**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук

Департамент программной инженерии

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Научный руководитель  доцент департамента  программной инженерии  факультета компьютерных наук,  канд. техн. наук  Родригес Залепинос Р.А.  **«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  2018 г. | УТВЕРЖДЕНО  Академический руководитель  образовательной программы  «Программная инженерия»  профессор департамента программной инженерии, канд. техн. наук  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** В.В. Шилов  **«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  2018 г. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Подп. и дата** |  |
| **Инв. № дубл.** |  |
| **Взам. инв. №** |  |
| **Подп. и дата** |  |
| **Инв. № подл** |  |

**ПРОГРАММА ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПО МУЛЬТИСЕНОСОРНЫМ СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ**

**Программа и методика испытаний**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.04.16 51 01-1-ЛУ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Исполнитель:  студент группы БПИ152  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** /А.А. Лукин/  **«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  2018 г. | |
|  | |  | |

УТВЕРЖДЕН

RU.17701729.04.16 51 01-1-ЛУ

**ПРОГРАММА ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПО МУЛЬТИСЕНСОРНЫМ СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Подп. и дата** |  |
| **Инв. № дубл.** |  |
| **Взам. инв. №** |  |
| **Подп. и дата** |  |
| **Инв. № подл** |  |

**Программа и методика испытаний**

**RU.17701729.06.14 51 01-1**

**Листов 22**

# **АННОТАЦИЯ**

В данном программном документе приведена программа и методика испытаний для «Программы обнаружения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным». Данная программа предназначена для обнаружения изменений землепользования по спутниковым снимкам.

Оформление программного документа «Программа и методика испытаний» произведено по требованиям ГОСТ 19.301-79 «Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению» [1].

**Содержание**

[**АННОТАЦИЯ** 2](#_Toc514041863)

[**1.** **Объект испытаний** 4](#_Toc514041864)

[**2.** **Цель испытаний** 4](#_Toc514041865)

[**3.** **Требования к программе** 5](#_Toc514041866)

[**4.** **Требования к программной документации** 5](#_Toc514041867)

[**4.1. Состав программной документации** 5](#_Toc514041868)

[**5.** **Средства и порядок испытаний** 7](#_Toc514041869)

[**5.1** **Технические средства** 7](#_Toc514041870)

[**5.2** **Программные средства** 7](#_Toc514041871)

[**6.** **Методы испытаний** 7](#_Toc514041872)

[6.1. Испытание модуля загрузки данных 8](#_Toc514041873)

[6.2. Испытания модуля преобразования данных Sentinel-2 11](#_Toc514041874)

[6.3. Испытание модуля обучения SVM 13](#_Toc514041875)

[6.4. Испытание модуля определения изменения землепользования по мультисенсорным спутниковым данным 15](#_Toc514041876)

[6.4. Испытание импорта и эксперта 18](#_Toc514041877)

[**Список использованной литературы** 20](#_Toc514041878)

**[Приложение 1 Терминология](#_Toc514041879)** [21](#_Toc514041879)

# **Объект испытаний**

Объектом испытаний является «Программа обнаружения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным».

# **Цель испытаний**

Целью проведения испытаний является проверка правильности выполнения программой функций, изложенных в разделе «Требования к программе».

# **Требования к программе**

Программа должна проходить проверку функциональных требований, указанных в документе «Программа определения изменения землепользования по мультисенсорным спутниковым данным». Техническое задание.

Программа должна обеспечивать возможность выполнения следующих функций:

1. Поиск и загрузка мультиспектральных данных Sentinel 2 c помощью сервиса Open Access Hub API [3] Европейского космического агентства.
2. Преобразование данных Sentinel 2 Level 1C [4] к данным с Sentinel 2 Level 2A [4]
3. Извлечение данных геопривязки из файлов различных спектров данных Sentinel 2 формата JP2000 и создание файла проекции и world файла для файла каждого файла спектра данных.
4. Классификация с помощью модели SVM данных SVM на следующие классы:
5. Водные ресурсы.
6. Пахотные земли и пастбища.
7. Застроенные области.
8. Лесное хозяйство.
9. Возможность инкрементного обучения классификатора SVM с использованием генерации обучающих и контрольных выборок с помощью мультиспектральной сцены Sentinel 2 и векторного файла, использующего нотацию атрибутов векторов Open Street Map (OSM) [5].
10. Поиск гиперпараметров классификатора SVM c помощью алгоритма grid search и использование кросс-валидации при обучении классификатора SVM.
11. Обнаружение изменения землепользования на основе нескольких данных Sentinel 2 для определенной области, считанных в разное время.
12. Визуализация результатов обнаружения изменений землепользования и классификации данных.
13. Расчет площадей областей изменений.
14. Возможность сохранения результата определения изменения землепользования в формат векторных файлов с геопривязкой ERSI Shapefile и в собственном формате программы для последующего просмотра в программе.

# **Требования к программной документации**

## **4.1. Состав программной документации**

1. «Программа обнаружения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным». Техническое задание. ГОСТ 19.71-208
2. «Программа обнаружения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным». Пояснительная записка. ГОСТ 19.404-79
3. «Программа обнаружения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным». Руководство оператора. ГОСТ 19.505-79
4. «Программа обнаружения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным». Программа и методика испытаний. ГОСТ 19.301-79
5. «Программа обнаружения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным». Текст программы ГОСТ 19.401-78

# **Средства и порядок испытаний**

* 1. **Технические средства**

Компьютер должен обладать следующими характеристиками и периферией:

1. Процессор с тактовой частотой не менее 2.3ГГц
2. Оперативная память не менее 4Гб
3. Жесткий диск со свободным объемом не менее 20Гб
4. Монитор
5. Клавиатура
6. Мышь
7. Стабильный доступ к сети Интернет
   1. **Программные средства**

Следующие программные средства должны быть установлены на компьютер:

1. Операционная система Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10 или более поздней версии.
2. Программное обеспечение Java 8 JRE или выше.
3. Дистрибутив Anaconda c версией Python 2.7.
4. Установленная база данных PostgreSQL с расширением PostGIS
5. Установления библиотека Geospatial Data Abstraction Library (GDAL/OGR) версии 2.0.1.

Помимо данных средств потребуются файл ao.shp и загруженные данные по ссылка из файла links.txt из папки Tester на диске с файлами проекта.

Для проверки записи данных в формате

**5.3. Порядок проведения испытаний**

Для установки проекта требуется скопировать исходные файлы в нужное место, запустить скрипт setup.sql в программе клиенте PgAdmin, так-же установить плагин Sen2Cor в Anaconde, в файловой системы и запустить файл LandUseChangeDetection.bat, а также иметь учетную запись на Copernicus Open API.

1. **Методы испытаний**

После запуска программы пользователю показывается главное окно приложения (рис.1.)

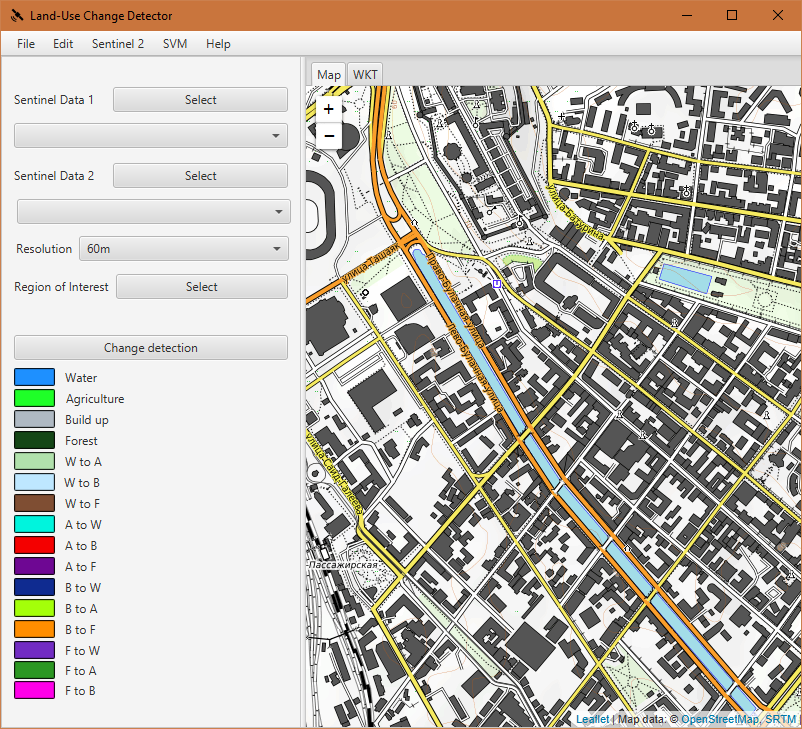


Рис 1. Главное окно программы

### 6.1. Испытание модуля загрузки данных

Откроем окно модуля загрузки данных Sentinel-2 через меню программы (Sentinel 2 🡪 Search and Download). Открывается окно модуля поиска и загрузки данных (рис.2)

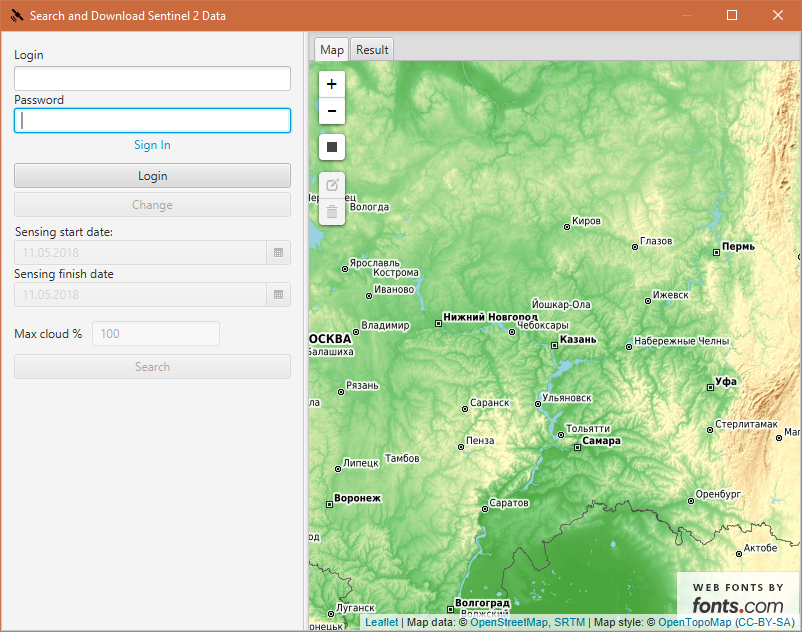


Рисунок 2. Окно модуля поиска и загрузки данных

Указываем логин и пароль Copernicus Open Access Hub, указываем даты начала и конца периода фиксирования данных, максимальный процент покрытия облаками устанавливаем на значение 10%, выделяем область в районе города Москвы на карте.

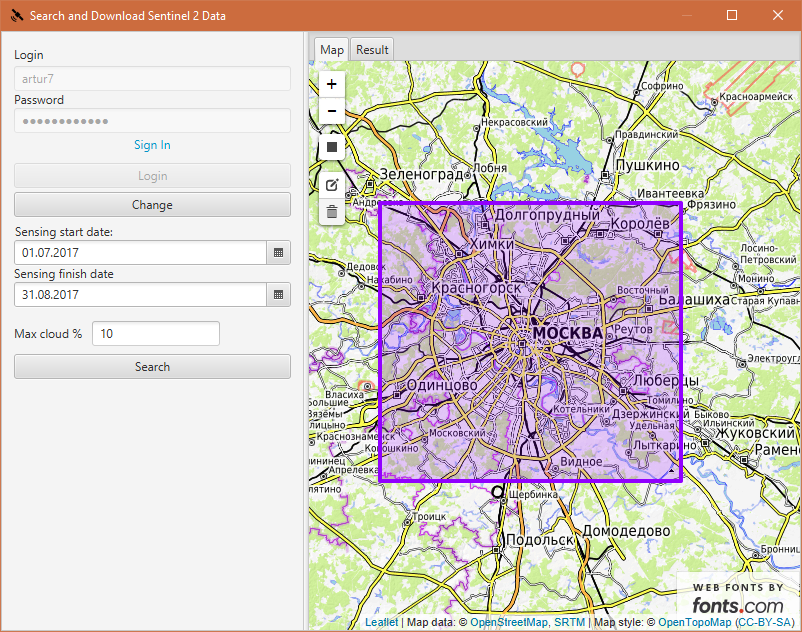


Рис 3. Ввод параметров для поиска

После нажатия кнопки «Search» модуль демонстрирует результаты поиска (рис.4)

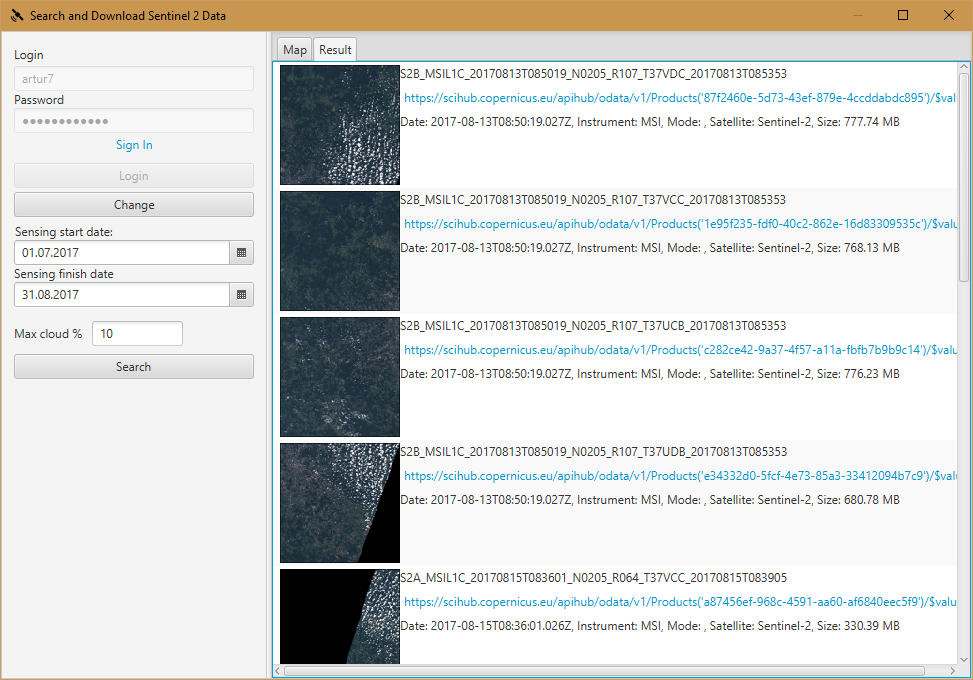


Рис. 4. Результаты поиска данных

При переходе по ссылке любого из найденных результатов начинается загрузка данных Sentinel-2.

### 6.2. Испытания модуля преобразования данных Sentinel-2

Откроем модуль преобразования данных Sentinel-2 от Level 1C к Level 2A через меню главного окна программы (Sentinel 2 🡪 Level up data), после чего программа демонстрирует окно преобразования данных Sentinel-2 (рис.5)

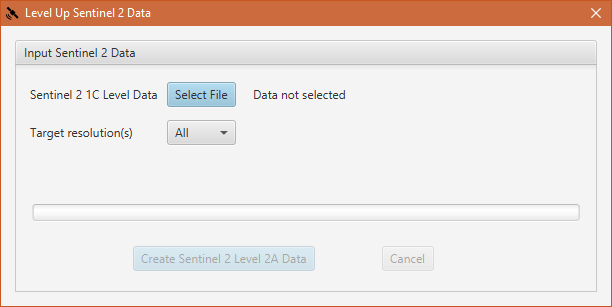


Рис.5. Окно модуля преобразования данных Sentinel-2

В данном окне выбираем загруженные в п. 6.1. данные, устанавливаем значение резолюции на 60m и нажимаем кнопку «Create Sentinel 2 Level 2A Data». Начинается процесс преобразования данных (рис. 6).

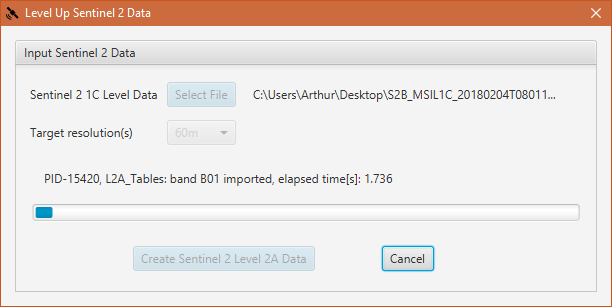


Рис. 6. Процесс преобразованные данных Sentinel 2 от Level 1C к Level 2A

После успешного преобразования данных, в директории с исходными данными появляются данные Sentinel 2 Level 2A (рис. 7).

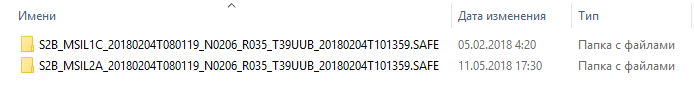


Рис. 7. Файлы данных Level 1C к Level 2A

### 6.3. Испытание модуля обучения SVM

Откроем модуль обучения классификаторов SVM через меню главного окна программы (SVM 🡪 Train by OSM), после чего программа демонстрирует окно обучения классификаторов SVM с помощью векторных данных Open Street Map (рис.8).

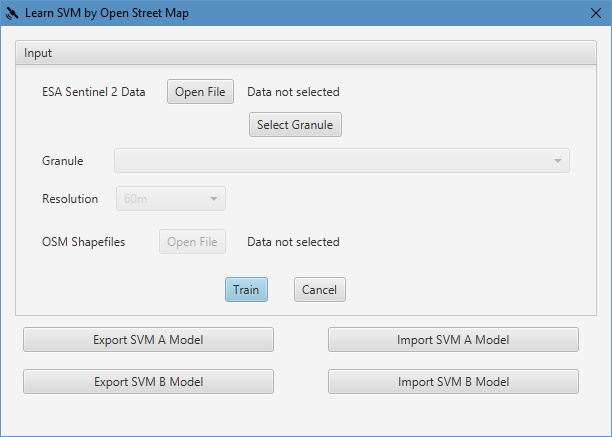


Рисунок 8. Окто формы обучения классификаторов SVM

Выберем данные Sentinel-2 Level 2A, полученные в п. 6.3. в качестве мультиспектральных данных для обучения, выбранный файл содержит одну гранулу, программа отображает путь к грануле, выбираем резолюцию 60m. В качестве векторных данных выбираем папку united, предоставляемую на диске. Начинаем обучение классификатора.

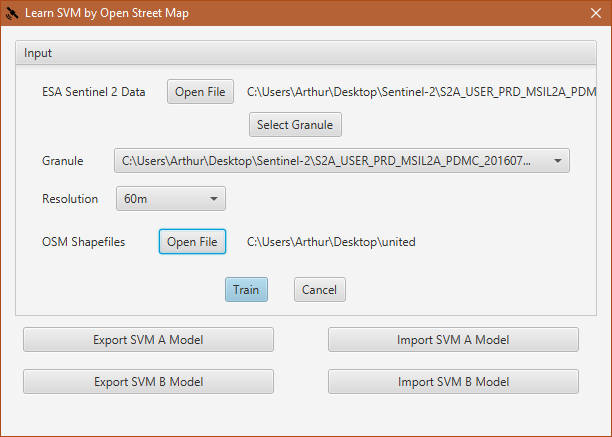


Рис. 9. Выбор данных для обучения классификаторы SVM.

После успешного обучения модели становиться доступным импорт классификатора. В данном случае данные были созданы спутником Sentinel 2 A, экспортируем обученную модель в произвольную папку.

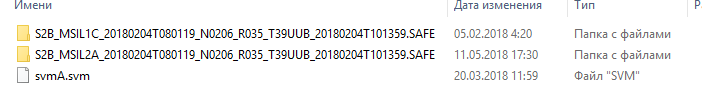


Рисунок 10. Экспортированный классификатор SVM для спутника Sentinel-2 A

Импортируем в программу классификаторы model.svm и modelB.svm, размещенные на диске.

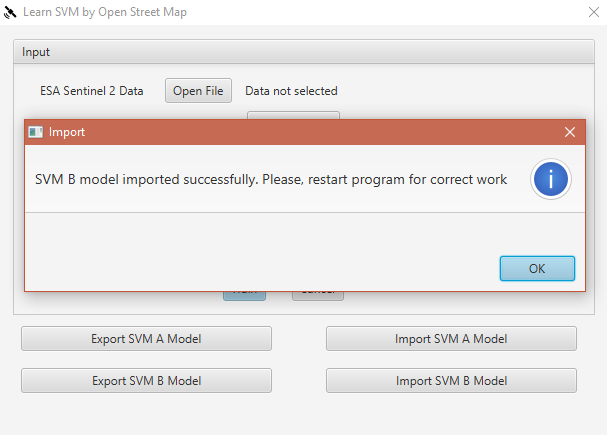


Рисунок 11. Сообщение об успешном импорте классификатора B

Перезагружаем программу.

### 6.4. Испытание модуля определения изменения землепользования по мультисенсорным спутниковым данным

Перезагружаем программу. Главное окно приложения является формой модуля определения изменений землепользования по мультисенсорным спутниковым данным (рис. 11).

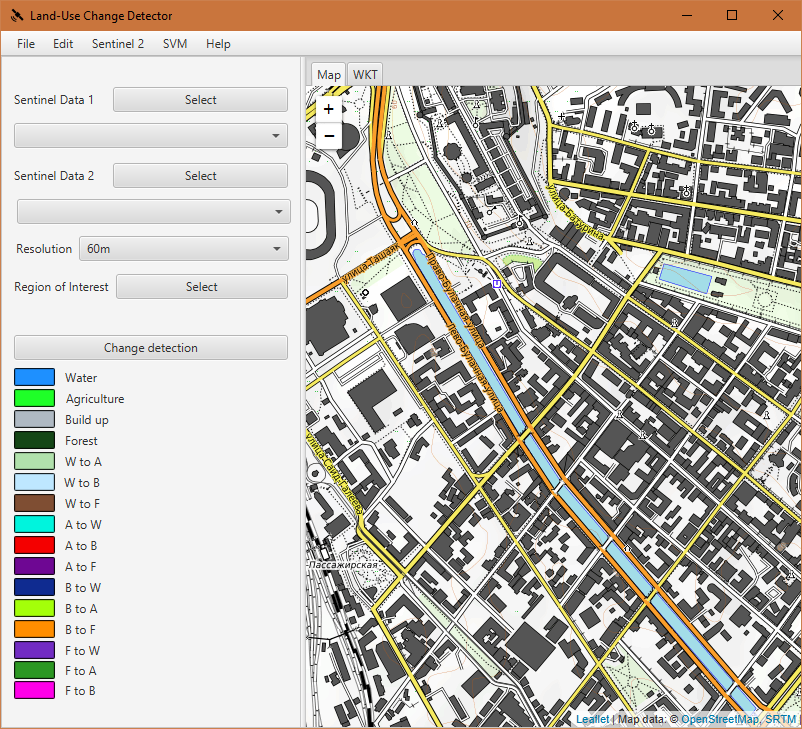


Рис. 11. Форма модуля определения изменения землепользования по мультисенсорным спутниковым данным

Выбираем в качестве файлов для определения изменения файлы, загруженные по ссылкам из файла links.txt. Для файла «S2B\_MSIL1C\_20180204T080119\_N0206\_R035\_T39UUB\_20180204T101359.SAFE» выбираем гранулу «UDB».

В качестве ROI выбираем файл ao.shp из папки. Резолюцию устанавливаем на значение 60m. Нажимаем Change Detection, появляется форма ожидания (рис.12) и результат изменений (рис.13)

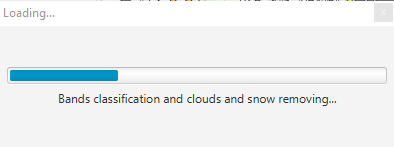


Рис. 11. Форма ожидания

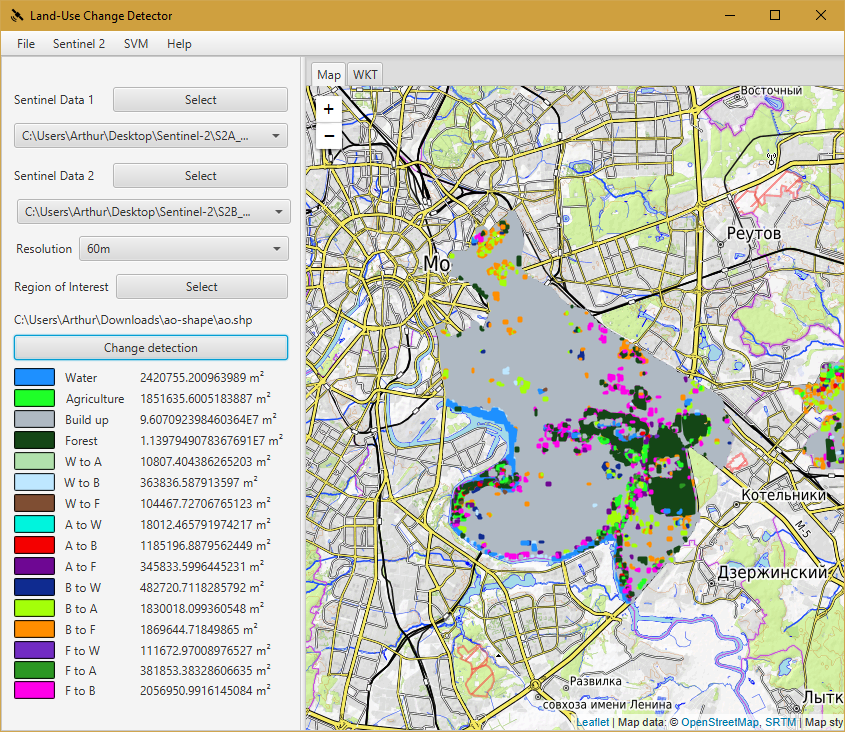


Рис. 12. Результат определения изменения землепользования

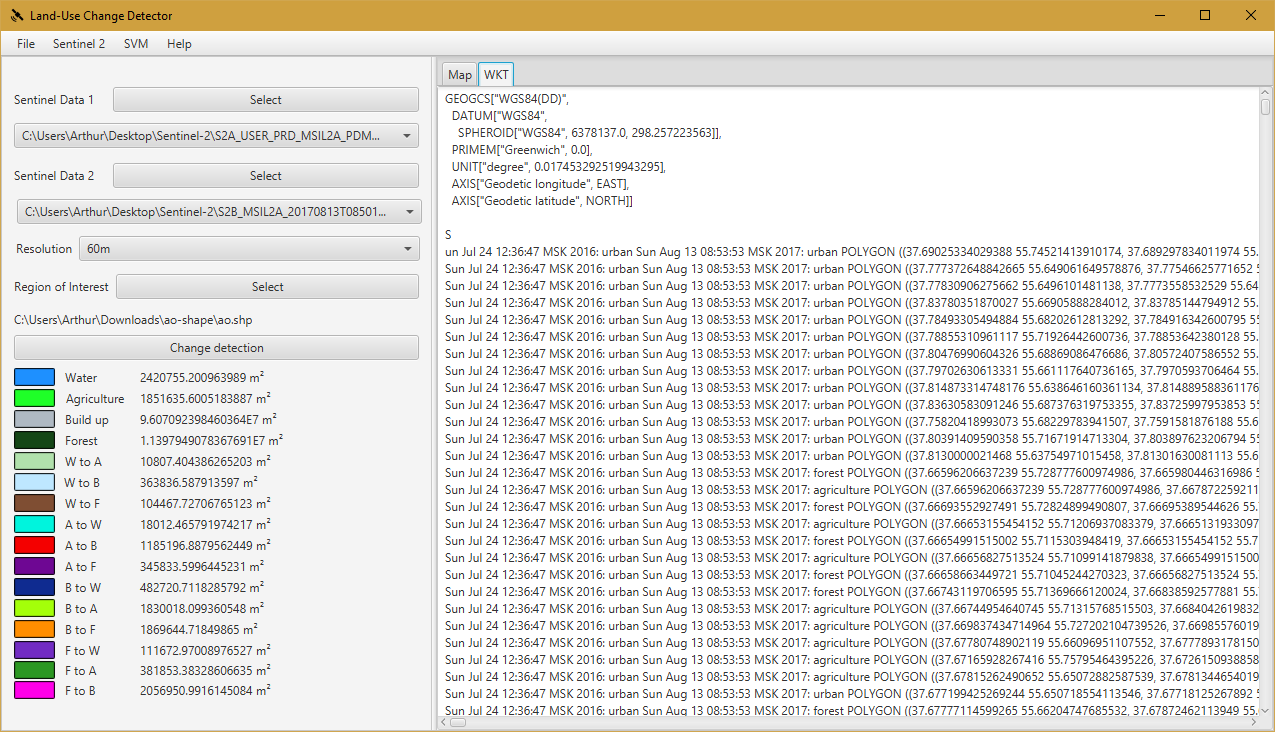


Рис. 13. Результат определения изменения землепользования WKT

### 6.4. Испытание импорта и эксперта

Импортируем результат через меню File -> Create LUCD. Выберем папку для сохранения и введем имя «a.lucd». В папке создался файл рис.14

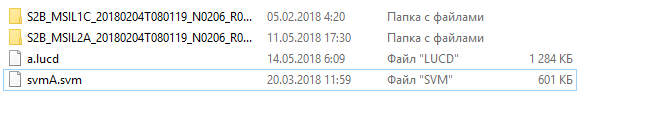


Рис. 14. Сохраненный файл LUCD

Перезапустим программу и откроем сохраненный файл. В программе открылся результат рис.15

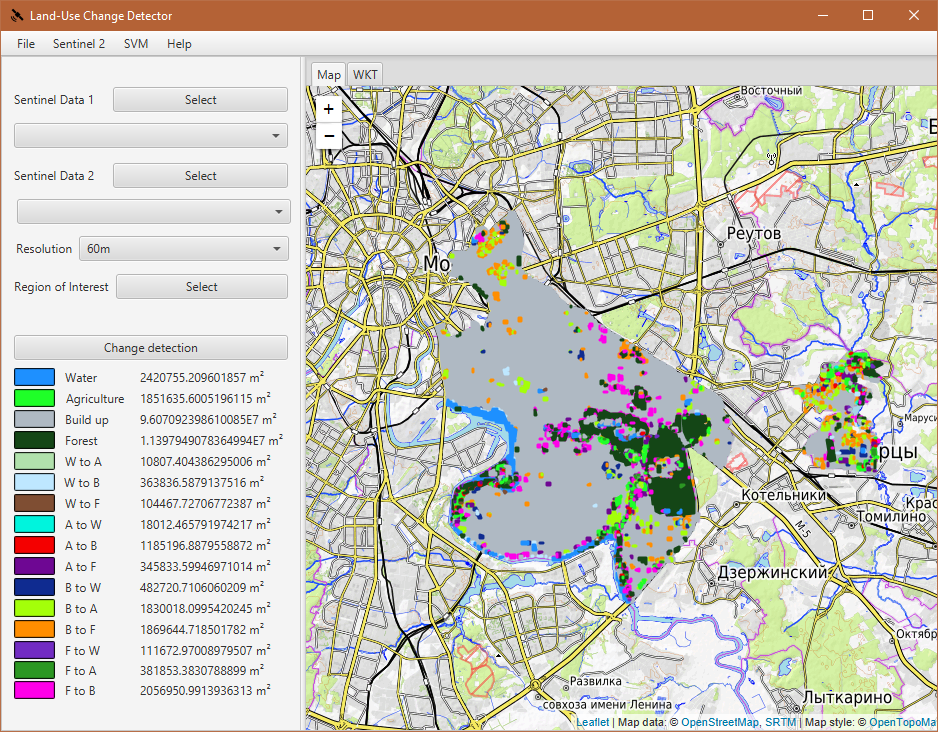


Рис. 15. Демонстрация сохраненного результата

# **Список использованной литературы**

1. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
2. European Space Agency [Электронный ресурс] // ESA: [сайт]. [2018]. URL: https://www.esa.int/ESA (дата обращения: 10.01.2018).
3. Open Access Hub [Электронный ресурс] // ESA: [сайт]. [2018]. URL: https://scihub.copernicus.eu/twiki/do/view/SciHubWebPortal/APIHubDescription (дата обращения: 10.02.2018).
4. Sentinel 2 Product Types [Электронный ресурс] // ESA: [сайт]. [2018]. URL: https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/product-types (дата обращения: 10.02.2018).
5. Open Street Map Tags [Электронный ресурс] // Open Street Map: [сайт]. [2018]. URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tags (дата обращения: 10.02.2018).
6. Windows [Электронный ресурс] // Mocrosoft: [сайт]. [2018]. URL: https://www.microsoft.com/ru-ru/windows (дата обращения: 05.05.2018).
7. Java SE Development KIT [Электронный ресурс] // Oracle: [сайт]. [2018]. URL: http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html (дата обращения: 05.05.2018).
8. Python:Anaconda [Электронный ресурс] // Anaconda: [сайт]. [2018]. URL: https://anaconda.org/anaconda/python (дата обращения: 05.05.2018).
9. ГОСТ 19.604-78 Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
10. ГОСТ Р 7.02-2006 Консервация документов на компакт-дисках. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2006
11. ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия. – М.:ИПК Издательство стандартов, 1997
12. ГОСТ 9805-84. Спирт изопропиловый. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1984.
13. ГОСТ 19.602-78 Правила дублирования, учета и хранения программных документов, выполненных печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001

# **Приложение 1 Терминология**

**Землепользование (Land Use) -**  управление и изменение окружающей природной среды или дикой природы в построенных условиях, таких как поселения и полу-естественные среды обитания, такие как пахотные поля , пастбища и управляемые леса.

**Мультисенсорные (мультиспектральные) снимки -** набормоноспектральных изображений одной и той же сцены, полученных одновременно, но в разных спектральных каналах. Поочередный синтез отдельных каналов позволяет решать многочисленные тематические задачи, а также помогает при дешифрировании снимков**.**

**Гранула Sentinel-2 –** мультисенсорное изображение Sentinel-2, покрывающее территорию 100х100 км2.

**Метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM) -** метод решения задачи классификации и регрессии путем построения нелинейной плоскости, разделяющей решения. Благодаря особенностям природы пространства признаков, в котором строятся границы решения, метод опорных векторов обладает высокой степенью гибкости при решении задач регрессии и классификации различного уровня сложности.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ** | | | | | | | | | |
| Изм. | Номера листов (страниц) | | | | Всего  листов  (страниц)  в докум. | № докум. | Входящий № сопроводитель-ного документа и дата | Подпись | Дата |
| изме-ненных | заме-  ненных | новых | анну-  лиро-  ванных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |