

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Кафедра технологий моделирования сложных систем

**СОГЛАСОВАНО**  
Научный руководитель,  
к.ф.-м.н.,  
доцент кафедры технологий  
моделирования сложных систем

**УТВЕРЖДАЮ**  
Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»  
профессор департамента программной  
инженерии, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Е. В. Бурнаев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

\_\_\_\_\_ В.В. Шилов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

**ПРОГРАММА ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ НА АЭРОФОТОСНИМКАХ  
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Программа и методика испытаний**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.04.02-01 51 01-1-ЛУ**

Исполнитель  
студентка группы БПИ141  
М.В. Колос

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Москва 2018**

УТВЕРЖДЕН  
RU.17701729.04.02-01 51 01-1-ЛУ

**ПРОГРАММА ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ НА АЭРОФОТОСНИМКАХ  
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Программа и методика испытаний**

**RU.17701729.04.02-01 51 01-1**

**Листов 18**

<i>Подп. и дата</i>	
<i>Инв. № дубл.</i>	
<i>Взам. инв. №</i>	
<i>Подп. и дата</i>	
<i>Инв. № подл</i>	

**Москва 2018**

## Содержание

1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ .....	4
2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ.....	5
3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ .....	6
3.1. Требования к функциональным характеристикам .....	6
3.2. Требования к надежности .....	6
4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	7
5. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ .....	8
6. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ .....	9
6.1. Запуск веб-сервиса .....	9
6.2. Выбор данных.....	12
6.2.1. Запуск предсказаний модели на внутренних данных .....	12
6.2.1.1. Выбор сегментационной модели .....	13
6.2.1.2. Выбор классификационной модели .....	14
6.2.2. Запуск предсказаний модели на загруженных данных .....	15
6.2.2.1. Загрузка данных .....	15
6.2.3. Запуск предсказания на загруженных данных.....	16
6.2.3.1. Выбор сегментационной модели .....	17
6.2.3.2. Выбор классификационной модели .....	17
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	18

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

«Программа обнаружения изменений на аэрофотоснимках с помощью методов глубинного обучения» - программный продукт, предназначенный для демонстрации нейросетевых алгоритмов обнаружения изменений. Система может быть интегрирована в любую существующую платформу для аналитики данных аэрофотосъемки/дистанционного зондирования. Система обнаружения изменений может быть использована для разметки территорий, пострадавших в результате ЧС, мониторинга охранных зон и кадастровой аналитики.

Краткое наименование программы: «ChangeDetection».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

Проверка программы «ChangeDetection» на соответствие требованиям, указанным в техническом задании.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

#### 3.1. Требования к функциональным характеристикам

Программа должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- 1) генерация бинарной маски изменений по двум изображениям;
- 2) просмотр геопривязанных данных большого разрешения на карте;
- 3) выбор модели и алгоритма;
- 4) загрузка сторонних данных с автоматическим приведением к нужному формату или выдаче сообщения об ошибке, если данные не удовлетворяют требованиям.

#### 3.2. Требования к надежности

У пользователя должна быть возможность запуска предсказания модели на подходящих данных без аварийного завершения программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав программной документации включает в себя:

- 1) «Программа обнаружения изменений на аэрофотоснимках с помощью методов глубинного обучения». Техническое задание;
- 2) «Программа обнаружения изменений на аэрофотоснимках с помощью методов глубинного обучения». Руководство оператора;
- 3) «Программа обнаружения изменений на аэрофотоснимках с помощью методов глубинного обучения». Программа и методика испытаний;
- 4) «Программа обнаружения изменений на аэрофотоснимках с помощью методов глубинного обучения». Текст программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## **5. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ**

### **5.1. Технические средства**

- 1) 64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой 2 гигагерц (ГГц);
- 2) 16 гигабайт оперативной памяти (ОЗУ);
- 3) 60Гб пространства на жестком диске;
- 4) графический процессор NVIDIA GTX1080 с 8Гб видеопамяти;
- 5) монитор и видеоадаптер с разрешением 1920x1080;
- 6) клавиатура и мышь;

### **5.2. Программные средства**

- 1) операционная система Ubuntu 16.04;
- 2) установленные Docker, Docker Compose и NVIDIA-Docker

### **5.3. Порядок проведения испытаний**

Испытания должны выполняться в следующем порядке:

1. Выполнение стандартной процедуры начальной загрузки операционной системы;
2. Открытие терминала. Запуск контейнера с моделью с помощью NVIDIA-Docker
  1. Запуск контейнеров с backend, frontend и geoserver с помощью Docker Compose
  2. проведение необходимых испытаний, описанных в разделе «Методы испытаний»;
3. Выход из программы путем закрытия контейнеров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



## 6. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

### 6.1. Запуск веб-сервиса

Для того, чтобы запустить клиентскую (frontend и geoserver) часть приложения необходимо переместиться в папку проекта и запустить команду “docker-compose up”.

Она запустит сервисы frontend, backend и geoserver на портах 8080, 5000, 8081 соответственно.

Серверная часть (backend) приложения запускается командой

*nvidia-docker run -d -p 5000:8888 backend*

```
* Debug mode: on
* Running on http://0.0.0.0:5000/ (Press CTRL+C to quit)
* Restarting with stat
Using TensorFlow backend.
internal_directory: data/test
* Debugger is active!
* Debugger PIN: 361-531-857
```

Рисунок 1. Запуск backend

```
Frontend_1 | Child extract-text-webpack-plugin node_modules/extract-text-
webpack-plugin/dist node_modules/css-loader/index.js??ref--1-1!node_modules/sa
ss-loader/lib/loader.js??ref--1-2!node_modules/normalize.css/normalize.css:
Frontend_1 | [0] ./node_modules/css-loader?{"sourceMap":true}!./
node_modules/sass-loader/lib/loader.js?{"sourceMap":true}!./node_modules/normal
ize.css/normalize.css 27.2 kB {0} [built]
Frontend_1 | [1] ./node_modules/css-loader/lib/css-base.js 2.26
kB {0} [built]
Frontend_1 | Child extract-text-webpack-plugin node_modules/extract-text-
webpack-plugin/dist node_modules/css-loader/index.js??ref--1-1!node_modules/sa
ss-loader/lib/loader.js??ref--1-2!src/styles/styles.scss:
Frontend_1 | 5 assets
Frontend_1 | [0] ./node_modules/css-loader/lib/css-base.js 2.26
kB {0} [built]
Frontend_1 | [1] ./node_modules/css-loader/lib/url/escape.js 448
bytes {0} [built]
Frontend_1 | [2] ./node_modules/css-loader?{"sourceMap":true}!./
node_modules/sass-loader/lib/loader.js?{"sourceMap":true}!./src/styles/styles.sc
ss 19.9 kB {0} [built]
Frontend_1 | [3] ./node_modules/css-loader?{"sourceMap":true}!./
node_modules/leaflet/dist/leaflet.css 37.3 kB {0} [built]
```

Рисунок 2. Запуск Frontend

```
path [/ows] onto handler 'dispatcher'
geoserver | 29 May 10:33:07 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL
path [/gwc/service/**] onto handler 'dispatcher'
geoserver | 29 May 10:33:08 WARN [geoserver.security] - security/maste
r.pw.info is a security risk. Please read this file and remove it afterward
geoserver | 29 May 10:33:08 INFO [geoserver.security] - Start reloadin
g user/groups for service named default
geoserver | 29 May 10:33:08 INFO [geoserver.security] - Reloading user
/groups successful for service named default
geoserver | 29 May 10:33:08 INFO [geoserver.security] - Authentication
Cache Initialized with 1000 Max Entries, 300 seconds idle time, 600 seconds time
to live and 3 concurrency level
geoserver | 29 May 10:33:08 INFO [geoserver.security] - Authentication
Cache Eviction Task created to run every 600 seconds
geoserver | 29-May-2018 10:33:08.452 INFO [localhost-startStop-1] org.
apache.catalina.startup.HostConfig.deployDirectory Deployment of web application
directory /usr/local/tomcat/webapps/geoserver has finished in 13,365 ms
geoserver | 29-May-2018 10:33:08.454 INFO [main] org.apache.coyote.Abs
tractProtocol.start Starting ProtocolHandler ["http-apr-8080"]
geoserver | 29-May-2018 10:33:08.459 INFO [main] org.apache.coyote.Abs
tractProtocol.start Starting ProtocolHandler ["ajp-apr-8009"]
geoserver | 29-May-2018 10:33:08.462 INFO [main] org.apache.catalina.s
tartup.Catalina.start Server startup in 13697 ms
```

Рисунок 3. Запуск Geoserver

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Пользовательский интерфейс приложения доступен на порту :8080.

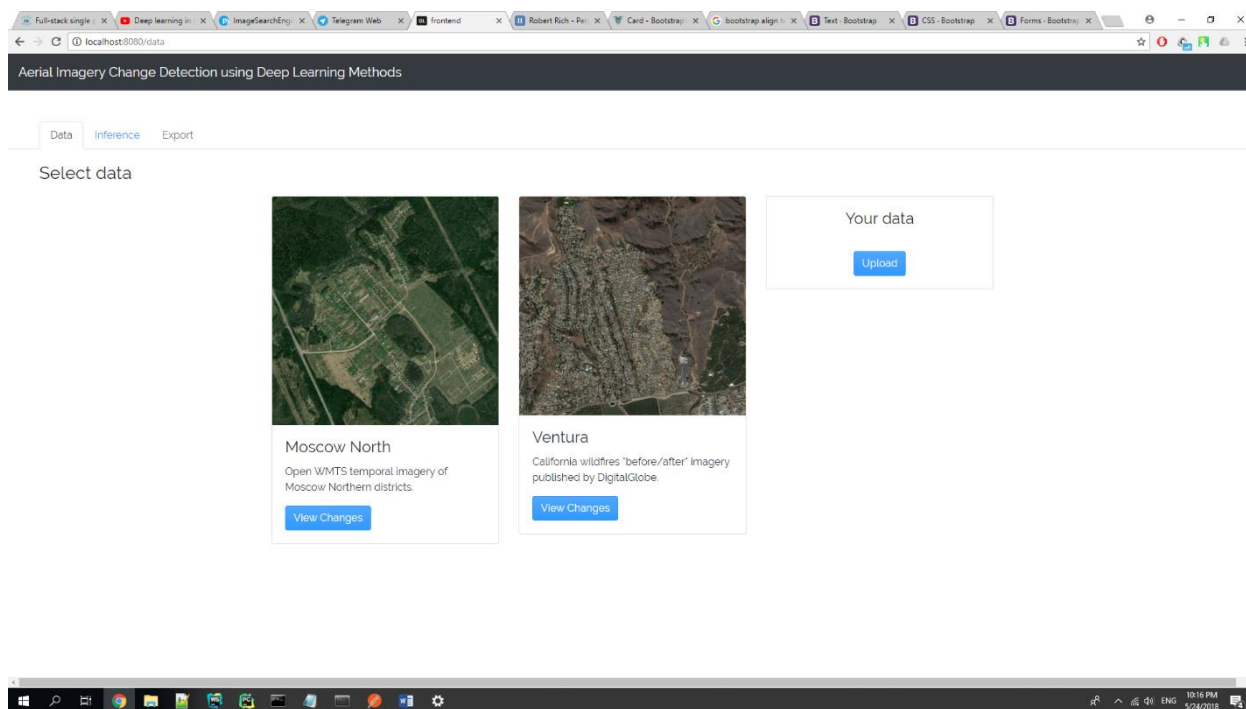


Рисунок 4. Стартовая страница приложения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

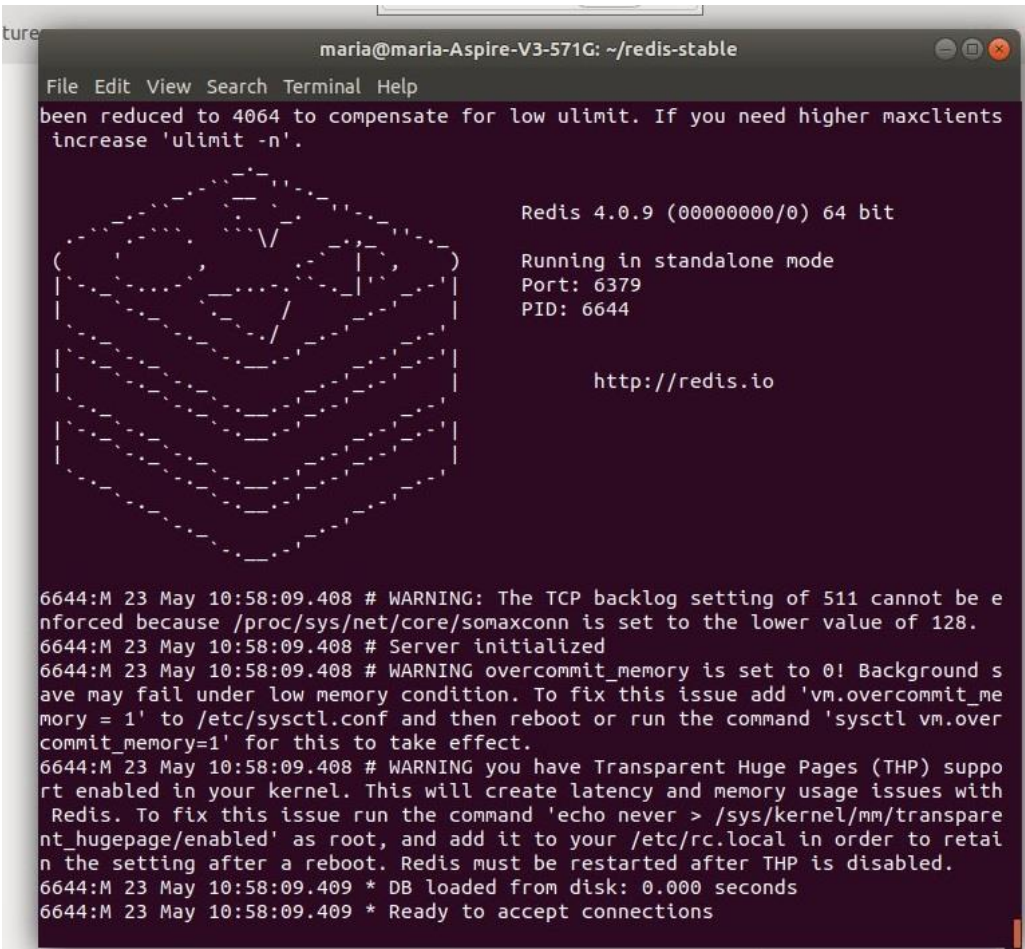


Рисунок 5. Сервер Redis

Очередь сообщений может быть просмотрена с помощью команды “redis-cli monitor”

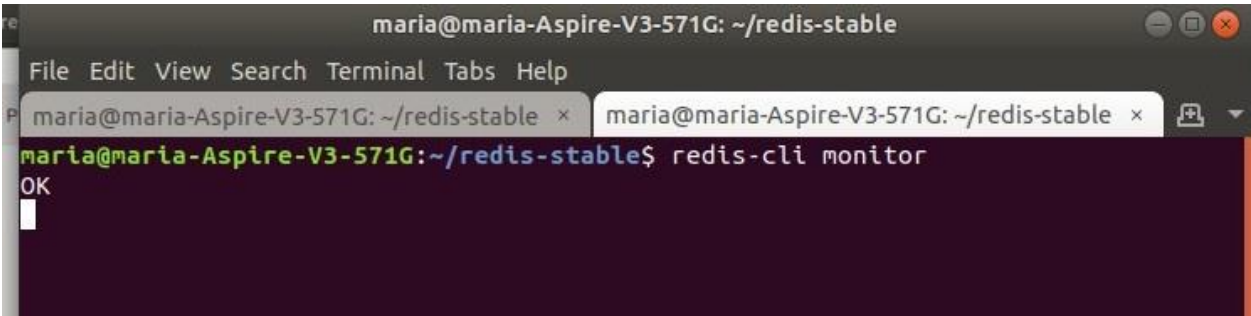


Рисунок 6. Лог очереди сообщений Redis

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 6.2.Выбор данных

Начальный экран предоставляет пользователю выбор встроенных наборов данных (см. Рисунок 7).

После выбора набора данных пользователь переходит на вкладку inference с проекцией двух ортофотопланов на интерактивную карту.

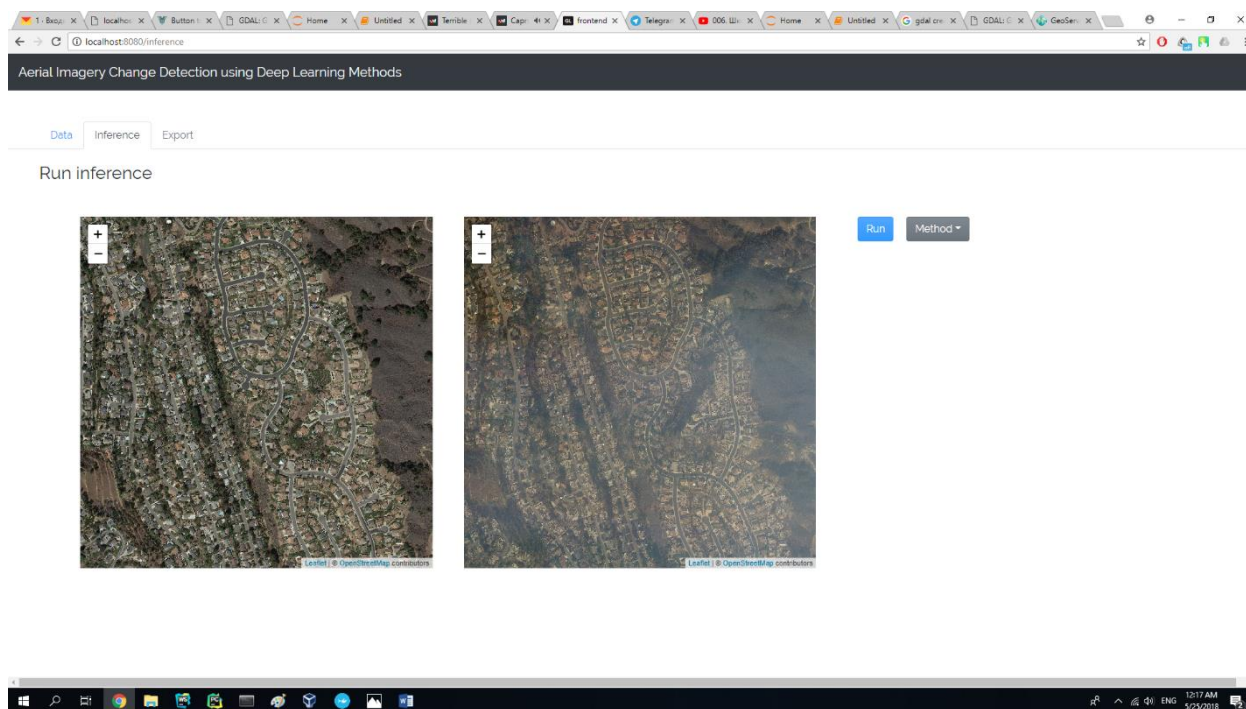


Рисунок 8. Проекция ортофотопланов на интерактивную карту

### 6.2.1. Запуск предсказаний модели на внутренних данных

В качестве набора данных для предсказания в текущем испытании был выбран встроенный набор данных Ventura.

Запуск модели осуществляется с помощью меню inference.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



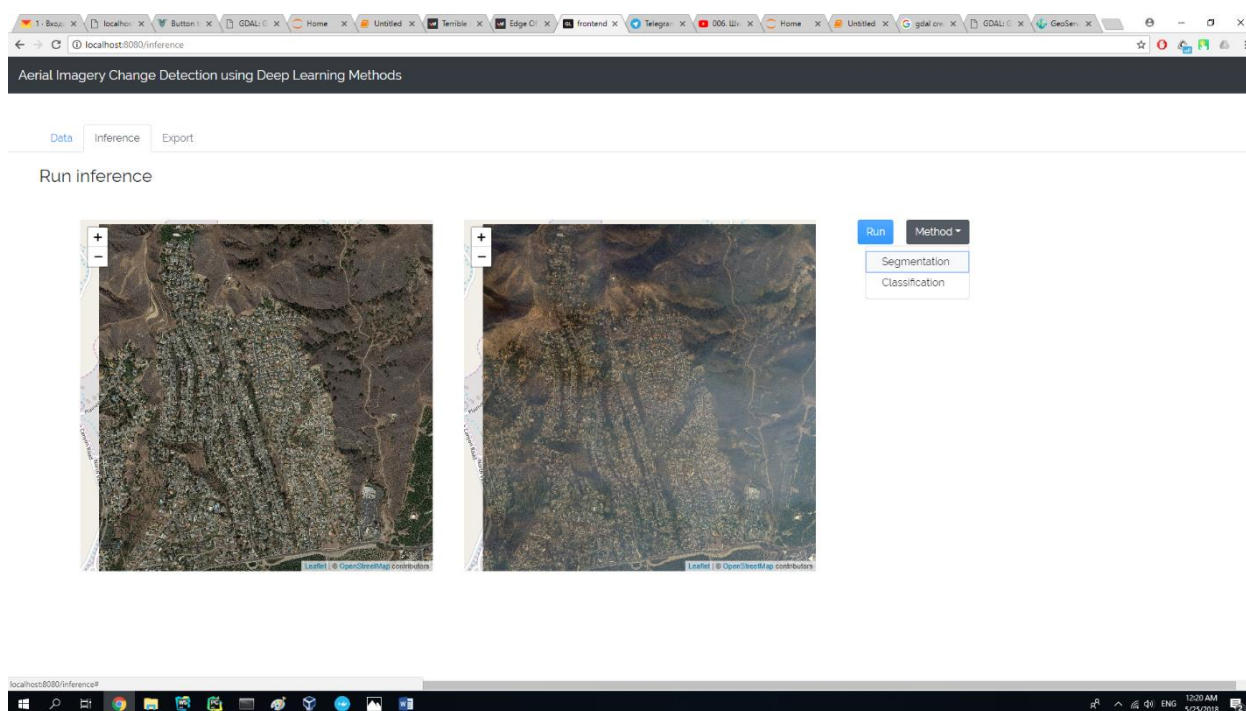


Рисунок 9. Меню Inference

#### 6.2.1.1. Выбор сегментационной модели

Для выбора сегментационной модели нужно нажать кнопку “Segmentation” (см. Рисунок 10).

Предсказание поделки запускается нажатием на кнопку “Run”.

Результатом предсказания является маска изменений, доступная для просмотра. Так же в случае размеченных данных выведены значения метрик Intersection over Union и F-мера.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

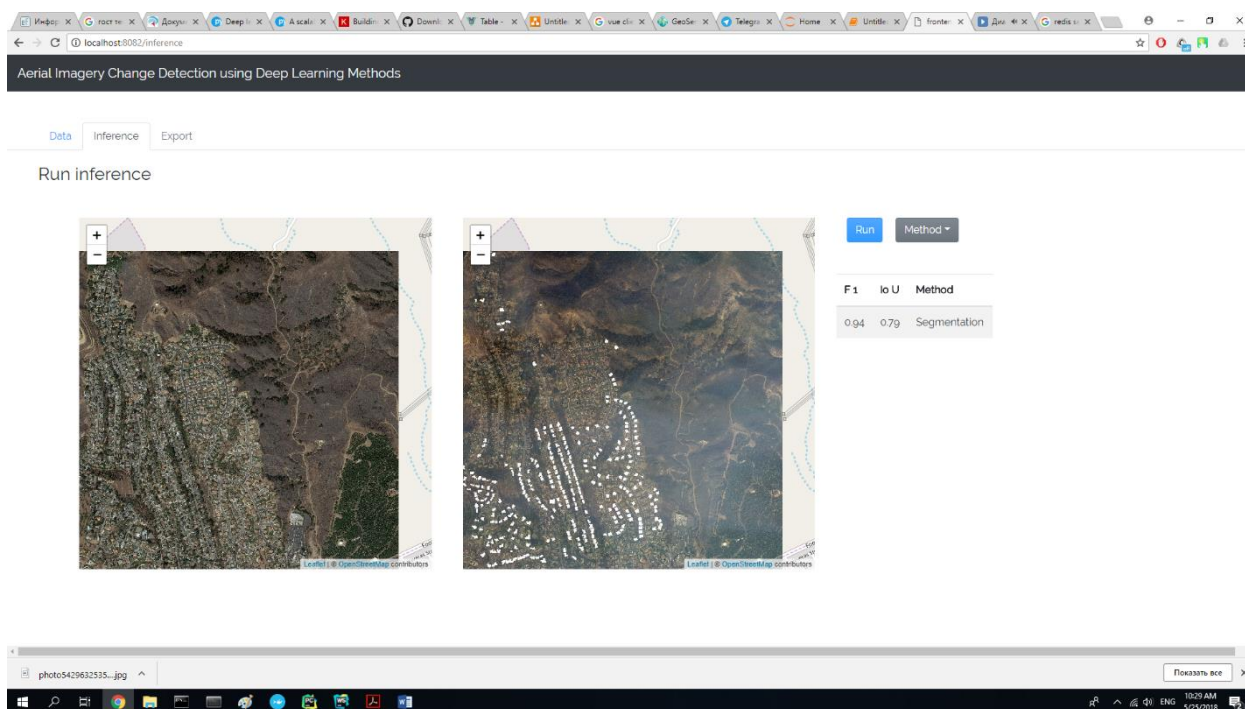


Рисунок 11. Результат Inference для сегментации

#### 6.2.1.2. Выбор классификационной модели

Аналогично можно провести предсказание используя метод классификации. Для этого в начале нужно выбрать кнопку “Classification”.

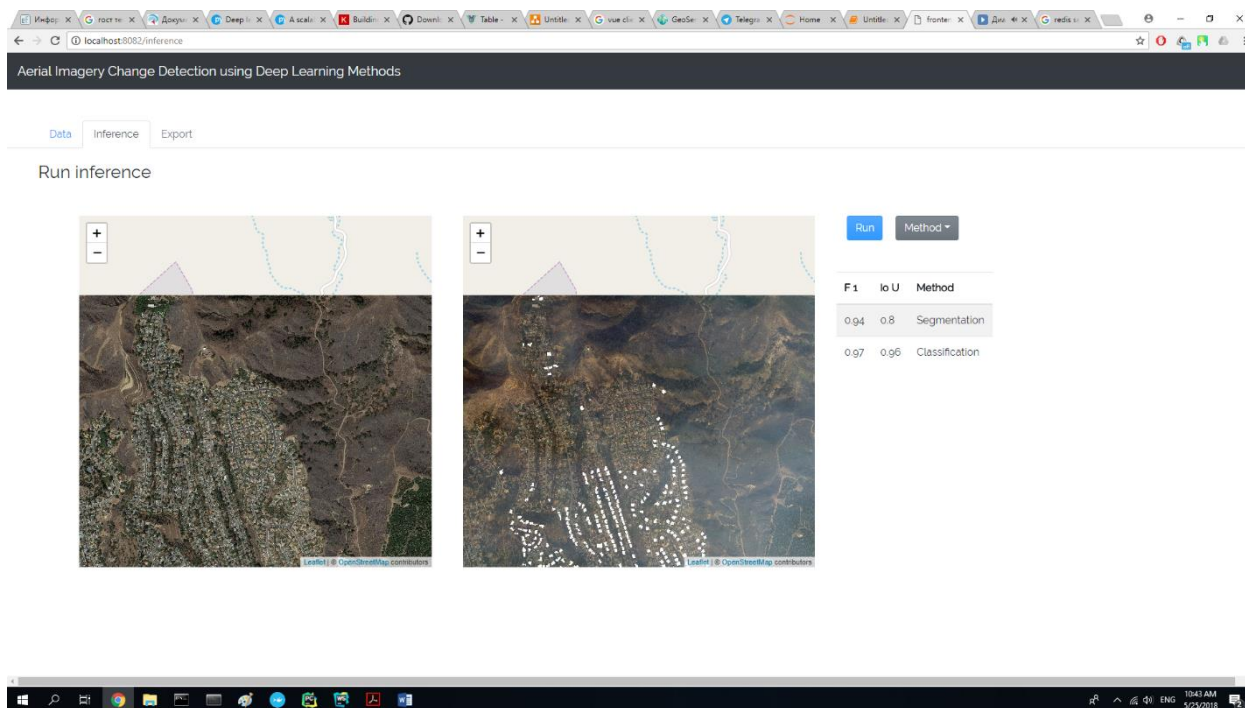


Рисунок 12. Результат Inference для классификации

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 6.2.2. Запуск предсказаний модели на загруженных данных

### 6.2.2.1. Загрузка данных

Для загрузки пары снимков нужно перейти в меню загрузки и выбрать два изображения с компьютера.

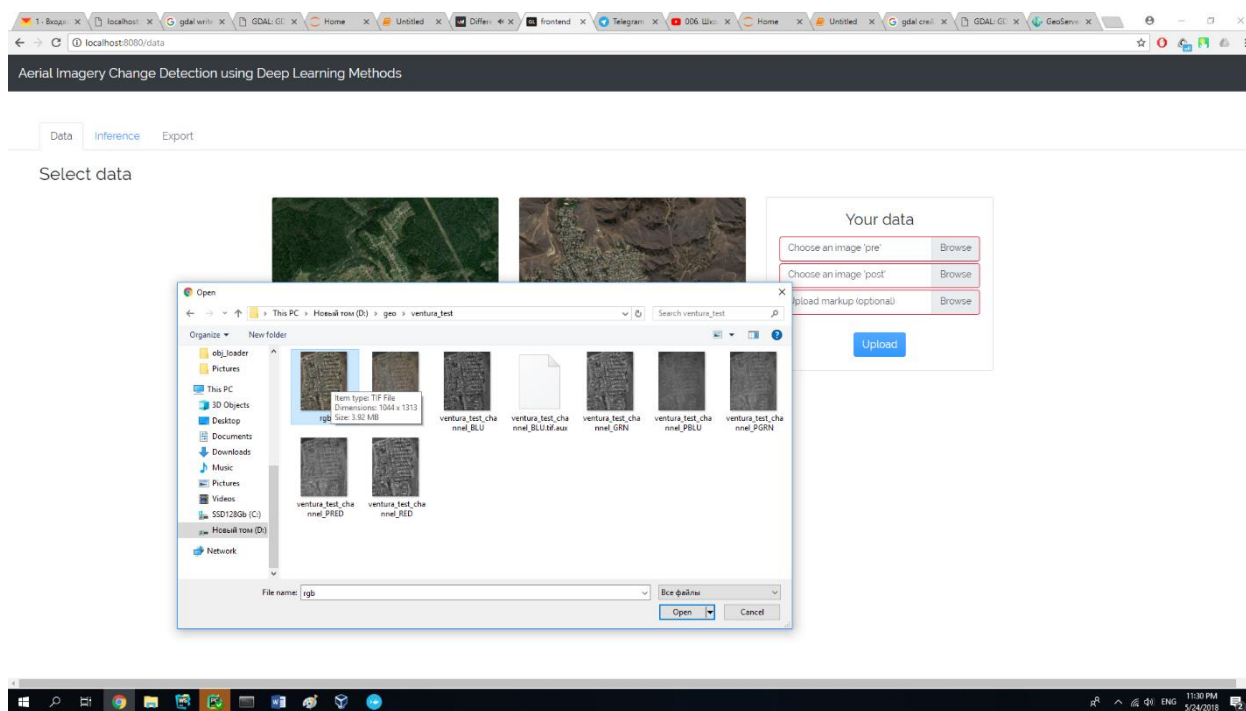


Рисунок 13. Загрузка сторонних данных

В случае загрузки некорректных данных пользователь получает сообщение об ошибке.

Наряду с данными можно также загрузить файл разметки (markup). В таком случае после завершения предсказания будут отображены целевые метрики.

В текущем испытании были загружены два ортофотоплана и бинарная маска разметки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

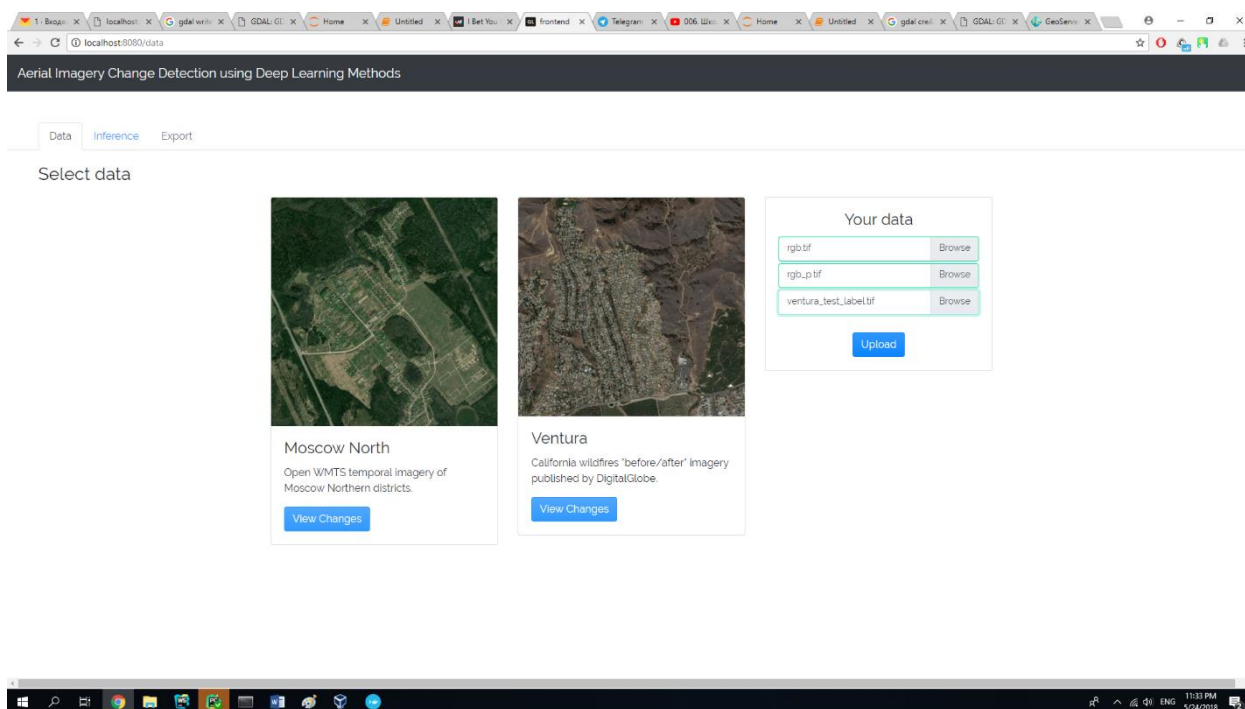


Рисунок 14. Загруженные данные

### 6.2.3. Запуск предсказания на загруженных данных

Сначала пользователь видит свои данные на карте. Загруженный тестовый фрагмент набора данных Ventura значительно меньше основного.

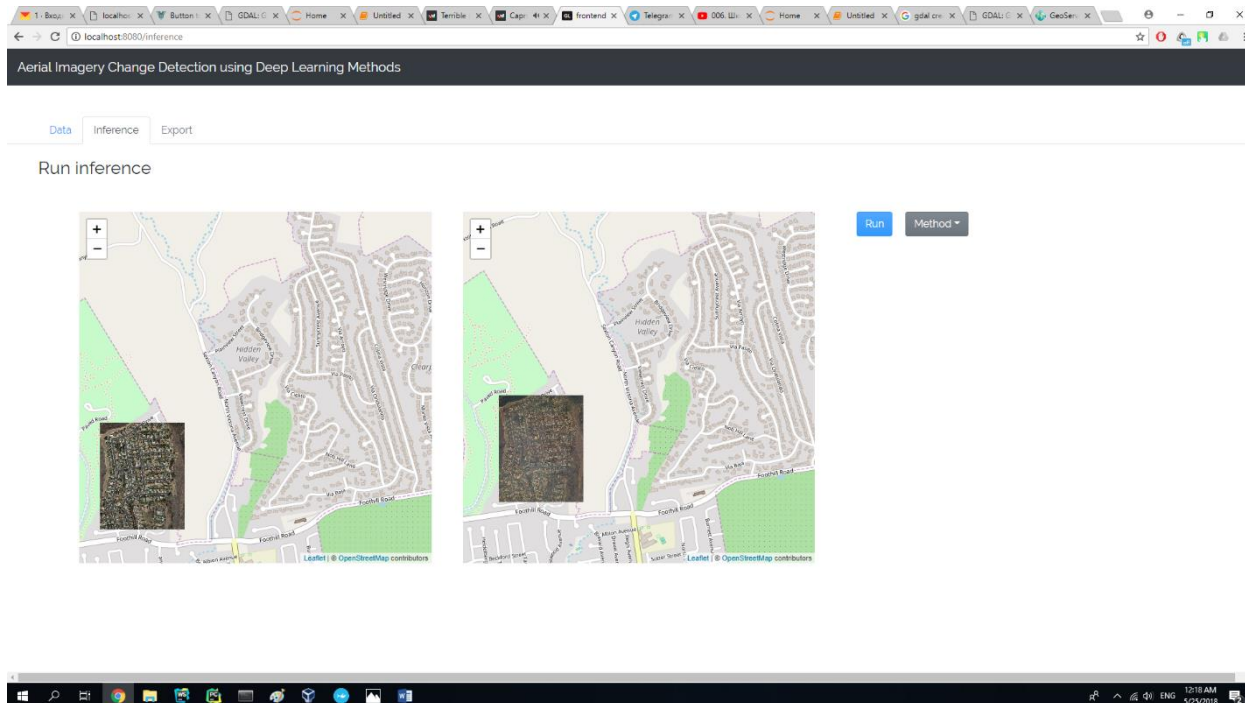


Рисунок 15. Проекция загруженных данных на карту

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



### 6.2.3.1.Выбор сегментационной модели

Повтор сценария 6.2.1

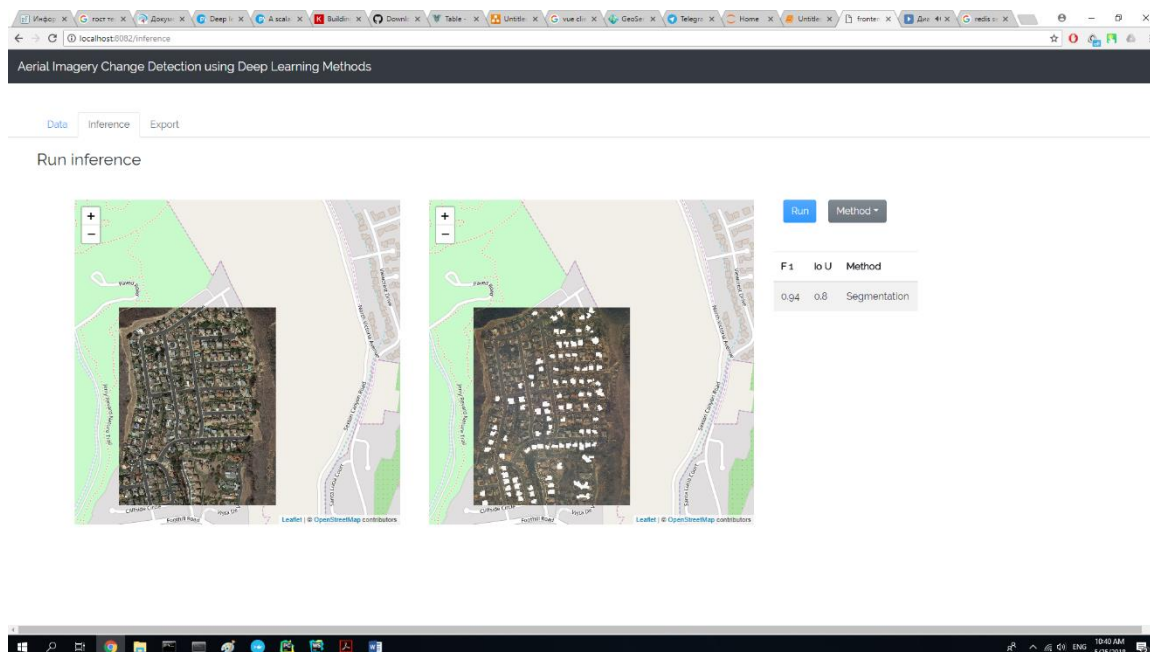


Рисунок 16. Результат сегментации для новых данных

### 6.2.3.2.Выбор классификационной модели

Повтор сценария 6.2.2

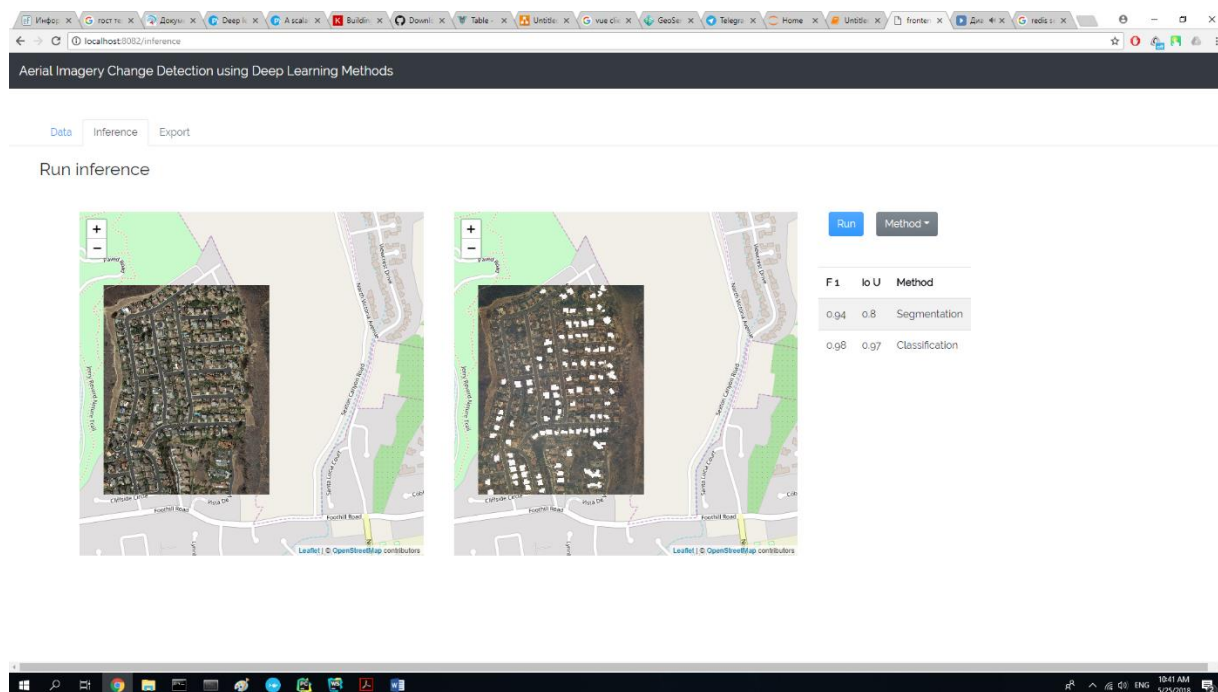


Рисунок 17. Результат классификации для новых данных

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номера листов (страниц)					Всего листов (страниц в докум.)	№ документа	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
Изм.	Измененных	Заменившихся	Новых	Аннулированных					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.04.02-01 51 01-				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата