Web-ГИС - это эволюция развития настольных ГИС, в качестве примера можно привести использование функций создания покрытия спутниковой карты заданной области определенного интервала времени, на большие площади. Как правило, данные функции при обработке их, в ручном режиме требуют больших вычислительных мощностей устройств, на которых происходит сшивание заказанных сцен, в web-гис данные функции выполняет сервер, пользователю приходит лишь результат визуализации, что значительно экономит время на обработку материалов. Следующим этапом развития web-гис в ближайшее время станет всё большая интеграция не только в интернет среду, но и совмещение их с интеллектуальными алгоритмами данных. Web-картография на сегодняшний день является недооцененной областью научных исследований, требующую популяризацию и научного поиска в её всестороннем развитии и применении.

Рекомендации к выполнению лабораторных работ

Структура отчёта

1. Отчёт состоит из введения, цели, основного хода работы, заключения, выводов и списка используемой литературы.

Содержание отчёта

2. Отчёт должен быть максимально информативным, все выполненные действия в программах описываются и вносятся в отчёт.

3. Наполняйте отчёт снимками выполненных действий через функцию print screen.

4. Используйте информационно-поисковые системы в случае непонятной терминологии для ускорения выполнения хода работы.

5. Обязательно сохраняйте ссылки используемых источников по ГОСТ Р 7.0.100–2018.

6. Все рисунки в отчёте нумеруются, подписываются. К каждому рисунку должна быть приложена описательная часть., т.е. что конкретно представлено на снимке.

7. В случае добавлении таблиц им присваивается наименования, к каждой таблице должны быть пояснения.

8. В случае использования спутниковых материалов, в отчёте указывается не только ресурс, откуда взят источник, но и откуда полученные данные дистанционного зондирования Земли, какая компания поставщик предоставила материалы, какой из спутниковых аппаратов проводил данную съёмку.

Общие рекомендации

При добавлении скриншотов, с изображения убираются лишние не информативные детали, вкладки браузера, меню рабочего стола windows. Всплывающие окна. Основное поле должно содержать дистанционные материалы, допускается только интерфейс web-картографического

ресурса. Используйте графические редакторы для соответствующего оформления изображений к отчёту.

Примечание: лабораторные работы проводятся с высокоскоростным доступом в интернет, при её выполнении необходимо активно использовать поисковые системы, картографические ресурсы режима онлайн и открытые сервисы графической обработки изображений. Разрешается пользоваться сторонними картографическими ресурсами, не представленными в данном методическом пособии, использовать англоязычные поисковые системы и web-картографические системы зарубежных производителей и демо-версий некоторых коммерческих продуктов, с соблюдением условий представленных в них лицензий. Подготовьте заранее word документ, где вы будете сохранять результаты проделанной работы.

Примечание: каждая из последующих работ предполагает использование полученных знаний из предыдущих, в случае пропуска лабораторной работы рекомендуется сначала выполнить первоначальные работы.

Каждая лабораторная работа оценивается, как зачтено или не зачтено, в случае если лабораторная работа не зачтена, полученные от преподавателя замечания устраняются, работа представляется с учётом исправлений. Работа может быть продемонстрирована в виде документа в форматах .docx или .pdf с учётом соблюдения всех предъявляемых требований.

Лабораторная работа № 1

Определение объекта исследования, подготовка материалов дистанционного зондирования Земли

Цель лабораторной работы: научиться выбирать объект исследования, используя данные web-картографических сервисов. Подготовка дистанционных материалов для детального исследования и последующей обработки в профессиональных программах. Для начала исследования дистанционных материалов необходимо выбрать определённый территориальный объект. Выбирать территориальные объекты следует исходя из:

- Тематического содержания геообъектов анализа (сельское хозяйство, лесное хозяйство)
- Административно-территориальной структуры (лесничество, район, национальный парк, муниципальное образование)
- Биологического содержания геообъектов (породный состав лесов, визуализация мест обитания популяций видов)
- Эколого-ориентированные проблемы (загрязнения океанов, развитие урбанизированных территорий, техногенная деятельность человека)
- Природные геориски (землетрясения, цунами, лесные пожары)

Все перечисленные объекты, широко представлены материалами web-картографических сервисов. Материалы стоит исследовать в совокупности, используя для анализа не менее 3 различных источников. Отличные друг от друга сервисы обладают разной календарной датой съёмки, качеством изображения и пространственным разрешением, что позволяет полноценно проводить как сопоставительный анализ территории, так и фиксировать произошедшие изменения за выбранные временные промежутки.

Подготовим дистанционные материалы для анализа, с использованием web-картографических платформ, установим точные географические координаты, определим границы объекта и опишем краткие физико-географические характеристики объекта исследования. Перед началом работы уточните понятия: квартал, таксационный выдел, преобладающая порода, таксационные характеристики, квартальная просека, лесничество, лесоустройство, лесная таксация. Включите полученную информацию в отчёт к лабораторной работе. Используйте следующие рекомендации по выполнению хода работы:

1. Выберите интересующий субъект Российской Федерации. Средствами web-картографического сервиса ЛВПЦ.
2. Определите интересующее участковое лесничество.
3. Ознакомьтесь с предоставленными слоями вашего лесничества.
4. Загрузите спутниковые снимки участкового лесничества из представленных планов лесонасаждений в отчёт.
5. Опишите физико-географические характеристики выбранного объекта.
6. Укажите точные географические координаты административного центра лесничества.
7. Подготовьте от 3 снимков выбранных кварталов для последующего анализа территорий.

Ход выполнения лабораторной работы № 1.

Этап 1. Откройте браузер, введите в адресную строку - <http://hcvf.ru/> или в поисковую строку: Леса высокой природоохранной ценности ЛВПЦ. Выберите любой субъект Российской Федерации в разделе Карты. Далее в примере - Ленинградская область (Рис.18)

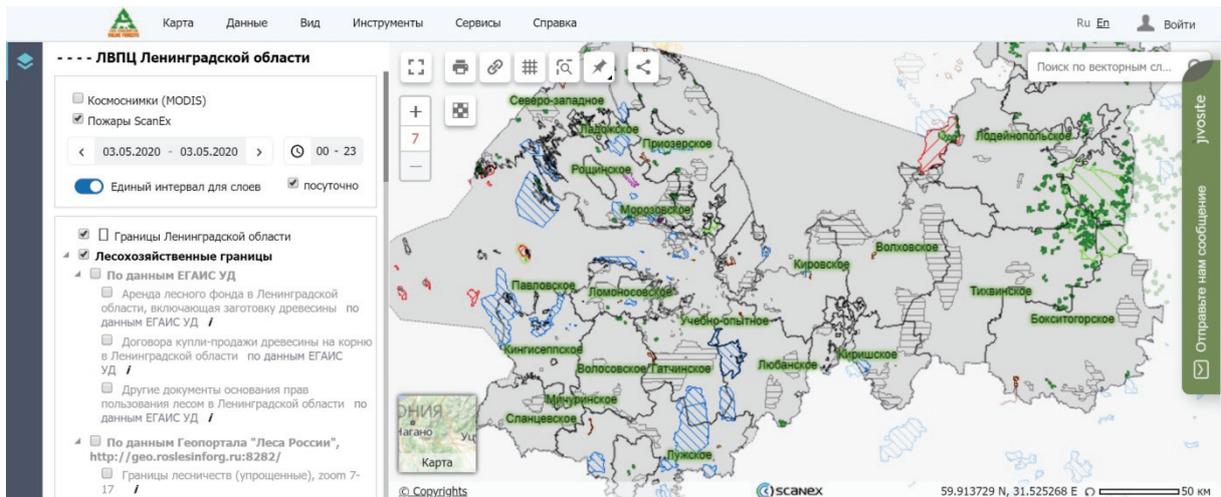


Рис.18 Выбор региона в картографическом сервисе WWF

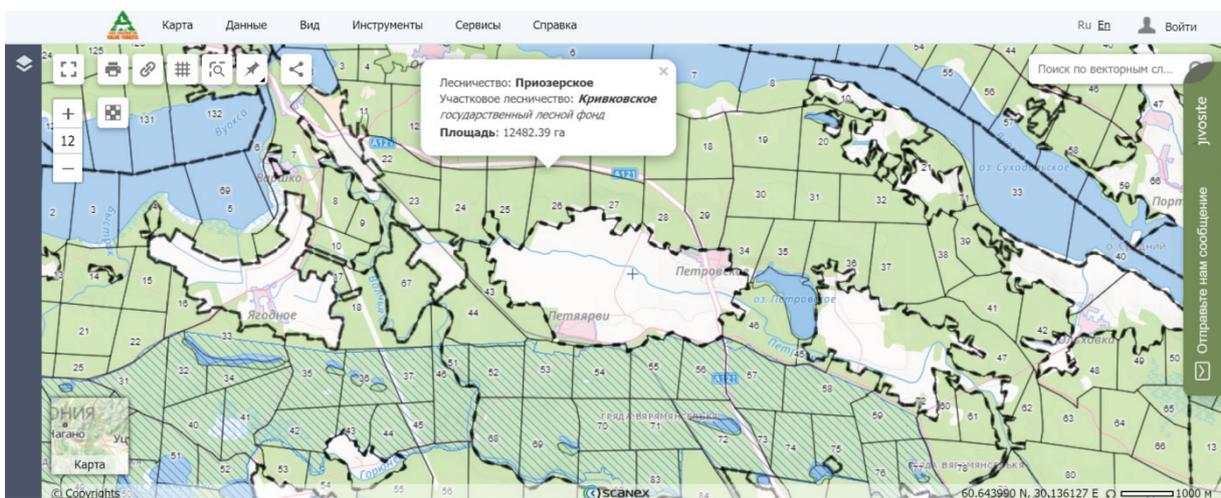


Рис.19 Выбор интересующего лесничества

Этап 2. Ознакомьтесь с предоставленными в сервисе слоями, проведите следующие действия, последовательно, выключайте и включайте слои, дождитесь момента отображения информации. Обратите внимание на следующие категории данных: кварталы, земли, переданные в аренду, особо охраняемые природные территории, места обитания видов занесённых в красную книгу РФ. Определите точное количество кварталов входящих в выбранное вами участковое лесничество, данную

информацию внесите в отчёт. Проанализируйте комплексно выбранное вами лесничество, определите какие слои с данными располагает выбранный вами объект, наполните данными ваш отчет, подробно описав, какими тематическими слоями обладает выбранный объект исследования, что в него ходит.

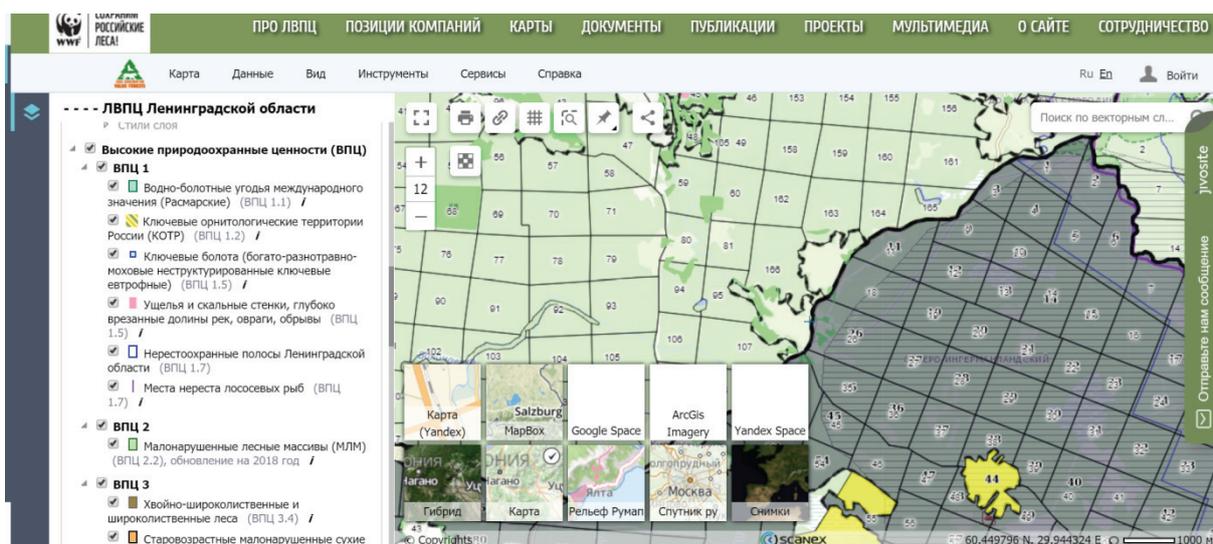


Рис.20 Выбор интересующих слоёв, отображение типов карт

Этап 3. Переключение режима данных. Обратите внимание на возможность изменения типа карты, справа внизу, (Рис.20) выберите тип карты - гибрид, проведите увеличение карты, отрегулируйте масштаб карты 1:15000, выберете 4-6 лесных кварталов, нажмите на каждый из кварталов, обратите внимание на площадь каждого из них, просуммируйте площадь выбранных кварталов и внесите её в отчёт. Выключите все слои, оцените качество материалов, определите возможность дешифрирования на хвойный или лиственный лес. Уточните градацию цвета для хвойного и лиственного леса. Найдите вырубки на снимке, характеризующиеся строгими, ровными контурами, рассчитайте площадь рубок, внесите информацию в отчёт, используя площадной полигон. Зафиксируйте выбранную область с лесными кварталами для отчёта с сохранением через функцию PrintScreen.

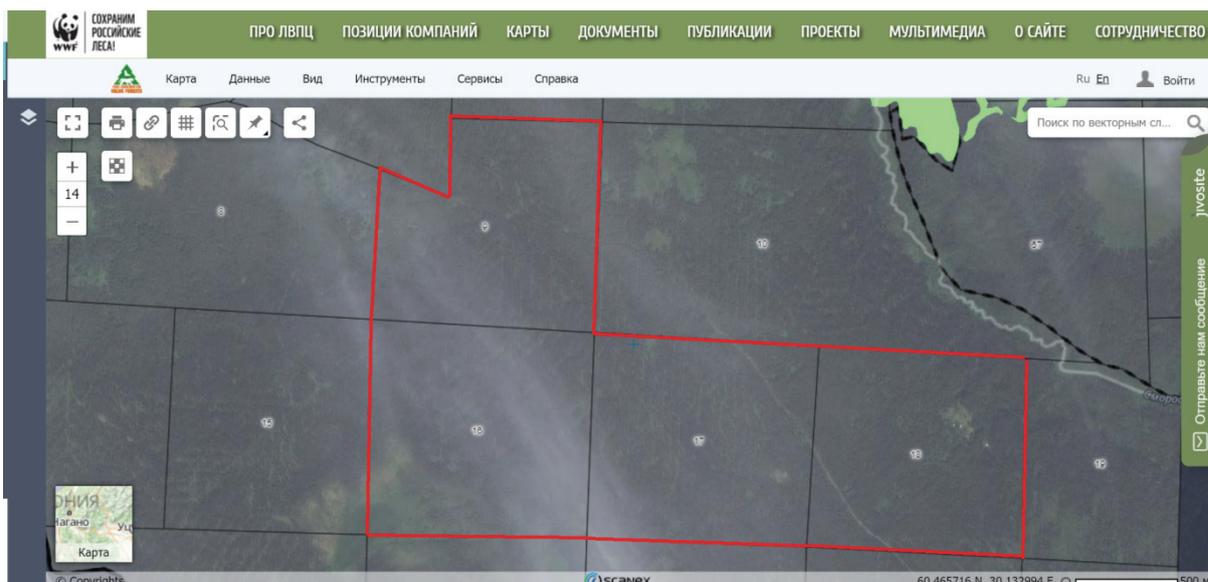


Рис.21 Выбранные лесные кварталы

Этап 4. Найдите информацию в сети о физико-географических условиях выбранного вами объекта, внимательно изучите участковое лесничество, воспользуйтесь региональными открытыми данными, скачайте план лесонасаждений лесничества, используйте официальную информацию природных министерств и ведомств. Добавьте информацию в отчет, сохранив ссылки на используемые вами источники.

Этап 5. Воспользуйтесь информационно-поисковыми системами, найдите административный центр лесничества, укажите объект на выбранной карте в произвольном масштабе, укажите точные географические координаты лесничества, введите данные в отчет со скриншотом проделанного этапа и описания к нему.

Этап 6. Подготовка дистанционных материалов выбранного объекта. Уберите лишние детали после загрузки изображения в отчет. Найдите выбранную область с лесными кварталами на следующих web-картографических сервисах: Google.Maps, Bing.Maps, Global Forest Change. Синхронизируйте масштаб во всех материалах, оцените качество дистанционных материалов принимайте во внимание возможность дешифрирования типа лесов как на хвойные, лиственные леса, так и на

породный состав. Упорядочите их в порядке возрастания, от наиболее лучшего снимка к наиболее худшему. Сделайте композит из снимков выбранных кварталов. Внесите полученную информацию в отчёт. (Рис.22)



Рис.22 Композит из 3 материалов разных web-картографических сервисов

Лабораторная работа № 2

Ретроспективный анализ выбранной территории

Ретроспективный анализ – это получение сведений о территории за прошедшие периоды времени. Такой анализ позволяет выявить все изменения в качественном и количественном аспекте за определенные временные срезы, которые могут быть установлены в зависимости от тематики исследования. Ретроспективный анализ применяется при изучении современного состояния территории для оценки динамики ее развития. [3]

Для выполнения лабораторной работы будут использоваться следующие ресурсы:

- Виртуальный глобус Google Earth Pro
- Картографический сервис Google Time Lapse

Цель лабораторной работы: научиться применять полученные в ходе лабораторной работы навыки для исследования земель на предмет произошедших изменений: лесного фонда, ледяного покрова,

урбанизированных территорий.

Ход выполнения работы № 2.

Этап 1. Откройте профессиональную версию программы Google Earth Pro. Выберите интересующую область лесного фонда, рекомендуется выбрать обезлесенные участки, на территории Иркутской, Архангельской, Ленинградской области, в регионах с интенсивным ведением лесного хозяйства. Локализируйте объект. Укажите точные географические координаты центра объекта. Установите точную административную принадлежность региона (область, район, лесничество, участковое лесничество) используя полученные навыки из лабораторной работы № 1, используйте web-картографический сервис компании WWF или иной ресурс.

Этап 2. Зафиксируйте дату съёмки и источник информации. Данная информация отображается снизу, обычно в центральной части окна, выбранного сервиса, реже в правой. Укажите данные сведения в отчёте.

Этап 3. Используя сервис Google Time Lapse - зафиксируйте следующие данные дистанционного зондирования, перенося скриншоты каждого проделанного этапа в отчёт. Первый снимок в хронологическом порядке, первая дата съёмки (Рис.23), второй снимок промежуточный (Рис.24), третий снимок нынешняя дата съёмки (Рис.25). Опишите каждый из добавленных материалов, качество снимков, масштаб снимка, год снимка. Проведите визуальный анализ территории, укажите площадь вырубки.

Этап 4. Укажите площадь изменённых территорий. Оцените скорость вырубки, таяния, застройки территории, постройте статистический график и диаграмму ретроспективного анализа в Excel и добавьте результат в отчёт, за основу данных возьмите показатели времени и площади.

Этап 5. Дополните сводной информацией отчёт об объекте исследования с использованием информационно-поисковых систем выбранного вами участка, внимательно ознакомьтесь с ней.

Этап 6. Проведите аналогичные действия для: 1.Анализа континентального шельфа России или любой выбранной на усмотрение арктической территории, на предмет изменения ледяного покрова в хронологическом аспекте; 2. Анализа скорости роста застройки урбанизированной территории выбранного мегаполиса.

Опишите увиденные изменения на снимках, в случае отсутствия изменений это так же указывается. Результат изменения прироста площади городских территорий описывается, описывается динамика и скорость застройки в год.

Этап 7. Используйте Google Earth Pro для проведения аналогичных действий с возможностью сохранения снимков в высоком пространственном разрешении. Для этого, используйте функции исторического просмотра, перемещайте ползунок времени для выбора соответствующей даты снимка. (Рис.26) Внесите полученные данные в отчёт. Сохраните изображения выбранной области в формате HD и ULTRA HD.

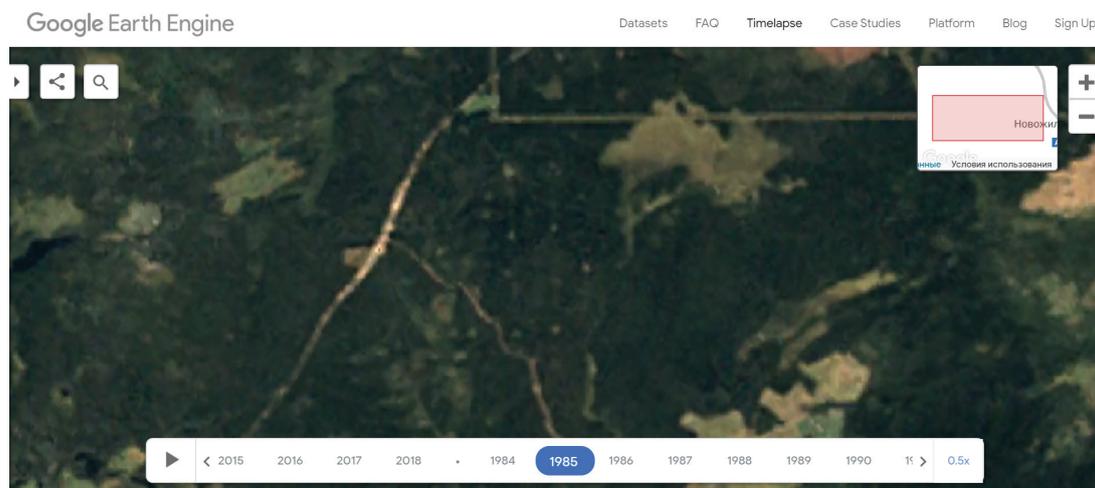


Рис.23 Google Time Lapse снимок Landsat 1985 года

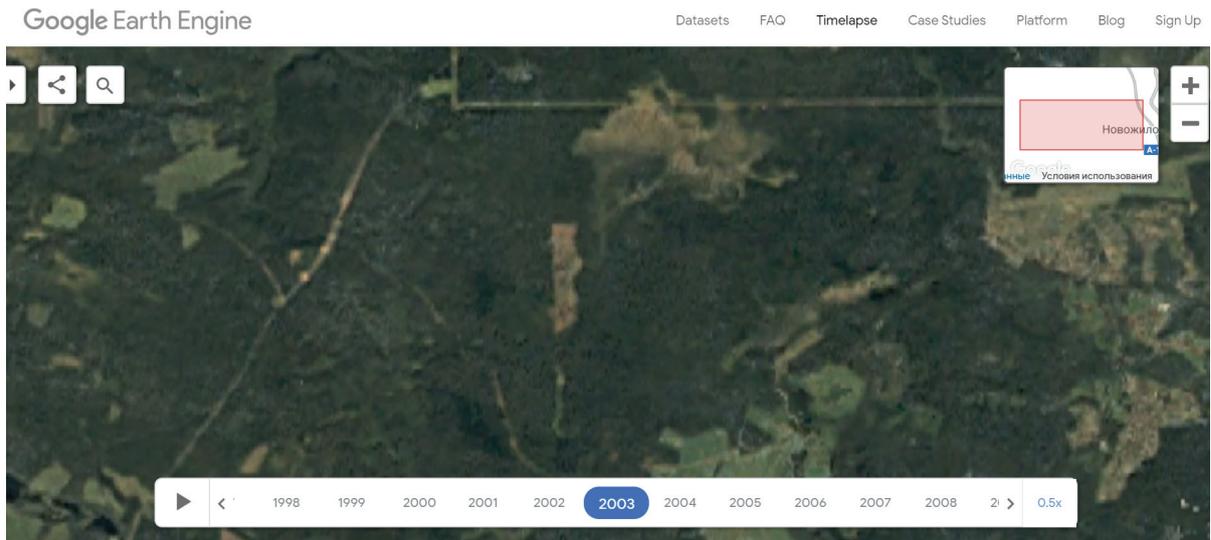


Рис.24. Google Time Lapse Landsat снимок 2003 года

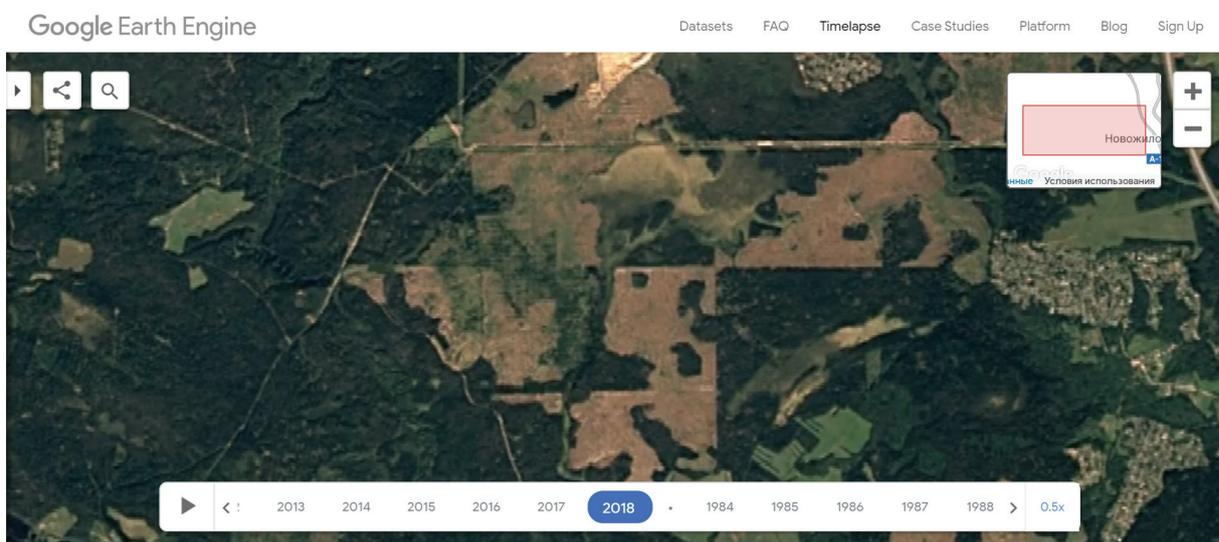


Рис.25 Google Time Lapse снимок Landsat 2018 года

Примечание: для определения вырубленной преобладающей породы используйте план лесонасаждений выбранного лесничества.

Примечание: допускается выполнение лабораторной работы с использованием картографических сервисов Earth Explorer и данных спутников Sentinel-1, Sentinel-2 с выгрузкой временных рядов данных выбранного диапазона.

Примечание: допускается выполнение лабораторной работы с использованием сторонних web-картографических сервисов, не представленных в данном учебном пособии.

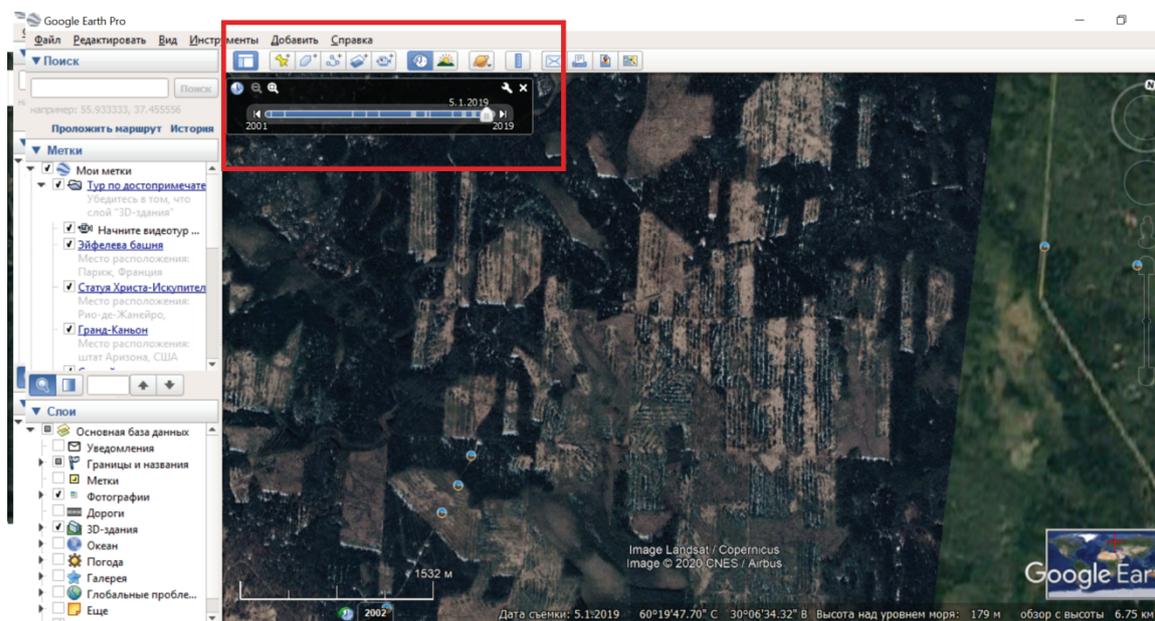


Рис.26 Изменение фотографий в историческом срезе в Google Earth Pro

Лабораторная работа № 3

Привязка раstra в Google Earth Pro

Цель лабораторной работы: научиться привязывать растр в виртуальном глобусе. Для пространственной привязки растра необходимо найти на снимке характерные объекты, такие как элементы ландшафта, близлежащие дороги, гидрологические объекты и т. д. Таким образом, можно быть уверенным, что привязка выполняется к той же точке в растре.
Ход выполнения лабораторной работы 3.

Этап 1. Подготовка привязываемого растра. Откройте сервис Global Forest Change, найдите территорию интенсивного лесопользования (вырубки). Выберите произвольный масштаб. Сохраните файл изображения в отдельном файле графического формата через функцию Print Screen, убрав лишние детали. (Рис.27)[4]

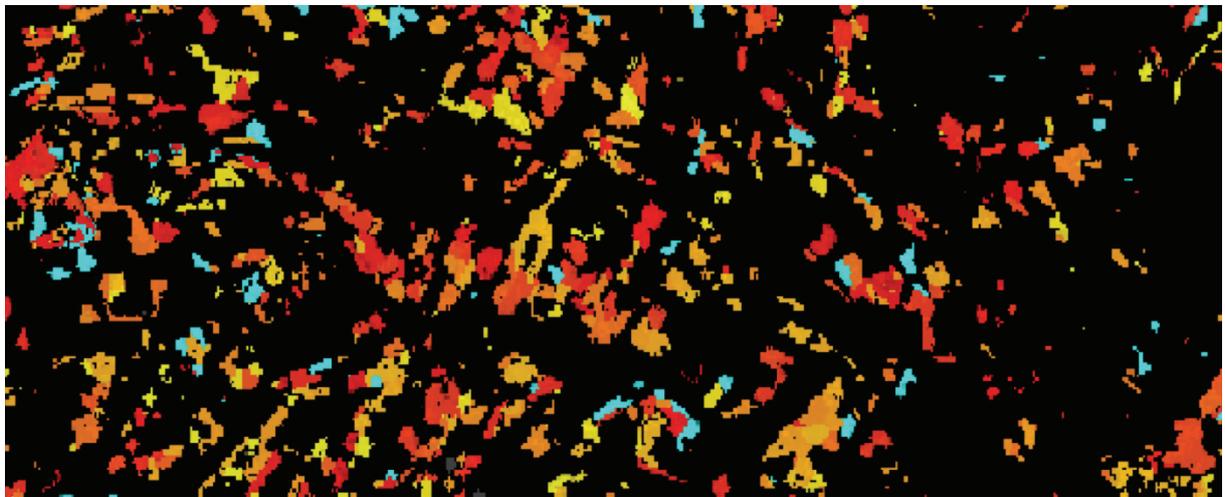


Рис.27 Подготовленный материал интенсивной рубки, данные сервиса
Global Forest Change

Этап 2. Откройте Google Earth Pro найдите выбранную местность. Используя (географические координаты, названия населённых пунктов или особенности ландшафта) Выберите на панели инструментов функцию – наложить изображение.

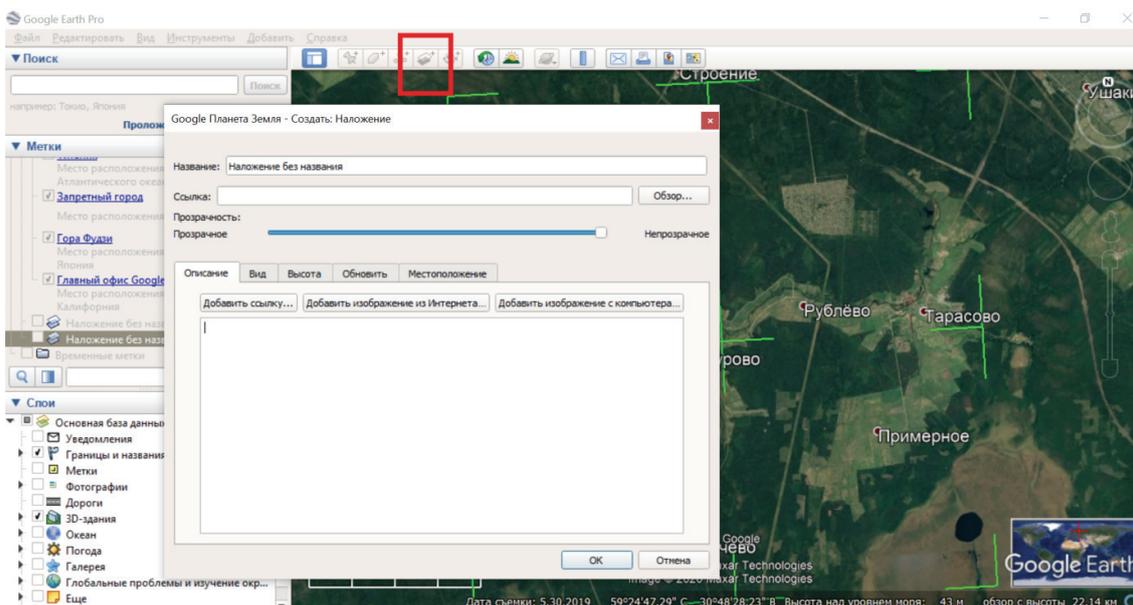


Рис.28 Выбор функции наложить изображение

Выберите подготовленный файл растра данных сервиса Global Forest Change, нажмите ок, в открывшемся окне функции наложение Рис.28. Внимательно осмотрите качество и точность привязки, отрегулируйте в режиме ручного передвижения накладываемого изображения, для улучшения результата используйте прозрачность слоёв. Дайте название созданному слою. Новый слой будет сохранён в виде функции в меню метки, с присвоенным вами именем, слой можно включить/выключить.

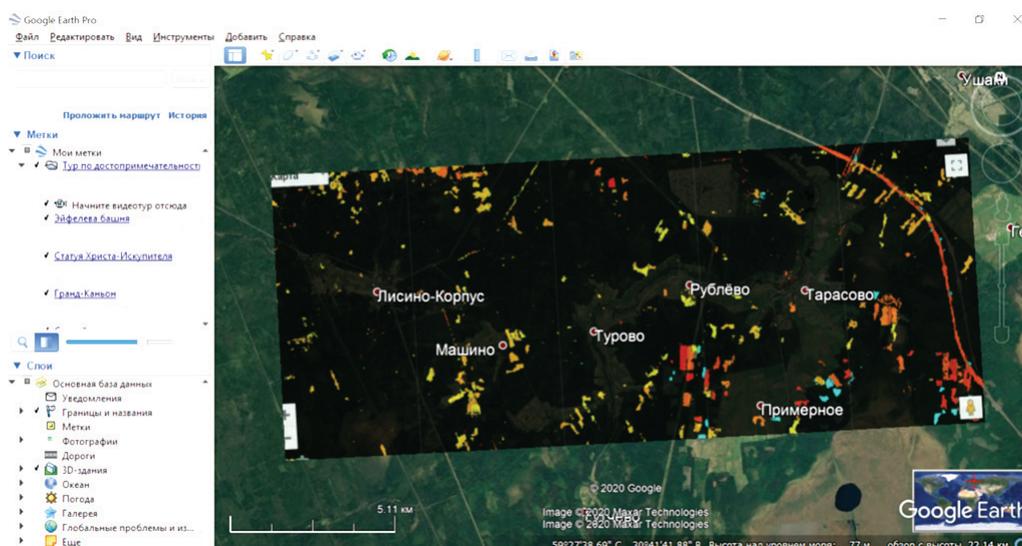


Рис.29 Результат корректного наложения растра к растру

Выполните аналогичные действия на выбранную вами область поверх привязного растра, привязав на него второй растр, с планом лесонасаждений. Используйте открытые ресурсы комитета по природным ресурсам Ленинградской области или другого региона России. Полученным композитом из двух растров определите, какие древесные породы были вырублены и в какой временной интервал. Все полученные данные с подробным ходом выполнения лабораторной работы вносите в отчёт к лабораторной работе № 3.

Лабораторная работа № 4

Работа с Web-Гис Псковлеспроект

Цель лабораторной работы: ознакомиться с профессиональной тематической web-гис компании Псковлеспроект.

Задача лабораторной работы определить наиболее качественные таксационные выдела для будущего лесопользования.

Ход выполнения лабораторной работы № 4

Этап 1. Зайдите на ресурс: <http://www.pskovlesprojekt.ru/> или посредством введения поискового запроса Псковлеспроект.

Этап 2. Выберите раздел - система ведения информации по лесопользованию, загрузите web-Гис. (Рис.30)

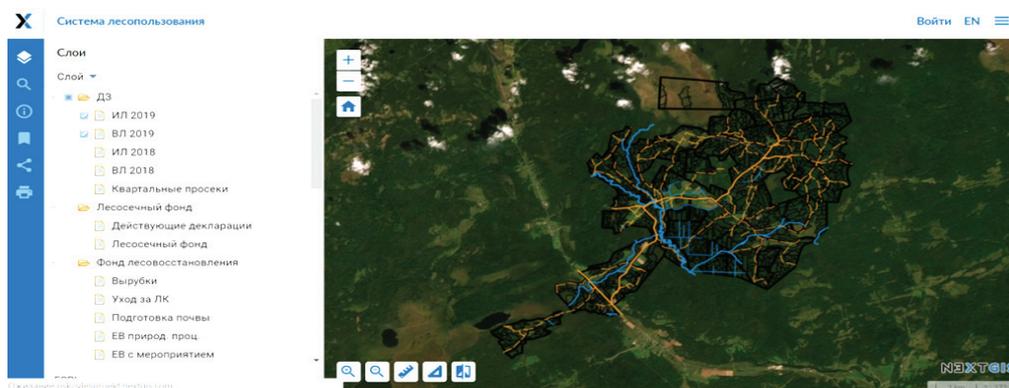


Рис.30 Интерфейс системы лесопользования Псковлеспроект

Этап 3. Внимательно осмотрите интерфейс web-гис, попеременно выключайте и включайте слои с данными, обратите внимание на изменения на карте, включите слой план лесонасаждений.

Этап 4. Сделайте активной функцию вертикальная шторка внизу интерфейса окна. Осмотрите изменения карты. (Рис.31)



Рис.31 Изменения карты с включенным слоем план лесонасаждений

Этап 5. Ознакомьтесь с легендой планов лесонасаждения, задача в определении породы представленной в тематическом слое.

Этап 6. Представьте себя в роли арендатора земель лесного фонда. Выберите до 3 участков для отведения их в рубку. Критерием выбора таксационных выделов должны стать, хозяйственно значимые породы, наличие транспортной инфраструктуры, отсутствие на территории особо защитных участков (ОЗУ), отсутствие молодых посадок на территории.

Этап 7. Убедитесь в актуальности представленной дистанционной информации, в меню слева, включите слой Космос Sentinel максимально актуальной даты съёмки. Убедитесь в отсутствии уже существующей вырубki на месте выбранного вами участка. Определите таксационные выдела, для будущего отведения в рубку. Результат выделения укажите в отчёте, опишите подробно обоснование выбранного вами участка и критерии его выбора.

Лабораторная работа № 5

Заказ сцен выбранного временного интервала в Earth Explorer

При работе с данными дистанционного зондирования Земли, зачастую приходится проводить обработку материалов в программах графических редакторов. Для этого, в зависимости от задач проводят специальную корректировку снимков различными методами. К ним относятся: фильтрация, пикселизация, улучшение контрастности снимка, пресыщение цветового диапазона и др. Двадцать лет назад в самом начале зарождения web-картографии сам факт появления в сети дистанционных материалов в открытом доступе был особой ценностью, как для учёных профессионалов, так и для любителей исследователей. На сегодняшний день часть из web-картографических сервисов (Earth Explorer, Sentinel Hub), предоставляют возможность выгрузку данных наиболее подходящего интервала времени съёмки и возможности выгрузки различного типа диапазона съёмки (радарного, инфракрасного и др.).

Цель лабораторной работы: научиться проводить выгрузку материалов дистанционного зондирования Земли для последующей работы.

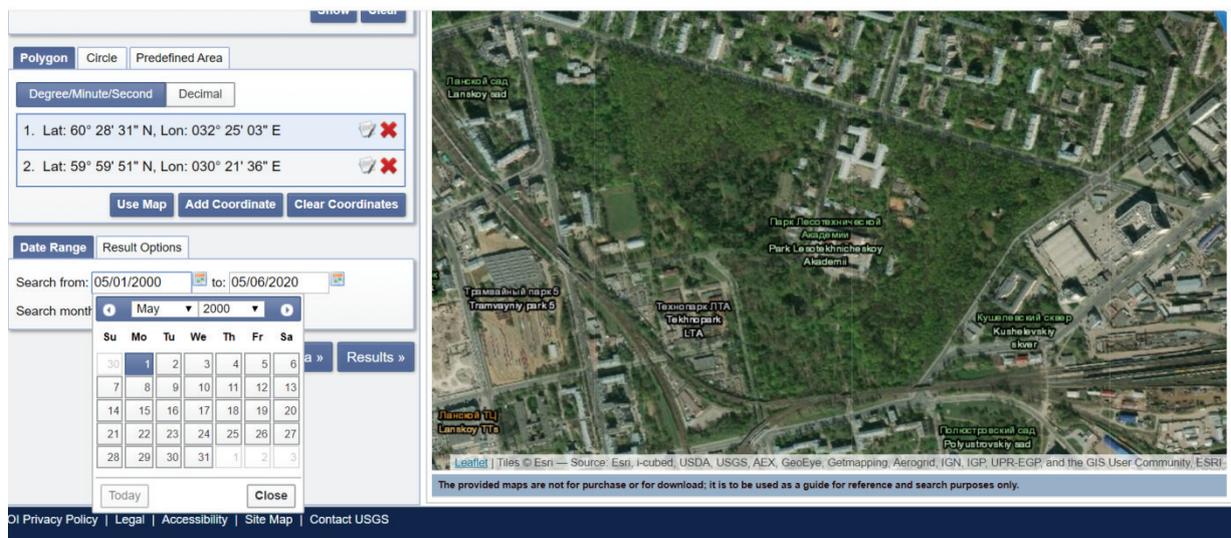


Рис.32 Выбор функции временного интервала в Earth Explorer

Ход выполнения лабораторной работы № 5

Этап 1. В окне браузера введите: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Этап 2. Для использования программы на русском языке используйте браузер Google Chrome с функцией перевода языка. В открывшемся окне перейдите на вкладку Data range (Диапазон данных), откройте календарь. (Рис.32)

Этап 3. Выберите интересующую область.

Этап 4. Определите масштаб анализа территории.

Этап 5. Отобразите координатную сетку выбранной территории.

Этап 6. Выберите типы данных для будущей выгрузки материалов.

По умолчанию доступны следующие типы данных, представленные на Рис. 33

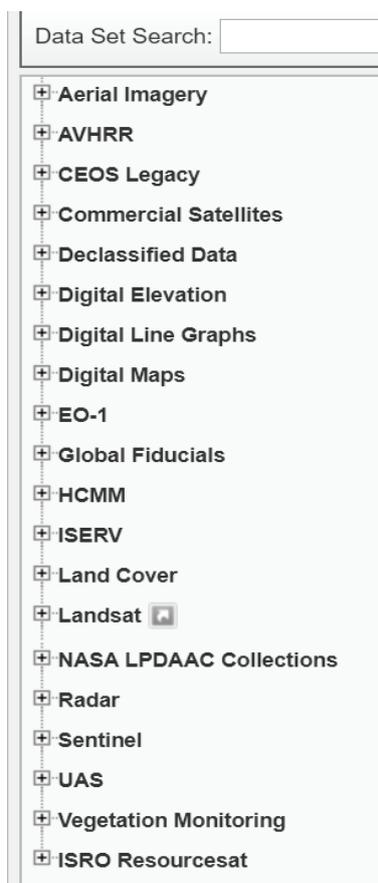


Рис.33 Типы пространственных данных в Earth Explorer

Этап 7. Ознакомьтесь с каждым из типов предоставляемых данных, выберите до 5 разных типов и опишите их в отчёте лабораторной работы.

Этап 8. После выбора нескольких типов данных нажмите отобразить результат. В появившемся окне предлагаемых сцен, нажмите показать обзор наложения.

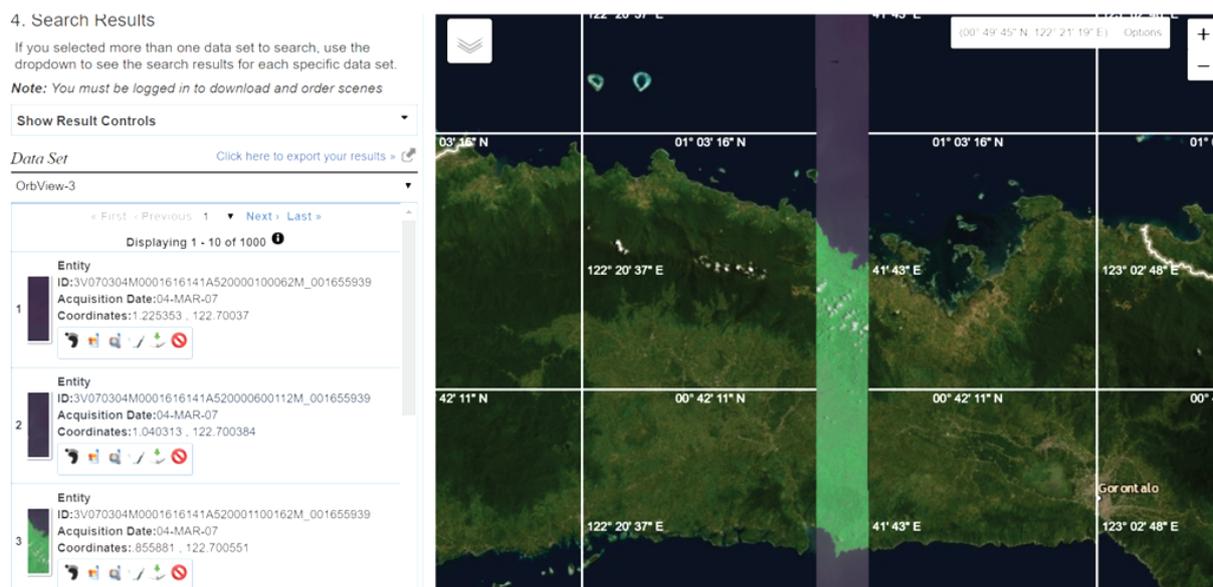


Рис.34 Результат обзора наложения заказанных сцен данных спутника OrbView-3

Этап 9. Отобразите заказ 3 географических объектов и сцен различных типов данных внесите полученные результаты в отчёт, для выполнения лабораторных работ достаточно отображения скриншотов.

Примечание: при необходимости пройдите процедуры регистрации на сервисе.

Лабораторная работа № 6

Анализ данных спутниковых наблюдений для оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов на основе web-сервиса Vega-Pro.

ВЕГА-PRO – отечественный информационный сервис для профессиональной работы с обновляемыми в режиме близком к реальному времени архивами спутниковых данных и другой геопространственной информацией, обеспечивающий решение широкого круга задач оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов, относящихся, прежде всего, к сфере интересов агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и лесной промышленности.[6,11] Рис.34

Цель лабораторной работы научиться использовать предоставляемые инструменты сервиса Vega-Pro.

Ход выполнения лабораторной работы №6

Этап 1. Перед началом работы уточните термин SRTM Результат внесите в отчёт к лабораторной работе.

Этап 2. Зайдите на сервис, введя в адресную строку браузера: <http://sci-vega.ru/maps/>

Этап 3. Слева в меню Анализ состояния растительности выберите режим «по карте».

Этап 4. После загрузки web-интерфейса, выберите проекцию Меркатора и временной ряд спутниковых материалов для отображения его на карте.

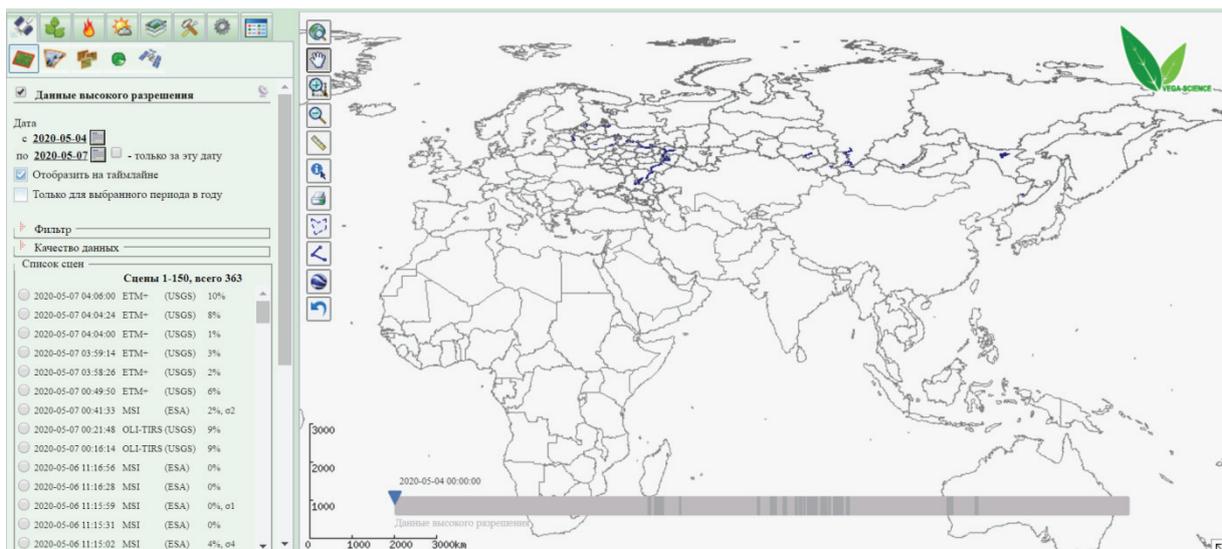


Рис.35 Интерфейс сервиса Вега-Про

Этап 5. Зайдите в раздел картография представленной в программе кнопкой со слоями. Выберите отображение границ федеральных округов и границ районов.

Этап 6. Самостоятельно выберите регион, отобразите данные съёмки рельефа SRTM.(Рис.36) внесите результат в отчёт к лабораторной работе.

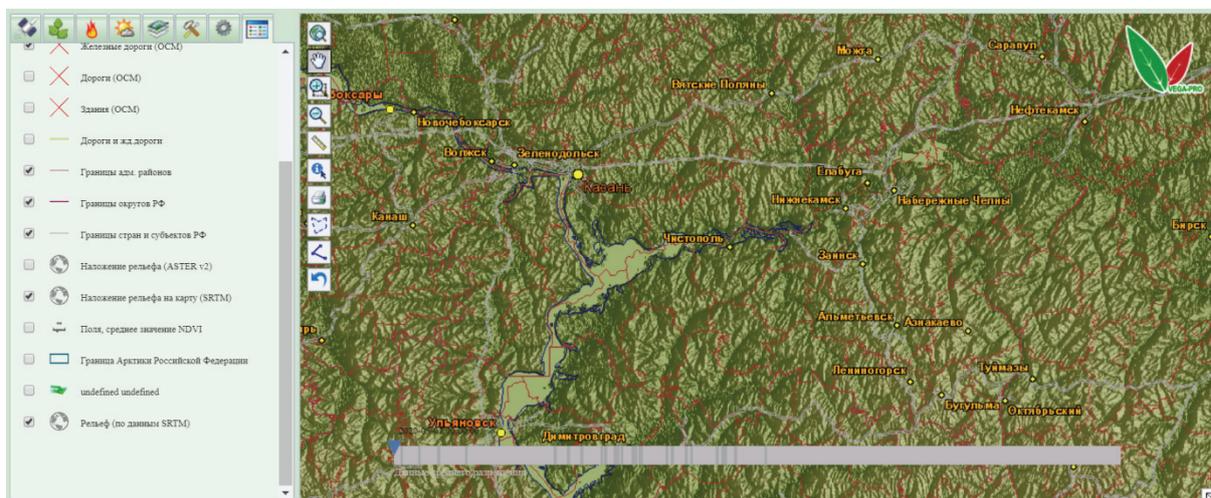


Рис.36 Отображение съёмки SRTM в сервисе ВЕГА-Про

Этап 7. Зайдите в режим отображения пожаров, укажите следующие типы лесных пожаров: на пахотных землях, горячие лесные точки.

Этап 8. Отобразите следующие характеристики карты и опишите их. Выберите административный район любого субъекта РФ. Отобразите карту растительности, отобразите запасы насаждений. Проанализируйте изменения преобладающей породы с 2010 года по 2018 год. Укажите в отчёте преобладающую породу выбранного района

Этап 9. Создайте полигон на карте, укажите площадь созданного полигона, рассчитайте запас древесины по типам лесов:

- Светлохвойный лес
- Лиственный лес
- Смешанный лес

А так же отдельно по породам: Сосна, Ель, Лиственница

Успешно выгруженные данные в отчёт к лабораторной работе выглядят следующим образом:

Общая характеристика лесов полигона:

Площадь всего полигона (га): 5 853,2

Покрытая лесом площадь (га): 5 830,3

Общий запас древесины (м³): 1 226 408,4

Удельный запас древесины (м³/га): 210,4

Светлохвойный лес:

Покрытая лесом площадь (га): 85,2

Запас древесины (м³): 14 510,4

Удельный запас древесины (м³/га): 170,2

Лиственный лес:

Покрытая лесом площадь (га): 3 681,9

Запас древесины (м³): 759 626,3

Удельный запас древесины (м³/га): 206,3

Характеристика лесов полигона в разрезе преобладающих пород:

Сосна:

Покрытая лесом площадь (га): 743,4

Запас древесины (м3): 155 349,3

Удельный запас древесины (м3/га): 209,0

Береза:

Покрытая лесом площадь (га): 5 017,1

Запас древесины (м3): 1 059 584,8

Удельный запас древесины (м3/га): 211,2

Осина:

Покрытая лесом площадь (га): 69,8

Запас древесины (м3): 11 474,2

Удельный запас древесины (м3/га): 164,3

Этап 10. Добавьте карту выбранного субъекта с созданным полигоном расчёта растительности с описанием и указанием координат географического центра созданного полигона.(Рис.36)

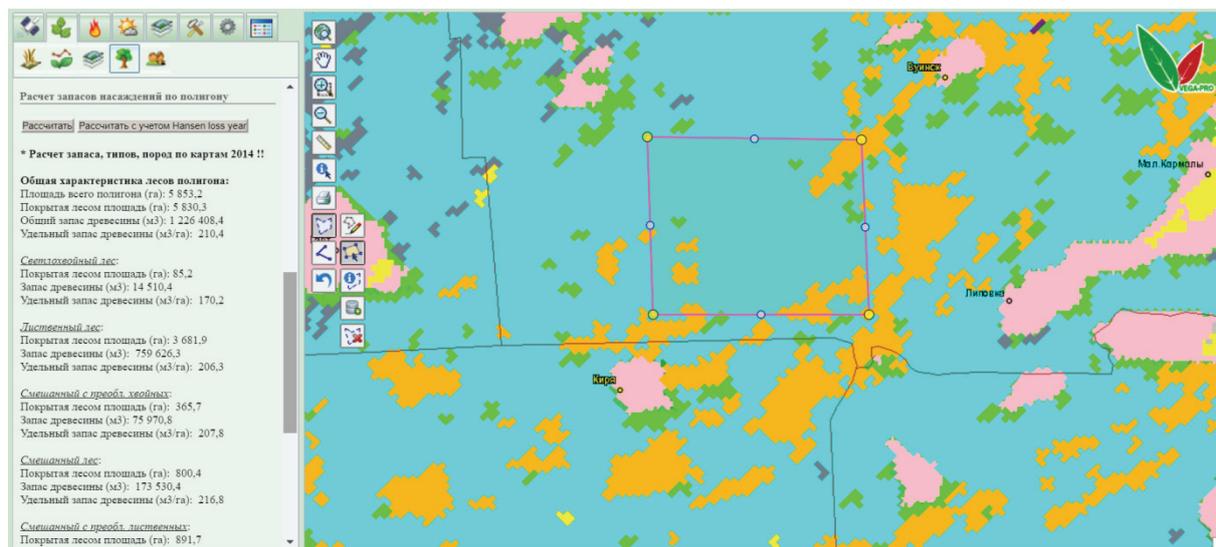


Рис.37 Отображение созданного полигона и информации расчёта запаса

Лабораторная работа № 7

Разработка web-карты на основе статистических данных

Цель лабораторной работы: научиться разрабатывать персональную web- карту с открытыми данными статистики.

Ход выполнения лабораторной работы

Этап 1. Для начала заходим на сайт fedstat.ru [11] для использования открытых статистических данных.

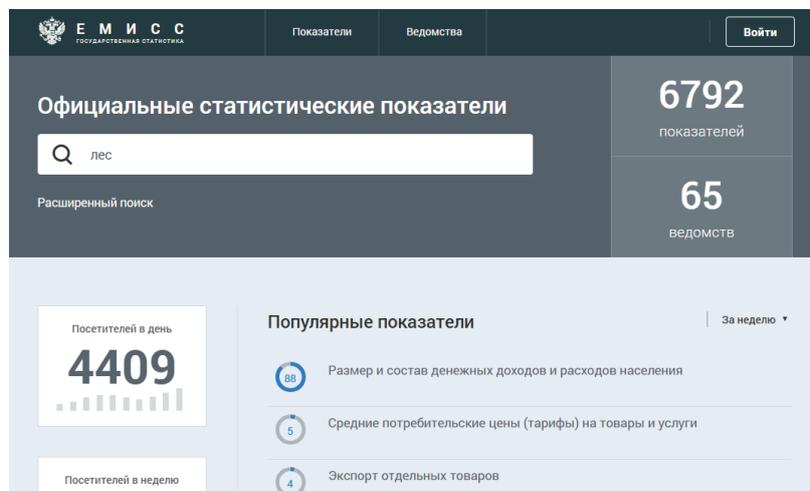


Рис. 38 Интерфейс сайта федеральной статистики

Этап 2. Выбираем конкретный тип данных статистики, в нашем примере статистика «Площадь лесовосстановления» и выгружаем данные в формате .xls. Сохраняем файл.

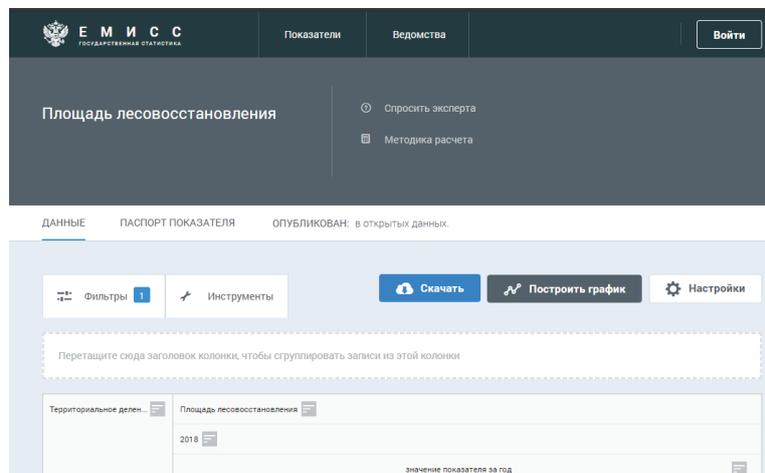


Рис. 39 Выбор данных

Этап 3. Используем фильтр по выбранному Южному Федеральному округу, выберем регионы входящие в данный округ.

Новгородская обл.
 Псковская обл.
 Южный федеральный округ
 Респ. Адыгея
 Респ. Калмыкия
 Краснодарский край
 Астраханская обл.
 Волгоградская обл.
 Ростовская обл.
 Республика Крым

Фильтровать Очистить

Рис. 40 Выбор

Получаем следующие данные:

Территориальное деление	Площадь лесовосстановления
	2018
	значение показателя за год
Астраханская обл.	38.3
Волгоградская обл.	1 100
Краснодарский край	487.3
Респ. Адыгея	10
Респ. Калмыкия	928.1
Ростовская обл.	1 200
Южный федеральный округ	3 767.4

Рис. 41 Выгрузка данных статистики площади лесовосстановления по регионам

Этап 4. Далее используем открытый web-ресурс infogram.com [12] для отображения геоданных. Предварительно в нём зарегистрировавшись, в качестве категории указываем student и выбираем базовую версию. Выбираем инфографику и создаем новый пустой шаблон.



Рис. 42 Выбор подходящего атрибута визуализации

Этап 5. Выбираем раздел карт. В поиске находим нужную карту.

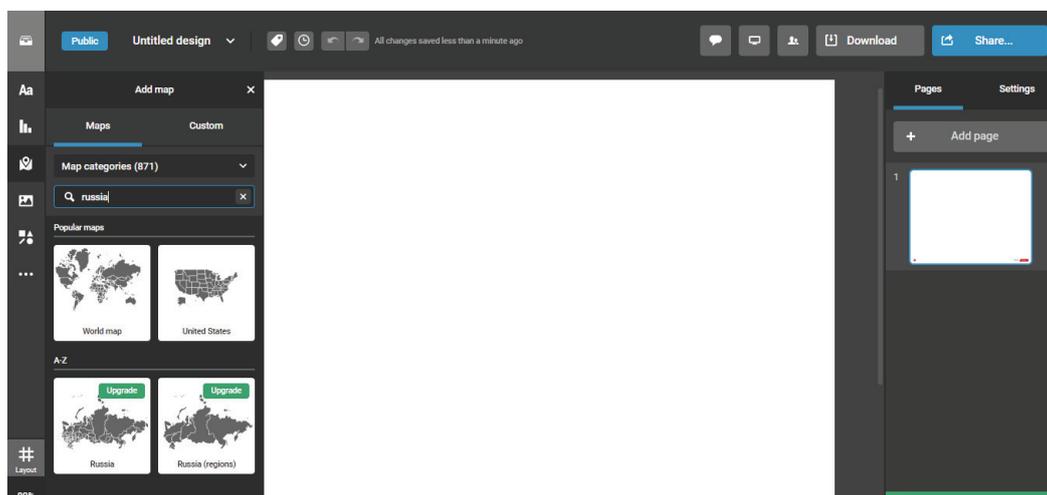


Рис. 43 Выбор раздела карт

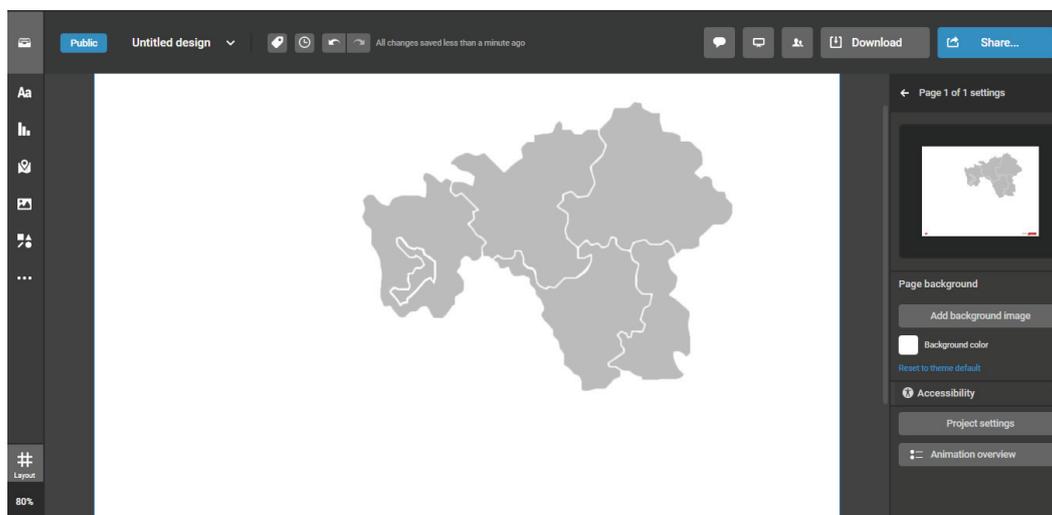


Рис. 44 Отображения выбранных субъектов

Этап 6. Импорт данных. В раздел данных загружаем ранее полученную статистику с сайта ЕМИСС формата .xls.

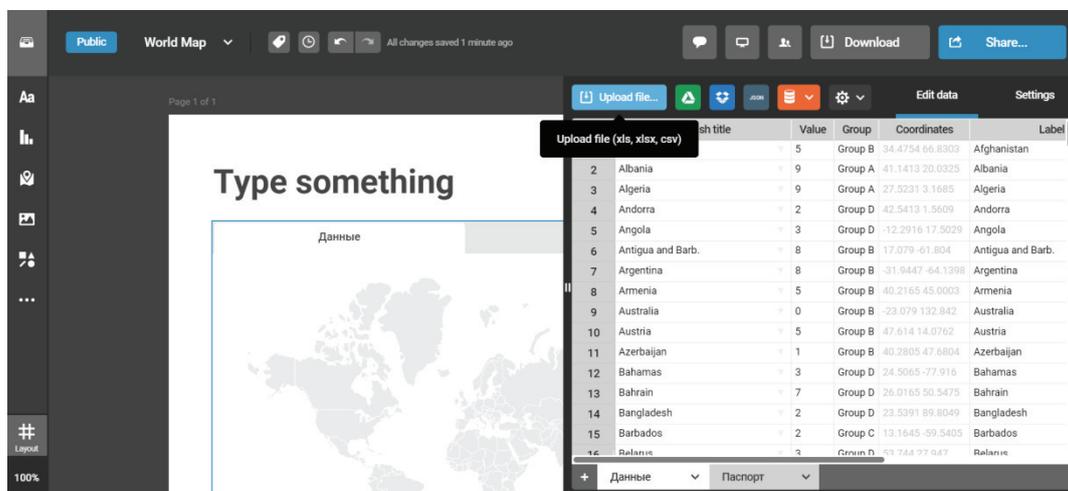


Рис. 45 Меню импортируемых файлов

Настраиваем интенсивность цвета:

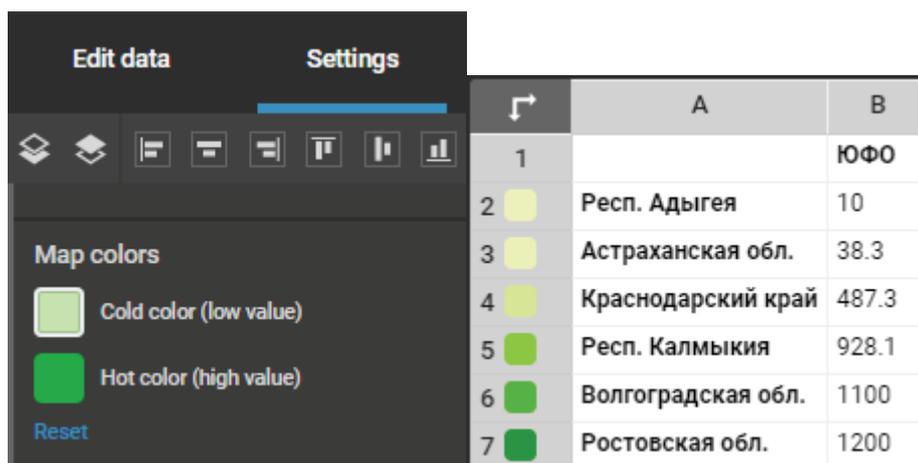


Рис. 46 Настройка цвета в сервисе

Получаем статистическую карту и соответствующую к ней круговую диаграмму:

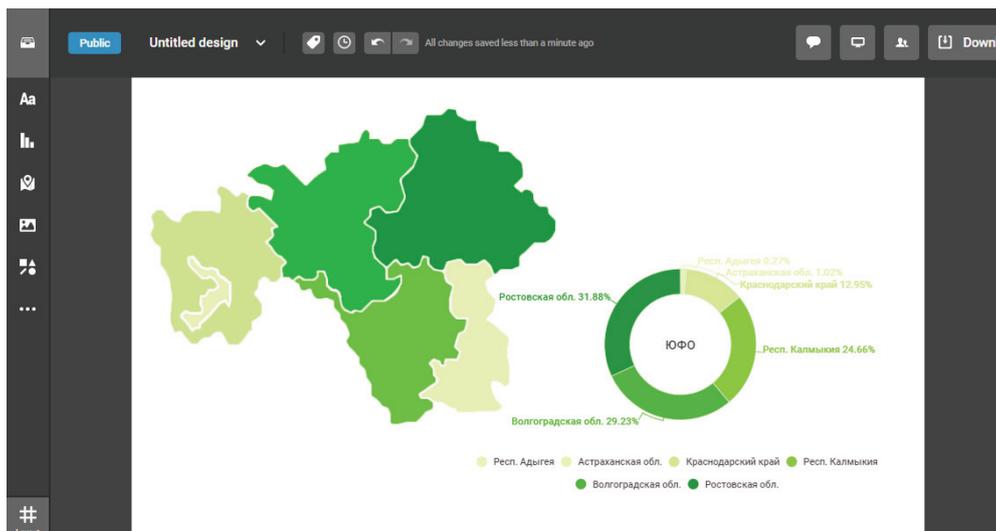


Рис. 47 Результат отображения карты по лесовосстановлению

Этап 7. Подписываем и сохраняем карту.

Созданная карта статистики Южного федерального региона по данным статистики площади лесовосстановления, открываем карту отдельным файлом:

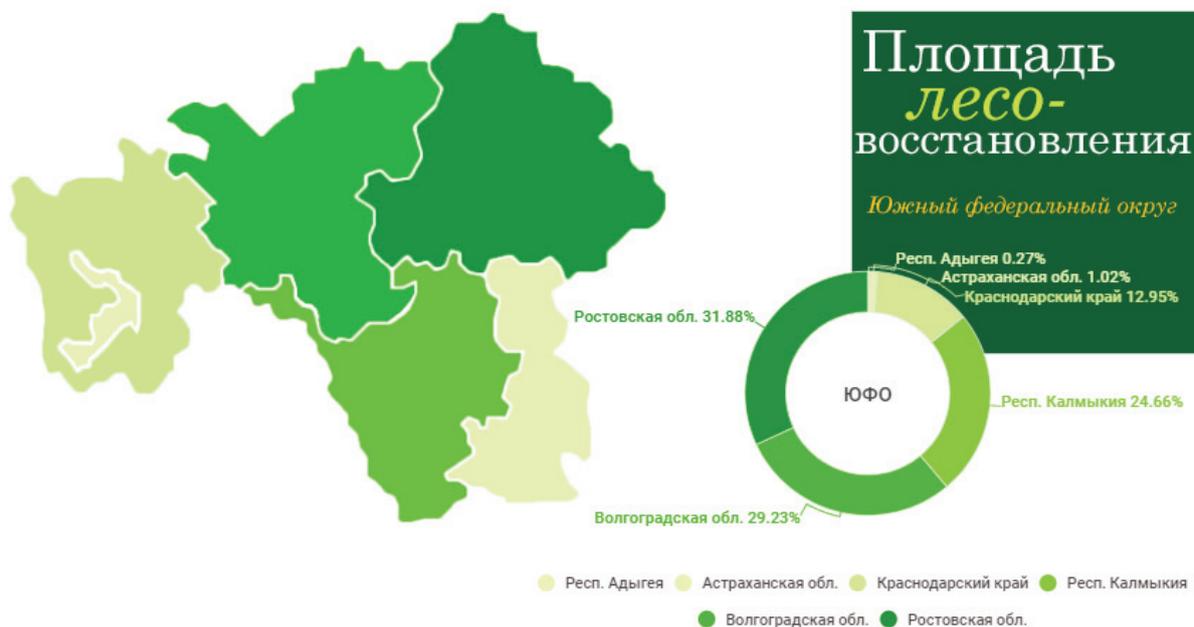


Рис. 48 Отдельный файл карты

Этап 8. Сохраняем карту в отчёт лабораторной работы с подробным описанием выполнения хода работы.

Лабораторная работа № 8

Разработка интерактивной карты средствами Microsoft 3D Maps и данных web-карт Bing.

Цель лабораторной работы: научиться создавать персональную карту с визуализацией тематических данных в интерактивном виде и в формате виртуального глобуса.

Под интерактивной картой понимается, карта которая содержит в своей структуре как атрибутивные, так и динамические объекты, при наведении на её отдельные элементы она не остаётся статичной, а предоставляет пользователю сводную информацию, подсвечивается для лучшего восприятия и имеет возможность надстройки.

Примечание: для выполнения лабораторной работы потребуется последняя версия программы Microsoft Office 365 и дополнение Microsoft 3D Maps для Excel. Microsoft 3D Maps для Excel — это трехмерный инструмент для визуализации данных, который позволяет создавать новые способы просмотра геопространственных данных. 3D Maps позволяет найти аналитическое представление, которое может не отображаться в традиционных двухмерных (двумерных) таблицах и диаграммах. [7]

С помощью трехмерных карт можно просматривать географические и временные данные на трехмерном глобусе или настраиваемой карте, показывать их с течением времени и создавать наглядные обзоры, с которыми вы можете делиться с другими людьми.

Ход выполнения лабораторной работы № 8

Этап 1. Подготовка статистических данных. Используя открытые материалы статистики (fedstat.ru) [11] и на основе подробного описания Лабораторной работы № 7 выберите статистические материалы. В нашем примере будут использованы данные Федерального агентства лесного хозяйства - «Площадь лесных земель».

Этап 2. Скачиваем выбранные данные в формате .xlsx. (Рис.37-38)
 Открываем скачанный файл в программе для работы с электронными таблицами «Excel».

Этап 3. Используя вкладку вставка, далее - таблица, преобразуем данные в табличный вид. (Рис.49)

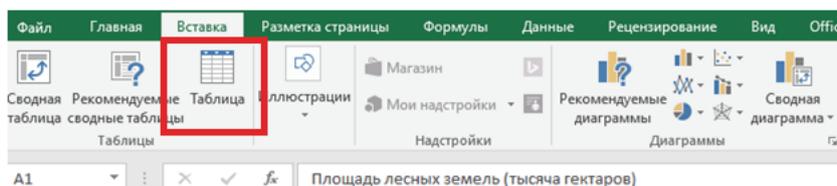


Рис.49 Выбор режима таблица

Территориальное деление	Значение показателя за год
Центральный федеральный округ	23 391,6
Белгородская обл.	239,9
Брянская обл.	1 181,1
Владимирская обл.	1 556,7
Воронежская обл.	458,9
Ивановская обл.	1 029,8
Калужская обл.	1 370
Костромская обл.	4 565
Курская обл.	249,9
Липецкая обл.	211,2
Московская обл.	1 968,1
Орловская обл.	200,3
Рязанская обл.	1 047,6
Смоленская обл.	2 121,9
Тамбовская обл.	371,3
Тверская обл.	4 733,8
Тульская обл.	371,4
Ярославская обл.	1 712,3
Северо-Западный федеральный округ	93 208,5

Рис.50 Созданная таблица

Находим надстройку «3D-Карта», кнопка располагается в группе "обзоры" на вкладке "Вставка" ленты Excel рядом с группой "диаграммы". (Рис.52)

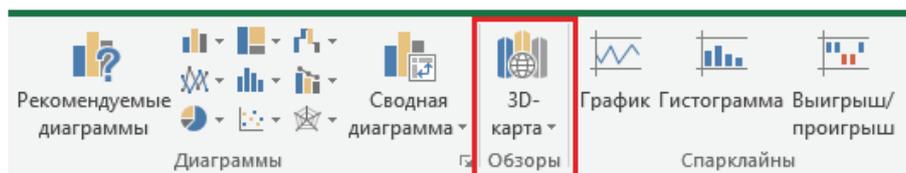


Рис. 51 Выбор режима 3D обзора карты.

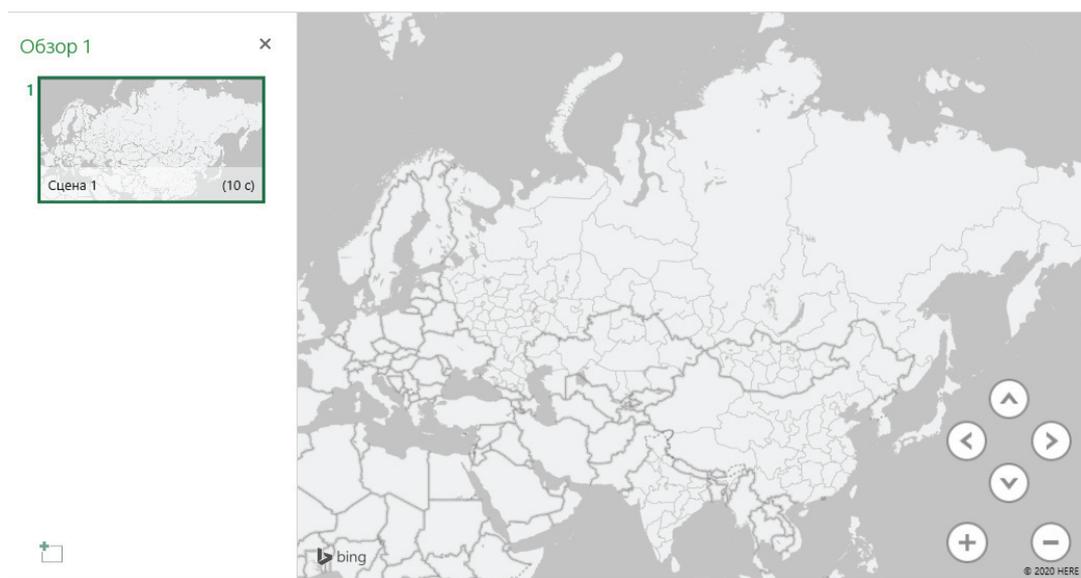


Рис. 52 Результат отображения карты

Этап 4. Карта 3D Maps использует данные сервиса Bing.maps для геокодирования данных на основании их географических свойств. Примечание: сервис Bing является дочерней компанией Microsoft. В «Области слоев» переименовываем первый слой:

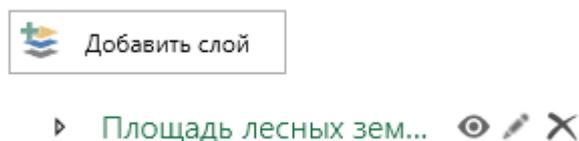


Рис. 53 Выбор первого слоя

Этап 5. Далее нужно выбрать визуализацию из доступных типов диаграмм:

- Гистограмма с накоплением
- Гистограмма с группировкой
- Пузырьковая диаграмма

- Тепловая карта
- Регион

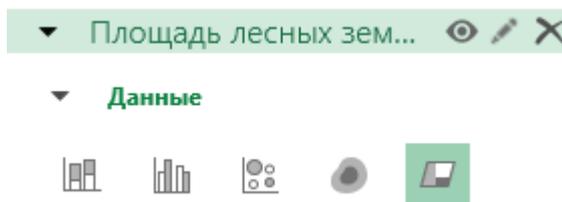


Рис. 54 Выбор типа диаграммы

В нашем случае это тип отображаемой диаграммы «Регион». Теперь сопоставляем поля с нужными географическими свойствами. В поле «Расположение» выбираем столбец таблицы «Территориальное деление»:

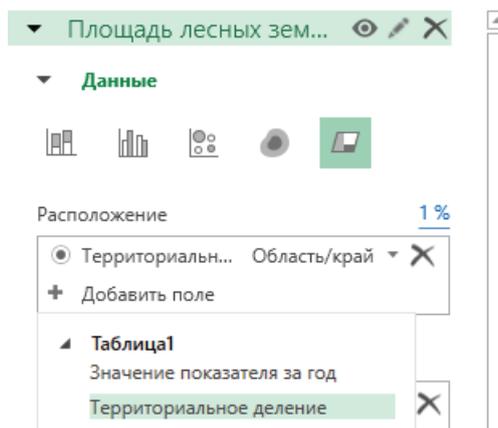


Рис. 55 Выбор столбца таблицы «территориальное деление»

В поле «Значение» столбец таблицы «Значение показателя за год». (Рис.56)

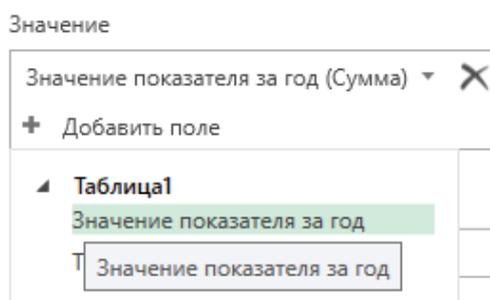


Рис. 56 Выбор значения показателя за год

Поля «Категория» и «Время» остаются не тронутыми, потому что для них в нашем примере данных нет.

Этап 6. Настройка цветовой палитры карты. В разделе «Параметры слоя» настраиваем цветовую палитру и какие значения будут отображаться на карте. (Рис.57)

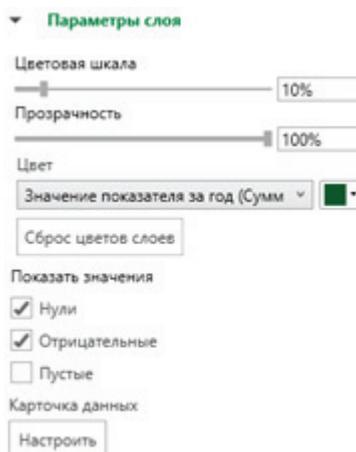


Рис. 57 Настройка цветовой палитры

При выборе определенного региона (просто наведя на него) всплывает окно с информацией связанного с табличными данными. (Рис.58)

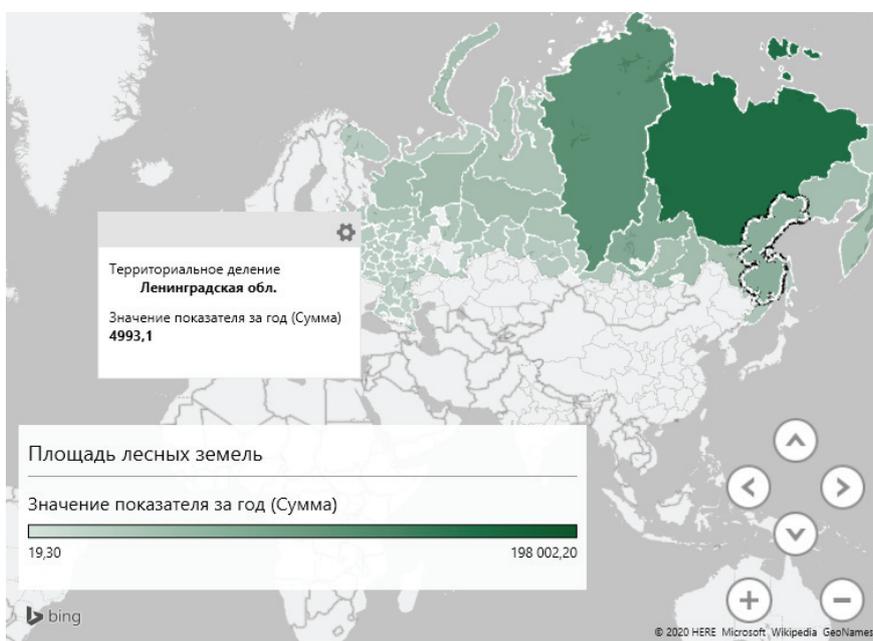


Рис. 58 Корректный вариант отображения карты

Этап 7. Переключение отображения полученной карты с двухмерного режима 2D на трёхмерный 3D режим, отключив функцию «Плоская карта»:

Оформление отчета.

Отчет по лабораторным работам подготавливается отдельно каждым студентом самостоятельно и является допуском к получению зачета. Отчет о лабораторных работах должен иметь титульный лист (*приложение 2*) и оглавление (*приложение 3*). В отчете подробно описывается каждая лабораторная работа с примерами и скриншотами выполнения основных этапов выполнения. Отчёт по каждой лабораторной работе представляет собой отдельный файл в MS Word. Приветствуется включение в отчет фотографий с рассматриваемых объектов, наличие статистических графиков, диаграмм, данных обоснования выбора объекта исследования.

В текстовом редакторе MS Word должны быть выставлены следующие параметры страницы: ориентация книжная; размер бумаги А4; поля: верхнее – 2, нижнее – 2, левое – 3, правое – 1,5 см; шрифт – TimesNewRoman; межстрочный интервал – 1.15 (в таблицах одинарный), не допускается наличие «абзацного интервала»; выравнивание по ширине; без переносов; основной заголовок – полужирный; строчный, размер 14, выравнивание по центру без абзаца; подзаголовок – полужирный, строчный, размер 14 кегль, выравнивание по центру, без абзаца; основной текст – размер 14 кегль, выравнивание по ширине, красная строка – 1,25 см. Нумерация таблиц и рисунков сквозная. Название располагается над таблицей, выравнивание от центра, 12 кегль. Название рисунков помещается снизу, выравнивание от центра, 14 кегль. При переносе таблицы на следующую страницу дублируют название столбцов. Таблицы и рисунки помещаются в тексте только после ссылки на них. Оформлять библиографический список следует по ГОСТ 7.0.5 - 2008. Преподаватель на основании успешно подготовленных и сданных отчётов всех лабораторных работ допускает студента к зачёту. Зачет проводится в виде

тестирования. Отсутствие или не выполнение лабораторных работ является веской причиной для отстранения студента от сдачи зачета. В случае отсутствия по уважительной причине студент должен выполнить пропущенную работу в индивидуальном порядке в свободное время от работ, предусмотренных программой дисциплины. Студенты, не выполнившие программу дисциплины без уважительной причины, могут быть отчислены из учебного заведения, как имеющие академическую задолженность.

Библиографический список

1. Официальный сайт компании NASA -
<https://worldwind.arc.nasa.gov/>
2. Официальный сайт компании Совзонд -
<https://sovzond.ru/services/gis/web/>
3. Официальный сайт компании СКАНЭКС -
<http://www.scanex.ru/service/kartografiya-i-deshifrirovaniye/retrospektivnyy-analiz/>
4. Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.
5. Официальный сайт компании Псковлеспроект, Система ведения информации по лесопользованию: <http://www.pskovlesproekt.ru/>
6. Официальный сайт. Спутниковый сервис анализа вегетации: <http://pro-vega.ru/>
7. Официальный сайт компании Microsoft описание руководства пользователя. <https://clck.ru/NLi7M>
8. Пономарчук А.И. Дистанционное зондирование в картографии: практикум: учеб. пособие / А.И. Пономарчук, Е.С. Черепанова, А.Н. Шихов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – 100 с.
9. Официальный сайт Европейского космического агентства. (ESA) Программа Copernicus ESA: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>
10. Лупян Е.А., Барталев С.А., Толпин В.А., Жарко В.О., Крашенинникова Ю.С., Оксюкевич А.Ю. Использование спутникового сервиса ВЕГА в региональных системах дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. №. 3. С. 215–232.
11. Официальный сайт государственной статистики, официальные статистические показатели: <https://fedstat.ru/>
12. Официальный сайт создания инфограмм: <https://infoqram.com/>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Пример титульного листа к одной из лабораторных работ

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени С.М.Кирова»

Кафедра информационных систем и технологий

ОТЧЕТ

по дисциплине: «Web-картография»

Лабораторная работа №1

Определение объекта исследования, подготовка материалов
дистанционного зондирования Земли

Выполнил: Студент 4 курса специальности
09.03.02 Инф. Системы и технологии
Иванов А.А.

Руководитель _____

Санкт-Петербург
2020

Вагизов Марсель Равильевич

Web-картография

Учебное пособие по проведению лабораторных работ студентов Института
леса и природопользования по направлению
09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Все материалы примеров разработанных приложений принадлежат
исключительно авторам.

Редактор
Компьютерная верстка

Подписано в печать 11.05.2020. Формат 60x80/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,0. Тираж 50 экз. Заказ № 02/05

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного автором
Типография «Фалкон Принт»
(197101, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Пушкарская, д. 41, литер Б,
Тел. 8 (812) 313-26-39, сайт: falconprint.ru)