

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»,
профессор департамента программной
инженерии, к.т.н.

_____ В.В. Шилов
«___» _____ 2017 г.

Выпускная квалификационная работа

на тему «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих
нейронных сетей»

по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»

ПРИЛОЖЕНИЯ

<p>Научный руководитель Доцент департамента программной инженерии, к.т.н. Р.З. Ахметсафина</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Подпись, Дата</p>	<p>Выполнил студент группы БПИ131 4 курса бакалавриата образовательной программы «Программная инженерия» А.Г. Ложков</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Подпись, Дата</p>
--	--

Москва 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Приложение А. Техническое задание	41
Приложение Б. Руководство оператора	54
Приложение В. Программа и методики испытаний	69
Приложение Г. Текст программы	85

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

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО
Доцент департамента
программной инженерии
факультета компьютерных наук
канд. техн. наук

Р.З. Ахметсафина
«__» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
канд. техн. наук, проф. ДПИ

В.В. Шилов
«__» _____ 2017 г.

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Техническое задание
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ
RU.17701729.502900-01 ТЗ 01-1 ЛУ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 ТЗ 01-1				

Исполнитель
студент группы БПИ131

/Ложков А.Г. /
«__» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДЕНО

RU.17701729.502900-01 ТЗ 01-1 ЛУ

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Техническое задание

RU. 17701729.502900-01 ТЗ 01-1

Листов 14

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 ТЗ 01-1				

2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	43
1.1. Наименование программы.....	43
1.2. Краткая характеристика области применения.....	43
2. Основания для разработки	44
2.1. Документы, на основании которых ведется разработка.....	44
2.2. Наименование темы разработки	44
3. Назначение разработки.....	45
3.1. Функциональное назначение.....	45
3.2. Эксплуатационное назначение.....	45
4. Требования к программе или программному изделию	46
4.1. Требования к функциональным характеристикам	46
4.1.1. Требования к составу выполняемых функций.....	46
4.1.2. Требования к организации входных данных	46
4.1.3. Требования к организации выходных данных.....	47
4.2. Требования к интерфейсу	47
4.3. Требования к надежности.....	47
4.4. Условия эксплуатации	47
4.5. Требования к составу и параметрам технических средств	48
4.6. Требования к информационной и программной совместимости	48
5. Требования к программной документации	49
6. Техничко-экономические показатели	50
7. Стадии и этапы разработки	51
8. Порядок контроля и приемки	52
Лист регистрации изменений.....	53

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1.ВВЕДЕНИЕ

1.1. Наименование программы

Наименование программы - «Система повышения разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей», англ. «System for Super-Resolution Using Generative Adversarial Networks».

1.2. Краткая характеристика области применения

Качественное восстановление изображений высокого разрешения из их аналогов меньшего размера является одной из наиболее популярных тем исследований в области обработки изображений и компьютерного зрения. Задача восстановления изображений высокого разрешения актуальна в области хранения и отображения графических материалов в социальных сетях и медиахостингах, а также для восстановления архивных материалов и устранения артефактов сжатия изображений.

«Система повышения разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей» предназначена для демонстрации нейросетевого подхода к задаче восстановления изображений. Система может быть масштабирована для включения в комплексную систему хранения и обработки изображений, а также адаптирована для изображений конкретной предметной области, например, фотографий животных. Продукт может быть полезен как профессиональным фотографам, так и любителям, желающим повысить разрешение своих фото без значительных потерь качества.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2. ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

2.1. Документы, на основании которых ведется разработка

Приказ Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» от 08.12.2016 № 2.3-02/0812-04 «Об утверждении тем, руководителей выпускных квалификационных работ студентов образовательной программы Программная инженерия факультета компьютерных наук».

2.2. Наименование темы разработки

Наименование темы разработки - «Программа повышения разрешения изображений».

Краткое наименование темы разработки: «EnhanceGAN».

Программа разработана в рамках темы выпускной квалификационной работы в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» (Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», факультет компьютерных наук, департамент программной инженерии).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

3.1. Функциональное назначение

Система позволяет увеличивать растровые изображения в 2 и в 4 раза с восстановлением недостающей информации – высокочастотных текстурных деталей. Алгоритм использует архитектуру конкурирующих сверточных нейронных сетей, где сеть-генератор обучается с использованием перцепционной функции потерь. Пользователь-оператор может обучить используемую модель на наборах изображений, пригодных для специфичных предметных областей. Пользователь конечного продукта может загрузить изображения с использованием веб-интерфейса и получить качественные изображения более высокого разрешения.

3.2. Эксплуатационное назначение

Программа предназначена для демонстрации нейросетевого подхода к повышению разрешения изображений. Пользователь-оператор может ставить эксперименты с различными настройками модели и обучать комбинированную нейронную сеть на специфичных наборах изображений. Пользователь веб-интерфейса может выбрать одну из заранее обученных моделей для обработки загружаемых изображений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ ИЛИ ПРОГРАММНОМУ ИЗДЕЛИЮ

4.1. Требования к функциональным характеристикам

4.1.1. Требования к составу выполняемых функций

Программа должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- 1) обучение модели конкурирующих нейронных сетей с использованием CPU или GPU;
- 2) возможность выбора произвольного набора изображений форматов jpeg и png для обучения модели;
- 3) возможность опциональной предобработки входных изображений гауссовым размытием или сжатием JPEG на этапе обучения;
- 4) выбор коэффициента увеличения изображения при обучении соответствующей модели: 2х, 4х;
- 5) выбор числа остаточных блоков нейронной сети-генератора;
- 6) задание числа шагов обучения комбинированной сети;
- 7) задание весов функций ошибки генератора и дискриминатора в конкурирующей модели;
- 8) выбор изображения произвольного размера для увеличения в пользовательском веб-интерфейсе;
- 9) возможность выбора модели для обработки изображения в пользовательском веб-интерфейсе: увеличение в 2 или 4 раза, устранение JPEG-артефактов или размытия.

4.1.2. Требования к организации входных данных

Консольное приложение программы должно принимать следующие параметры:

- 1) список относительных путей к изображениям для обработки. Изображения должны храниться в формате jpeg или png;
- 2) вычислитель для компиляции и исполнения модели сети. Возможные значения: CPU и GPU;
- 3) фактор увеличения изображений. Возможные значения: 2 и 4;
- 4) число эпох (шагов) обучения. Диапазон: от 1 до MAX_INT;
- 5) число наборов изображений в одной эпохе. Диапазон: от 1 до MAX_INT;
- 6) количество изображений в одном наборе для параллельной обработки. Диапазон: от 4 до 32.
- 7) число остаточных блоков в конфигурации сети-генератора. Диапазон: от 1 до 16;
- 8) число фильтров в сверточных слоях сети-генератора. Диапазон: от 8 до 512;
- 9) число фильтров в сверточных слоях сети-дискриминатора. Диапазон: от 8 до 512;
- 10) вес перцепционной функции потерь. Диапазон: от 0.0 до 1.0;
- 11) вес функции потерь дискриминатора. Диапазон: от 0.0 до 1.0;
- 12) число эпох предобучения сети-генератора. Диапазон: от 0 до MAX_INT;

Веб-приложение должно принимать изображения в формате jpeg или png, загруженные через пользовательский интерфейс.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.1.3. Требования к организации выходных данных

В процессе обучения нейронной сети программа должна сохранять промежуточные результаты в виде набора исходных изображений высокого разрешения, их уменьшенных аналогов и восстановленных моделью изображений. Промежуточные результаты сохраняются в конце каждой эпохи обучения в директорию “validate”.

В конце каждой эпохи обучения на экран должны выводиться текущие значения перцепционной функции потерь, функции потерь генератора и дискриминатора.

Изображения, восстановленные моделью конкурирующих нейронных сетей, должны сохраняться в формате png в указанной при запуске директории, либо передаваться вызывающему процессу в случае запуска из веб-интерфейса.

4.2. Требования к интерфейсу

Программа должна состоять из двух частей: консольного приложения, принимающего параметры-аргументы, описанные в пункте 4.1.2, и веб-приложения с пользовательским интерфейсом для использования заранее обученных моделей.

Пользовательский веб-интерфейс должен состоять из следующих блоков:

- 1) область загрузки изображений с последующим их отображением;
- 2) кнопки запуска обработки загруженного изображения одной из моделей: увеличение изображения в 2 или в 4 раза, устранение артефактов сжатия, устранение размытия;
- 3) область вывода обработанного моделью изображения;
- 4) индикатор прогресса.

4.3. Требования к надежности

У пользователя должна быть возможность обучать модель со стандартными настройками и загружать изображения произвольных размеров без аварийного завершения программы или отказа интерпретатора.

4.4. Условия эксплуатации

Программа не требует специального обслуживания. При возникновении вопросов относительно параметров настройки или запуска программы пользователь может обратиться к документу ««Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Руководство оператора.» для ознакомления с основными функциями программы. Требуемая квалификация пользователя – оператор ЭВМ, владеющий английским языком на начальном уровне и знакомый с теорией и терминами глубинного обучения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.5. Требования к составу и параметрам технических средств

- 1) 32-разрядный (x86) или 64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой 2 гигагерц (ГГц) или выше;
- 2) 4 гигабайта (ГБ) (для 32-разрядной системы) или 6 ГБ (для 64-разрядной системы) оперативной памяти (ОЗУ);
- 3) 500 мегабайт (МБ) пространства на жестком диске;
- 4) графический процессор, совместимый с набором инструментов CUDA 7.5;
- 5) монитор и видеоадаптер с разрешением 1024 X 768 или более высоким;
- 6) клавиатура и мышь или иные совместимые устройства ввода (манипулирующие устройства);

4.6. Требования к информационной и программной совместимости

- 1) операционная система Windows 8.1 или более поздние версии;
- 2) установленный интерпретатор Python 3.4;
- 3) установленный Node.JS 8.0.0;
- 4) пакет инструментов CUDA 7.5;
- 5) пакет Theano 0.8.2 с поддержкой CUDA и OpenBLAS;
- 6) пакет Lasagne 0.2, нацеленный на соответствующий пакет Theano.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав программной документации включает в себя:

- 1) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Техническое задание;
- 2) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Руководство оператора;
- 3) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Программа и методика испытаний;
- 4) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Текст программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

«Программа повышения разрешения изображений» - программный продукт, предназначенный для демонстрации пригодности конкурирующих нейронных сетей к повышению разрешения изображений.

Вследствие новизны архитектуры используемой нейронной сети, прямых аналогов системы не существует в свободном доступе. Имеющиеся открытые наработки используют чрезмерно упрощенные топологии сетей, направленные на демонстрацию генеративного подхода только для ограниченных наборов изображений. Кроме того, не прямые аналоги доступны только в виде исходного кода, требующего тщательно установленных зависимостей, и не имеют пользовательских интерфейсов. Коммерческие аналоги не отвечают критериям визуального качества при увеличении изображения более чем в 2 раза.

Реализованная система имеет ряд преимуществ перед аналогами: использование алгоритма, генерирующего недостающие детали для повышения натуральности изображения, возможность ускорения работы при помощи графического процессора, пользовательский интерфейс с возможностью выбора одной из обученных моделей, открытый исходный код.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

- 1) техническое задание;
 - 1.1) обоснование необходимости разработки программы;
 - 1.1.1) постановка задачи;
 - 1.1.3) выбор и обоснование критериев эффективности и качества разрабатываемой Программы;
 - 1.1.4) обоснование необходимости проведения научно-исследовательских работ;
 - 1.2) научно-исследовательские работы;
 - 1.2.1) определение структуры входных и выходных данных;
 - 1.2.2) предварительный выбор методов решения задач;
 - 1.2.3) определение требований к техническим средствам;
 - 1.3) разработка и утверждение технического задания;
 - 1.3.1) определение требований к программе;
 - 1.3.2) определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на неё;
 - 1.3.3) согласование и утверждение технического задания;
2. эскизный проект;
 - 2.1) разработка эскизного проекта;
 - 2.1.2) предварительная разработка структуры входных и выходных данных.
 - 2.1.3) разработка общего описания алгоритма решения задачи;
- 3) технический проект;
 - 3.1) разработка технического проекта;
 - 3.1.1) уточнение структуры входных и выходных данных;
 - 3.1.2) разработка алгоритма решения задачи;
 - 3.1.3) определение формы представления входных и выходных данных;
 - 3.1.4) разработка структуры программы;
 - 3.1.5) окончательное определение конфигурации технических средств.
 - 3.2) утверждение технического проекта;
 - 3.2.1) разработка пояснительной записки;
- 4) рабочий проект;
 - 4.1) разработка программы;
 - 4.1.1) программирование и отладка программы;
 - 4.2) разработка программной документации;
 - 4.2.1) разработка программных документов в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101-77;
 - 4.3) испытания программы;
 - 4.3.1) разработка, согласование и утверждение порядка и методики испытаний;
 - 4.4) проведение предварительных приёмо-сдаточных и других видов испытаний;
 - 4.4.1) корректировка программы и программной документации по результатам испытаний;
- 5) внедрение;
 - 5.1) загрузка текста ВКР в систему Антиплагиат;
 - 5.2) защита работы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

Контроль и приемка разработки осуществляются в соответствии с документом «Программа и методика испытаний».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 ТЗ 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

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

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО
Доцент департамента
программной инженерии
факультета компьютерных наук
канд. техн. наук

Р.З. Ахметсафина
«__» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
канд. техн. наук, проф. ДПИ

В.В. Шилов
«__» _____ 2017 г.

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Руководство оператора
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ
RU.17701729.502900-01 34 01-1 ЛУ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 34 01-1				

Исполнитель
студент группы БПИ131

/Ложков А.Г. /
«__» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДЕНО

RU.17701729.502900-01 34 01-1 ЛУ

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Руководство оператора

RU. 17701729.502900-01 34 01-1

Листов 15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 34 01-1				

2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение программы	57
2. Условия выполнения программы	58
3. Выполнение программы.....	59
4. Сообщения оператору.....	67
Лист регистрации изменений.....	68

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

«Система повышения разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей» предназначена для демонстрации нейросетевого подхода к задаче восстановления изображений. Система может быть масштабирована для включения в комплексную систему хранения и обработки изображений, а также адаптирована для изображений конкретной предметной области, например, фотографий животных. Продукт может быть полезен как профессиональным фотографам, так и любителям, желающим повысить разрешение своих фото без значительных потерь качества.

Программа предназначена для демонстрации нейросетевого подхода к повышению разрешения изображений. Пользователь-оператор может ставить эксперименты с различными настройками модели и обучать комбинированную нейронную сеть на специфичных наборах изображений. Пользователь веб-интерфейса может выбрать одну из заранее обученных моделей для обработки загружаемых изображений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

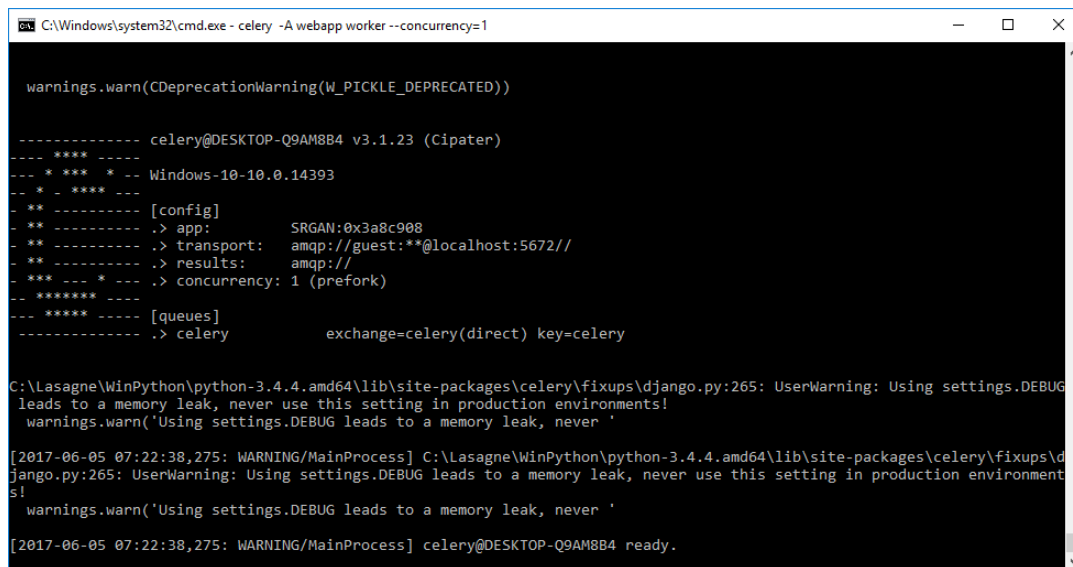
2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

- 1) 32-разрядный (x86) или 64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой 2 гигагерц (ГГц) или выше;
- 2) 4 гигабайта (ГБ) (для 32-разрядной системы) или 6 ГБ (для 64-разрядной системы) оперативной памяти (ОЗУ);
- 3) 500 мегабайт (МБ) пространства на жестком диске;
- 4) графический процессор, совместимый с набором инструментов CUDA 7.5;
- 5) монитор и видеоадаптер с разрешением 1024 X 768 или более высоким;
- 6) клавиатура и мышь или иные совместимые устройства ввода (манипулирующие устройства) операционная система Windows 8.1 или более поздние версии;
- 7) установленный интерпретатор Python 3.4;
- 8) пакет инструментов CUDA 7.5;
- 9) пакет Theano 0.8.2 с поддержкой CUDA и OpenBLAS;
- 10) пакет Lasagne 0.2, нацеленный на соответствующий пакет Theano.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Серверная часть программы запускается исполняемым файлом StartService.bat. После запуска программы должно появиться окно, содержащее отладочную информацию веб-сервиса, включающее логи фреймворка Django и сообщения брокера Celery (рис. 1).



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - celery -A webapp worker --concurrency=1

warnings.warn(CDeprecationWarning(W_PICKLE_DEPRECATED))

----- celery@DESKTOP-Q9AM8B4 v3.1.23 (Cipater)
****
* *** * -- Windows-10-10.0.14393
* ****
** ----- [config]
** .> app: SRGAN:0x3a8c908
** .> transport: amqp://guest:**@localhost:5672//
** .> results: amqp://
** .> concurrency: 1 (prefork)
*** --- * ---
*****
----- [queues]
----- .> celery exchange=celery(direct) key=celery

C:\Lasagne\WinPython\python-3.4.4.amd64\lib\site-packages\celery\fixups\django.py:265: UserWarning: Using settings.DEBUG
leads to a memory leak, never use this setting in production environments!
warnings.warn('Using settings.DEBUG leads to a memory leak, never '

[2017-06-05 07:22:38,275: WARNING/MainProcess] C:\Lasagne\WinPython\python-3.4.4.amd64\lib\site-packages\celery\fixups\d
jango.py:265: UserWarning: Using settings.DEBUG leads to a memory leak, never use this setting in production environment
s!
warnings.warn('Using settings.DEBUG leads to a memory leak, never '

[2017-06-05 07:22:38,275: WARNING/MainProcess] celery@DESKTOP-Q9AM8B4 ready.
```

Рисунок 1. Консоль мониторинга веб-сервиса

После запуска веб-приложение становится доступным по порту :3000 (см. рис. 2).

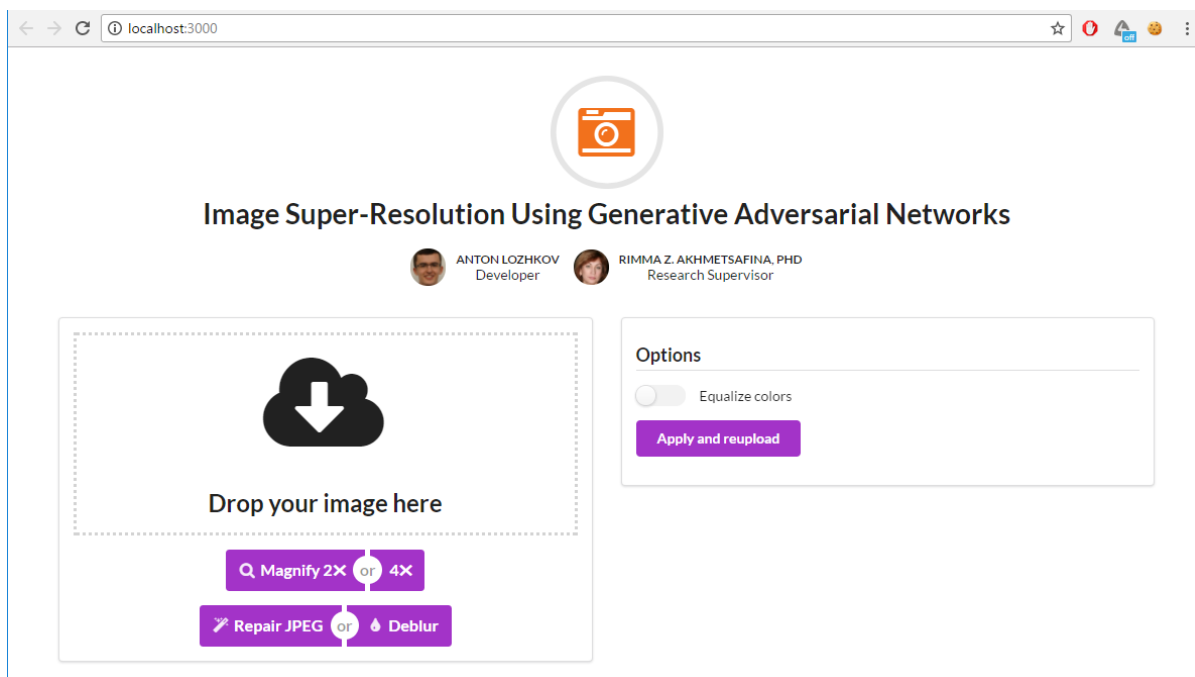


Рисунок 2. Интерфейс веб-приложения

По порту :15672 находится панель мониторинга очереди сообщений RabbitMQ (см. рис. 3)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



Рисунок 3. Панель мониторинга очереди сообщений

Для загрузки изображения необходимо перетащить его файл в поле “Drop your image here” (рис. 4). Изображение отобразится в поле загрузки и будет растянуто на ширину области для наглядной демонстрации увеличения интерполяционным методом (рис. 5).

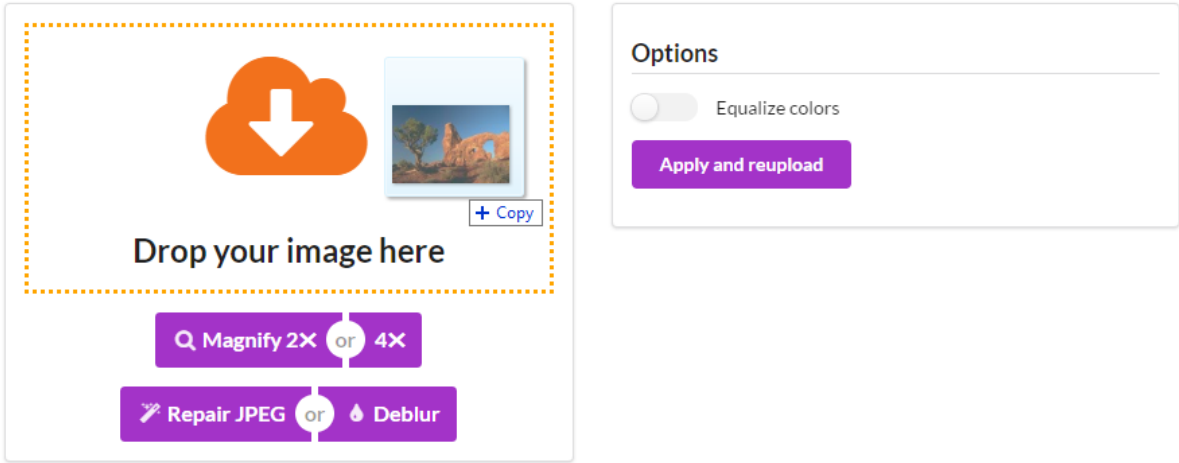


Рисунок 4. Загрузка изображения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

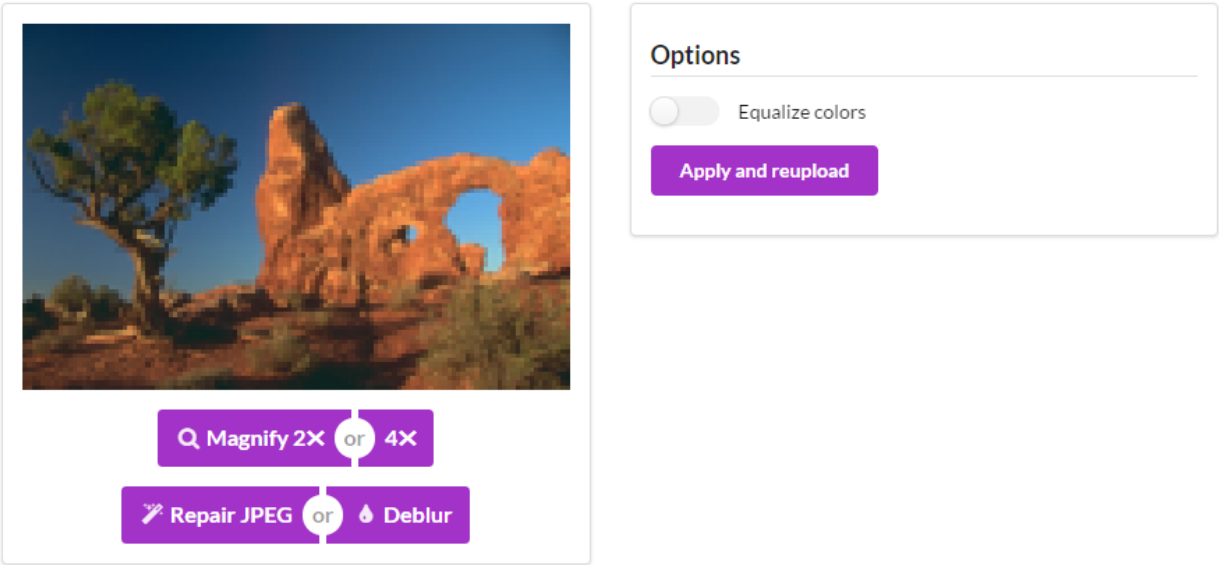


Рисунок 5. Отображение загруженного изображения

Для увеличения изображения в 2 раза необходимо нажать кнопку “Magnify 2X”. После этого в правом поле отобразится индикатор прогресса, означающий, что запрос на обработку изображения был поставлен в очередь (рис. 6).

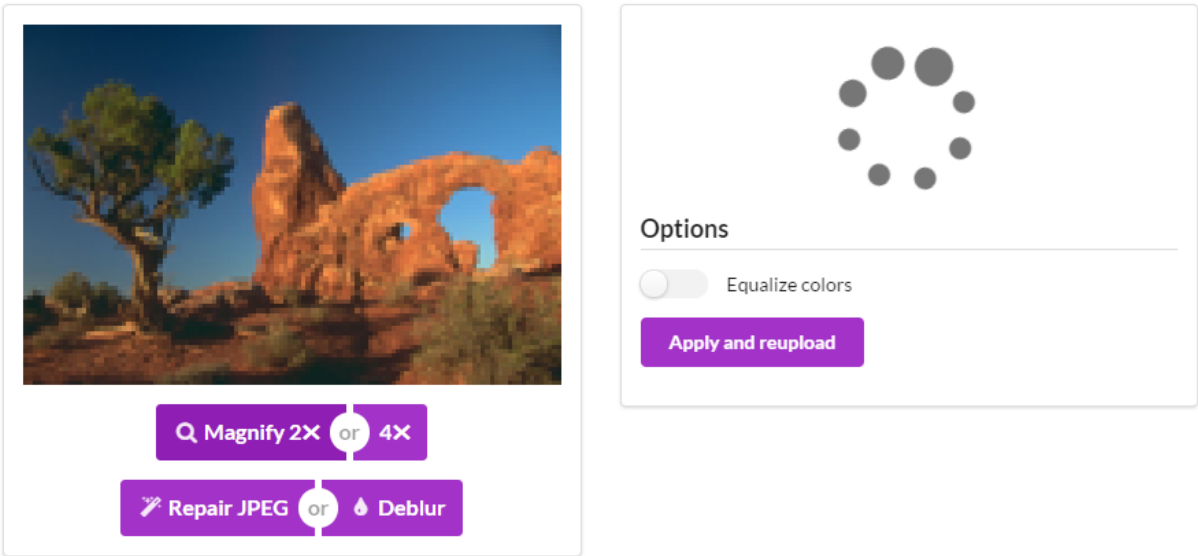


Рисунок 6. Прогресс обработки изображения

После обработки изображения оно будет отображено в правом окне (рис. 7).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

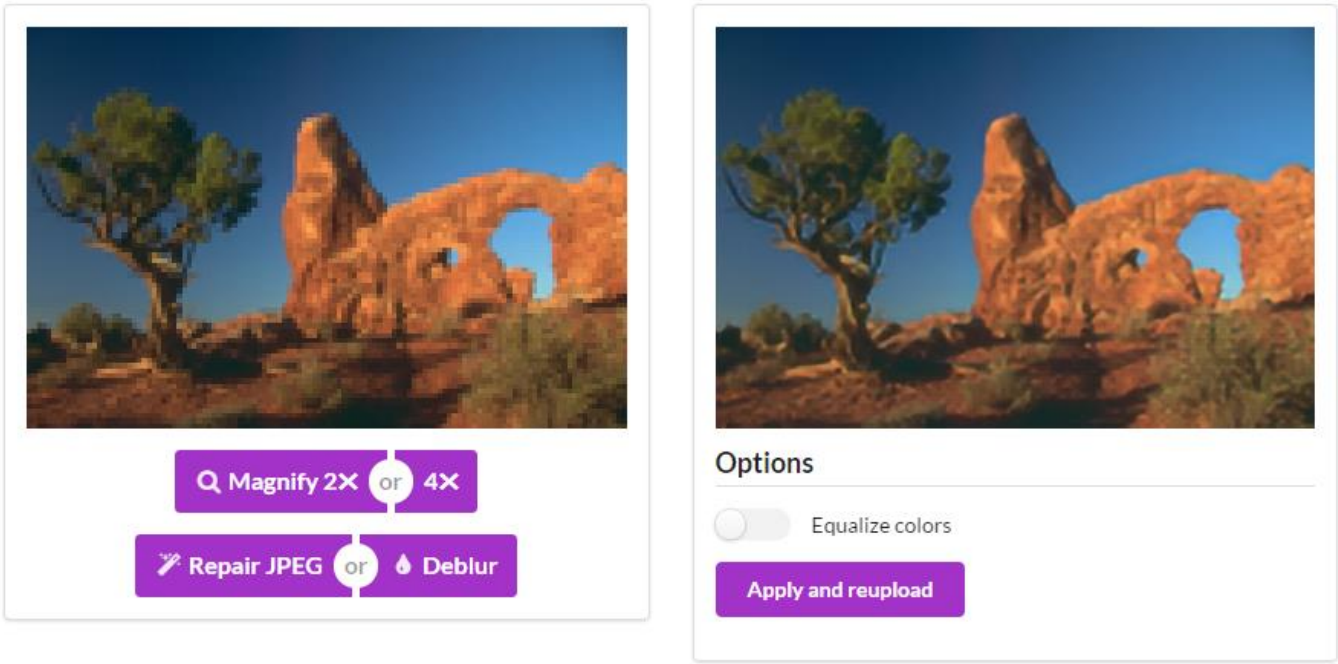


Рисунок 7. Отображение увеличенного изображения

Для фильтрации JPEG-артефактов необходимо нажать кнопку “Repair JPEG”. После этого в правом поле отобразится индикатор прогресса, означающий, что запрос на обработку изображения был поставлен в очередь. Результат обработки отображен в правой части окна (рис. 8)

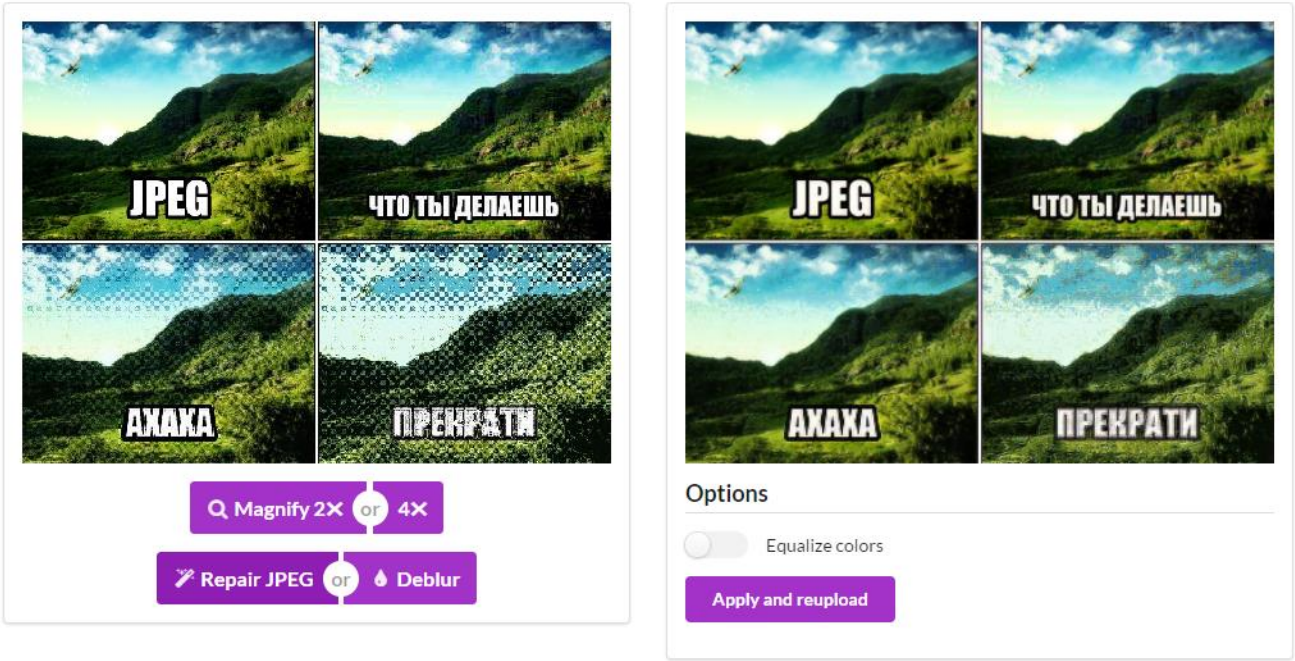


Рисунок 8. Устранение JPEG артефактов

Для устранения размытости изображения необходимо нажать кнопку “Deblur”. Результат обработки отображен в правой части окна (рис. 9).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

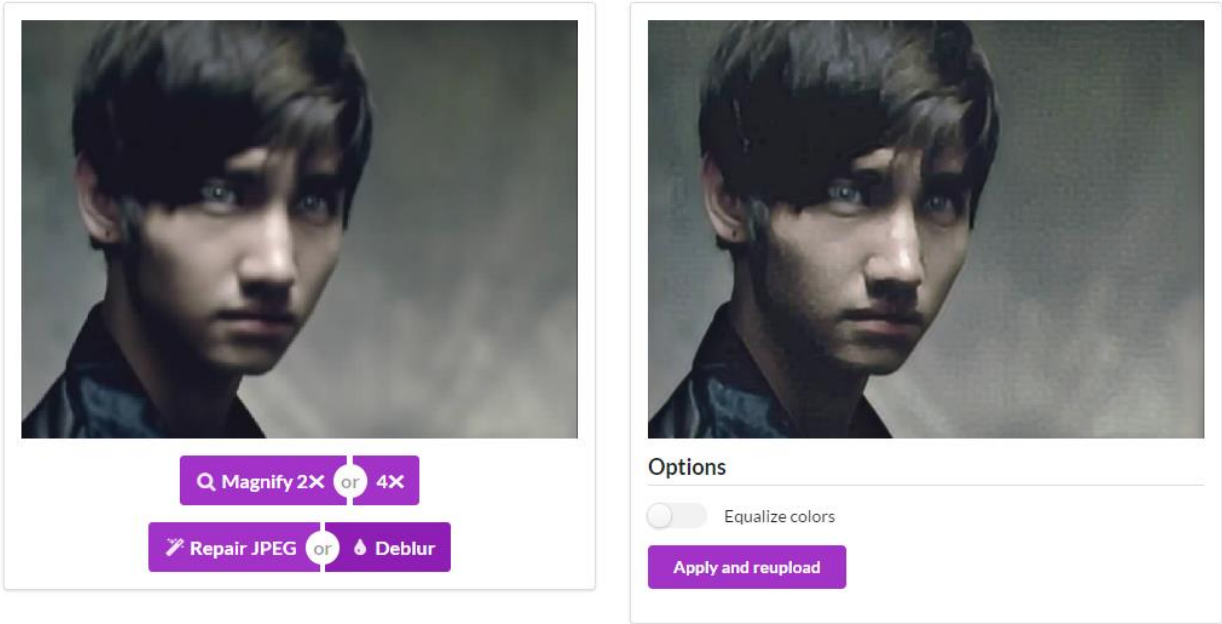


Рисунок 9. Устранение размытости изображения

Для коррекции цвета увеличенного изображения необходимо отметить опцию “Equalize colors” и нажать кнопку “Apply and reupload”. Цвета изображения станут ближе к исходным. (рис. 10 и 11).

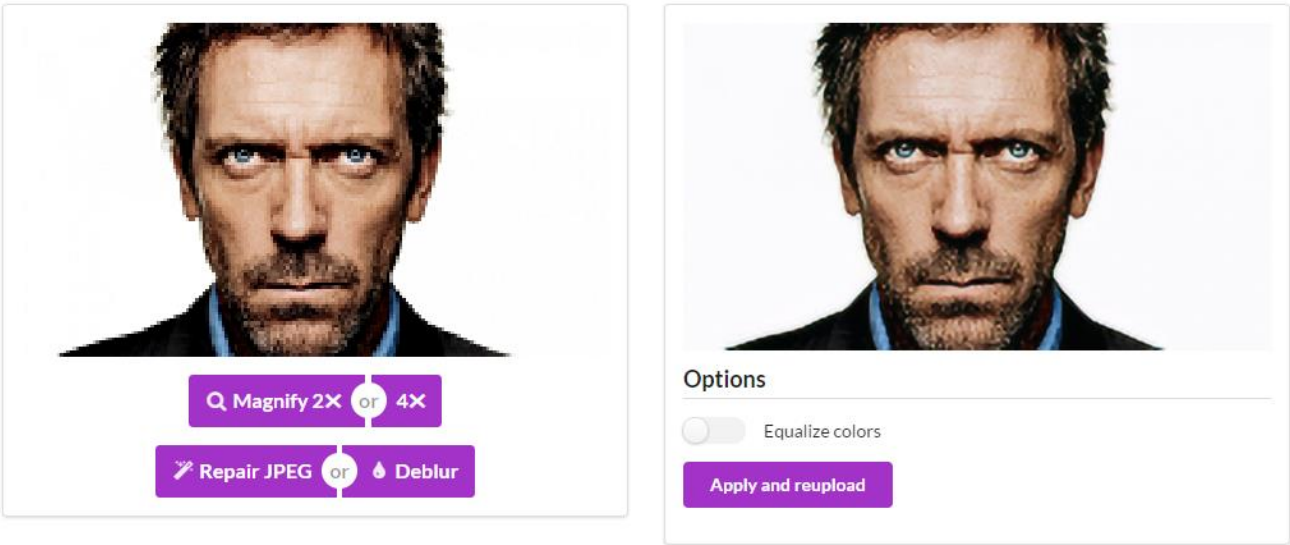


Рисунок 10. Изображение, восстановленное без коррекции цветов

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

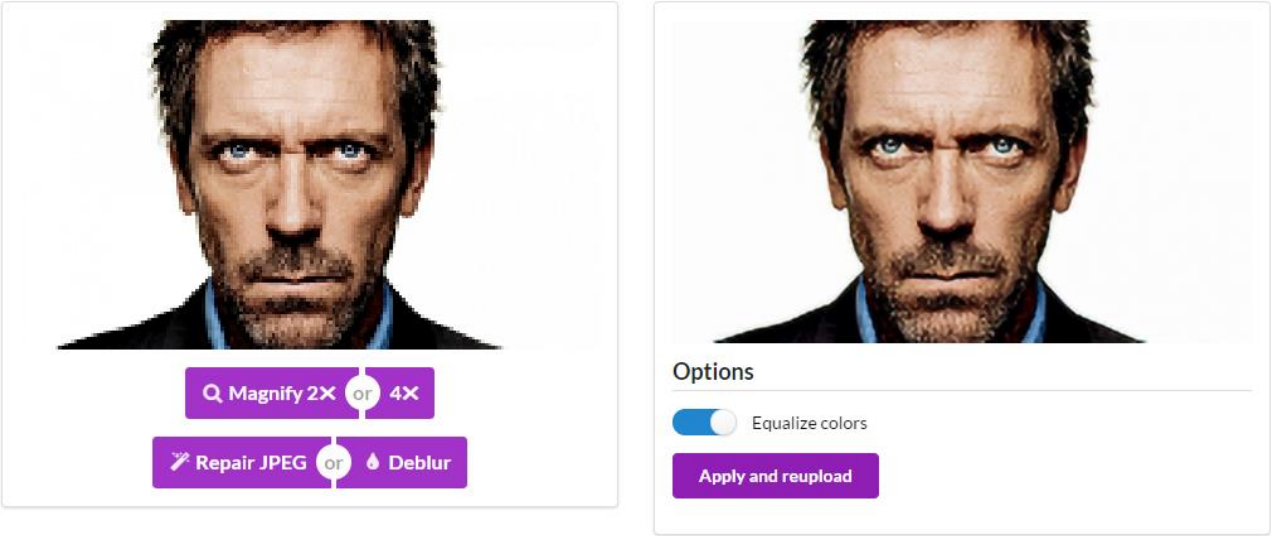


Рисунок 11. Увеличение с восстановлением цветов

Для обучения модели повышения разрешения изображений необходимо запустить программу со следующими аргументами (150 шагов обучения с 8 остаточными блоками генератора для увеличения изображения в 4 раза):

```
--train "C:\Data\*.jpg" --name upscale --scale=4 --epochs=150 --gen-blocks=8
```

В директории “C:\Data\” должен находиться набор изображений для обучения. В процессе обучения в папку validation будут выводиться промежуточные результаты (рис. 12).

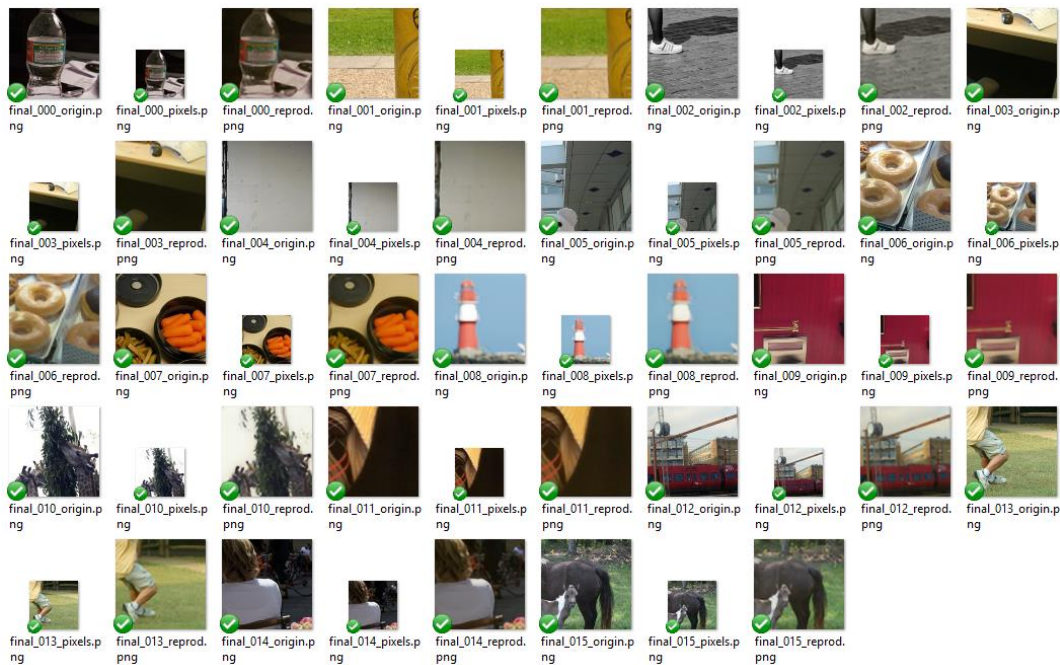


Рисунок 12. Валидационные изображения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Результатом обучения (рис. 13) будет модель, сохраненная в файле `model-upscale-4x.pkl`.

```
Administrator: C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - C:\Lasagne\WinPython\python-3.4.4.amd64\python.exe srgan.py --train "C:\Data\tr...
scale=2
- Using `gpu`

Will run for 150 epochs with batch size 16
- 35 layers in generator.
- 21 layers in discriminator.
DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp9vpgyyx/m4777a115936b088d96e490c3921da6c2.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp9vpgyyx/m4777a11593
6b088d96e490c3921da6c2.exp

DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp20nsset/ma210fcc47ab959b8b1379434528b9677.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp20nsset/ma210fcc47a
b959b8b1379434528b9677.exp

DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp8xf2niwr/m54974893c43f0e491a60017414aa57c2.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp8xf2niwr/m54974893c4
3f0e491a60017414aa57c2.exp

DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp6zpc2vx/maf53b5193a3639b6327ec602b11bfb6d.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp6zpc2vx/maf53b5193a
3639b6327ec602b11bfb6d.exp
```

Рисунок 13. Консольное приложение, этап инициализации обучения

Для обучения модели, устраняющей артефакты JPEG, необходимо запустить программу со следующими аргументами (150 шагов обучения с 8 остаточными блоками генератора без увеличения изображения, с предварительным сжатием JPEG):

```
--train "C:\Data\*.jpg" --name repair --scale=1 --epochs=150 --gen-blocks=8 --
--apply-jpeg
```

В директории “C:\Data\” должен находиться набор изображений для обучения. Результатом обучения будет модель, сохраненная в файле `model-repair-1x.pkl`.

Для обучения модели, устраняющей размытие изображения, необходимо заменить аргумент `--apply-jpeg` на `--apply-blur`.

Ниже приведены параметры консольного приложения и их назначение.

Параметр	Пояснение
scale	Фактор увеличения изображений. Возможные значения: 2 и 4.
epochs	Число эпох (шагов) обучения. Диапазон: от 1 до MAX_INT
equalize-colors	Необходимо ли уравнивать гистограммы цветов изображений.
name	Название обучаемой модели для дальнейшего сохранения.
apply-blur	Применять ли гауссово размытие перед обработкой изображений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

apply-jpeg	Применять ли сжатие JPEG перед обработкой изображений.
apply-noise	Зашумлять ли изображение перед его обработкой.
epoch-size	Число наборов изображений в одной эпохе. Диапазон: от 1 до MAX_INT;
batch-size	Количество изображений в одном наборе для параллельной обработки. Диапазон: от 4 до 32.
patches	Число сегментов исходного изображения, выбираемых случайным образом для обучения.
learning-rate	Скорость сходимости оптимизатора Adam.
learning-rate-decay	Коэффициент уменьшения скорости сходимости оптимизатора Adam.
learning-rate-epochs	Через сколько эпох снижать скорость сходимости Adam
gen-filters	Число фильтров в сверточных слоях сети-генератора. Диапазон: от 8 до 512;
gen-res-blocks	Число остаточных блоков в конфигурации сети-генератора. Диапазон: от 1 до 16;
perceptual-weight	Вес перцепционной функции потерь. Диапазон: от 0.0 до 1.0;
discr-weight	Вес функции потерь дискриминатора. Диапазон: от 0.0 до 1.0;
discr-filters	Число фильтров в сверточных слоях сети-дискриминатора. Диапазон: от 8 до 512;
gen-pretrain	Число эпох предобучения сети-генератора. Диапазон: от 0 до MAX_INT;
platform	Вычислитель для компиляции и исполнения модели сети. Возможные значения: CPU и GPU.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ

4.1. Сообщения об ошибках

Сообщение	Причины возникновения	Действия, которые необходимо предпринять
Could not find an image at path %path%	Неверный формат или отсутствие файла изображения для обработки.	Проверить путь к файлу изображения. Проверить формат файла изображения.
Cannot find the files to train	Неверный путь к файлам обучающей выборки.	Проверить путь к обучающей выборке, указанный при запуске программы
Could not find the pre-trained model	В директории программы отсутствует предобученная модель нейронной сети.	Предварительно обучить модель для выполнения нужной задачи (увеличение изображений или восстановление).
CUDA out of memory exception	Недостаточно видеопамяти для хранения текущей конфигурации нейронной сети.	Снизить число блоков генератора, снизить число фильтров в сверточных слоях, уменьшить число изображений для параллельной обработки.

4.2. Информационные сообщения

Сообщение	Пояснение
Using %devicename%	Оповещение об использовании CPU или GPU для вычислений
Will run for %N% epochs with batch size %n%	Запуск обучения нейронной сети в течение %N% эпох.
Model was saved as %modelname%	Уведомление о сохранении промежуточной обученной модели.
Super-resolving images: %list%	Вывод списка изображений для восстановления с соответствующими индикаторами прогресса.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 34 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»
Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии**

СОГЛАСОВАНО
Доцент департамента
программной инженерии
факультета компьютерных наук
канд. техн. наук

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
канд. техн. наук, проф. ДПИ

_____ Р.З. Ахметсафина
«__» _____ 2017 г.

_____ В.В. Шилов
«__» _____ 2017 г.

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Программа и методики испытаний
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ
RU.17701729.502900-01 51 01-1 ЛУ**

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 51 01-1				

Исполнитель
студент группы БПИ131
_____/Ложков А.Г. /
«__» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДЕНО

RU.17701729.502900-01 51 01-1 ЛУ

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Программа и методики испытаний

RU. 17701729.502900-01 51 01-1

Листов 16

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 51 01-1				

2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Объект испытаний	72
2. Цель испытаний	73
3. Требования к программе	74
3.1. Требования к функциональным характеристикам	74
3.2. Требования к надежности	74
4. Требования к программной документации	75
5. Средства и порядок испытаний	76
5.1. Технические средства	76
5.2. Программные средства	76
5.3. Порядок проведения испытаний	76
6. Методы испытаний	77
6.1. Запуск веб-сервиса	77
6.2. Загрузка изображения	78
6.3. Увеличение изображения	79
6.4. Устранение JPEG-артефактов и размытия	80
6.5. Уравнивание гистограмм цветов изображений	81
6.6. Обучение модели для увеличения изображений	82
6.7. Обучение модели для восстановления изображений	83
Лист регистрации изменений	84

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

«Система повышения разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей» предназначена для демонстрации нейросетевого подхода к задаче восстановления изображений. Система может быть масштабирована для включения в комплексную систему хранения и обработки изображений, а также адаптирована для изображений конкретной предметной области, например, фотографий животных. Продукт может быть полезен как профессиональным фотографам, так и любителям, желающим повысить разрешение своих фото без значительных потерь качества.

Программа предназначена для демонстрации нейросетевого подхода к повышению разрешения изображений. Пользователь-оператор может ставить эксперименты с различными настройками модели и обучать комбинированную нейронную сеть на специфичных наборах изображений. Пользователь веб-интерфейса может выбрать одну из заранее обученных моделей для обработки загружаемых изображений.

Краткое наименование программы: «EnhanceGAN».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
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) обучение модели конкурирующих нейронных сетей с использованием CPU или GPU;
- 2) возможность выбора произвольного набора изображений форматов jpeg и png для обучения модели;
- 3) возможность опциональной предобработки входных изображений гауссовым размытием или сжатием JPEG на этапе обучения;
- 4) выбор коэффициента увеличения изображения при обучении соответствующей модели: 2х, 4х;
- 5) выбор числа остаточных блоков нейронной сети-генератора;
- 6) задание числа шагов обучения комбинированной сети;
- 7) задание весов функций ошибки генератора и дискриминатора в конкурирующей модели;
- 8) выбор изображения произвольного размера для увеличения в пользовательском веб-интерфейсе;
- 9) возможность выбора модели для обработки изображения в пользовательском веб-интерфейсе: увеличение в 2 или 4 раза, устранение JPEG-артефактов или размытия.

3.2. Требования к надежности

У пользователя должна быть возможность обучать модель со стандартными настройками и загружать изображения произвольных размеров без аварийного завершения программы или отказа интерпретатора.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав программной документации включает в себя:

- 1) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Техническое задание;
- 2) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Руководство оператора;
- 3) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Программа и методика испытаний;
- 4) «Повышение разрешения изображений с использованием конкурирующих нейронных сетей». Текст программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
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 1920 X 1080;
- 6) клавиатура и мышь;

5.2. Программные средства

- 1) операционная система Windows 10;
- 2) установленный интерпретатор Python 3.4;
- 3) пакет инструментов CUDA 7.5;
- 4) установленный Node.JS 8.0.0;
- 5) пакет Theano 0.8.2 с поддержкой CUDA и OpenBLAS;
- 6) пакет Lasagne 0.2, нацеленный на соответствующий пакет Theano;

5.3. Порядок проведения испытаний

Испытания должны выполняться в следующем порядке:

- 1) выполнение стандартной процедуры начальной загрузки операционной системы;
- 2) запуск программы. Для этого необходимо запустить файл StartService.bat, предварительно убедившись в возможности запуска программы из консоли при помощи команды python и в присутствии в том же каталоге файла manage.py, а также подкаталогов SRGAN с реализациями алгоритмов и webapp с реализацией веб-интерфейса;
- 3) проведение необходимых испытаний, описанных в разделе «Методы испытаний»;
- 4) выход из программы путем закрытия окна программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

6. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

6.1. Запуск веб-сервиса

Запустить серверную часть программы исполняемым файлом StartService.bat. После запуска программы должно появиться окно, содержащее отладочную информацию веб-сервиса, включающее логи фреймворка Django и сообщения брокера Celery (рис. 1).

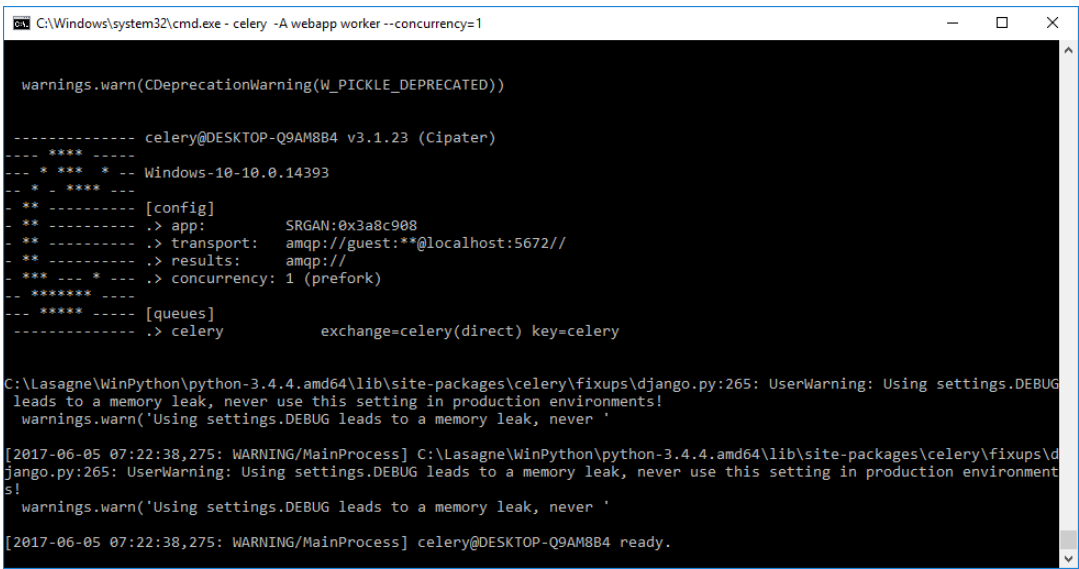


Рисунок 1. Консоль мониторинга веб-сервиса

После запуска веб-приложение должно быть доступно по порту :3000 (см. рис. 2).

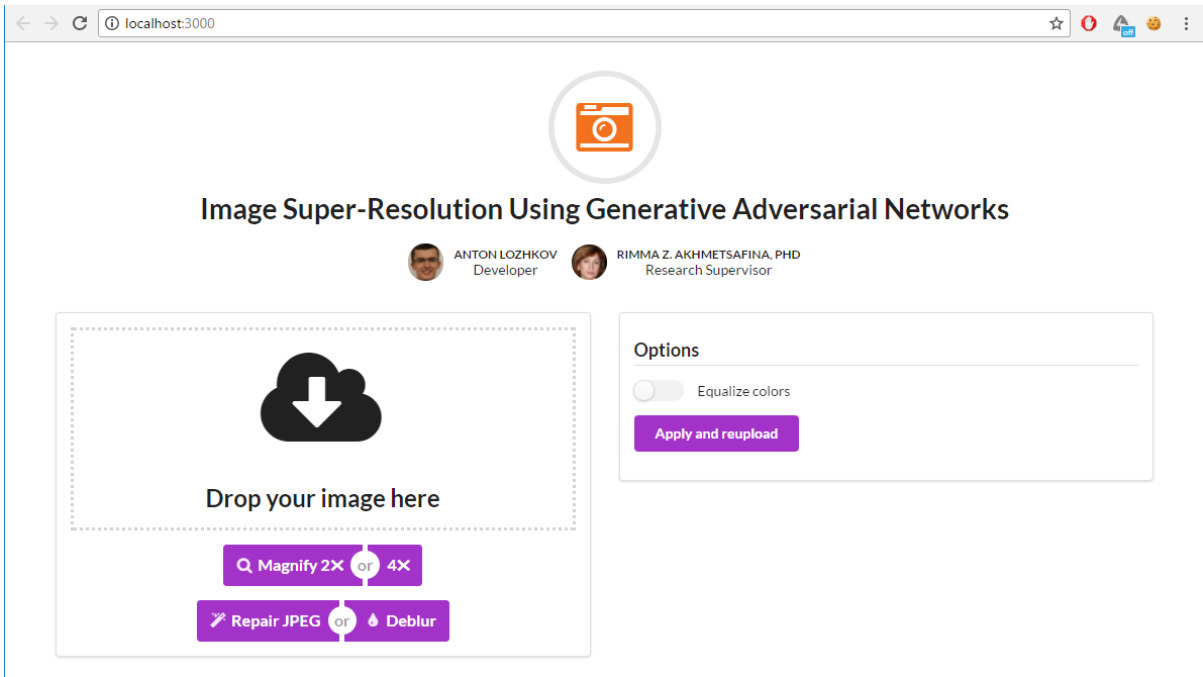


Рисунок 2. Интерфейс веб-приложения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

По порту :15672 должна находиться панель мониторинга очереди сообщений RabbitMQ (см. рис. 3)

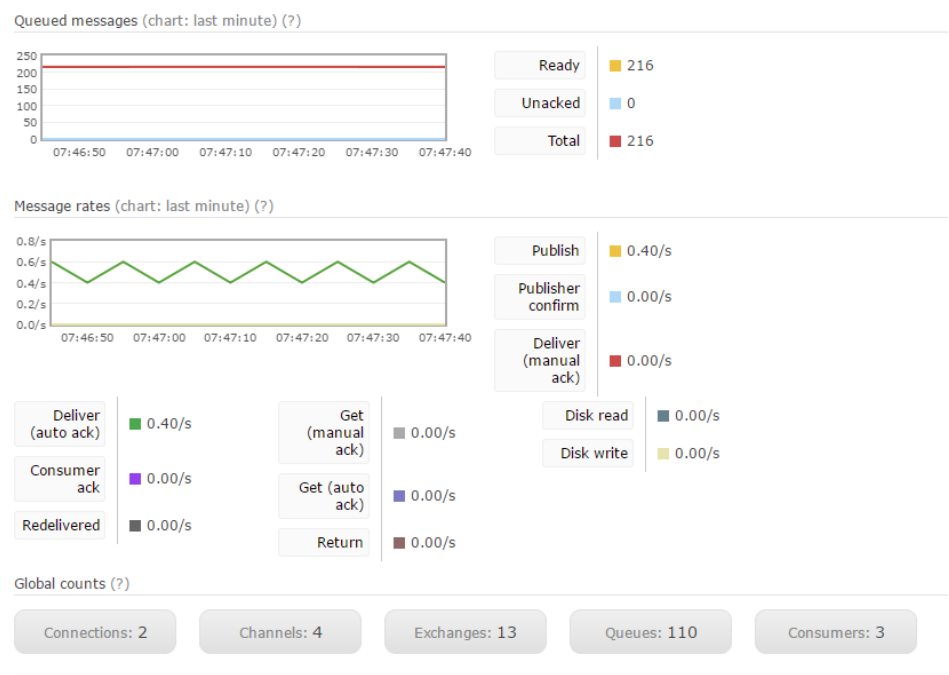


Рисунок 3. Панель мониторинга очереди сообщений

6.2. Загрузка изображения

Для загрузки изображения перетащить его файл в поле “Drop your image here” (рис. 4). Изображение отобразится в поле загрузки и будет растянуто на ширину области для наглядной демонстрации увеличения интерполяционным методом (рис. 5).

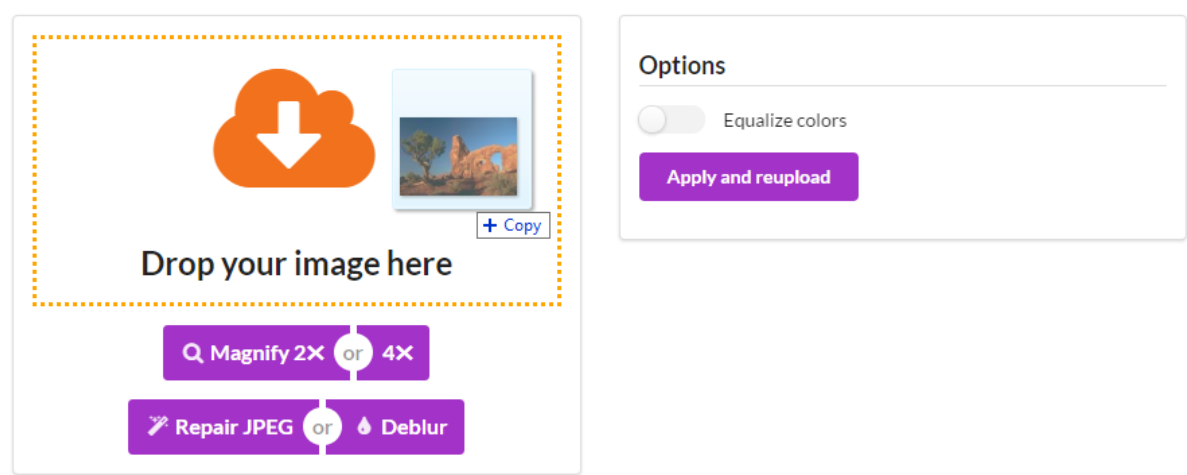


Рисунок 4. Загрузка изображения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

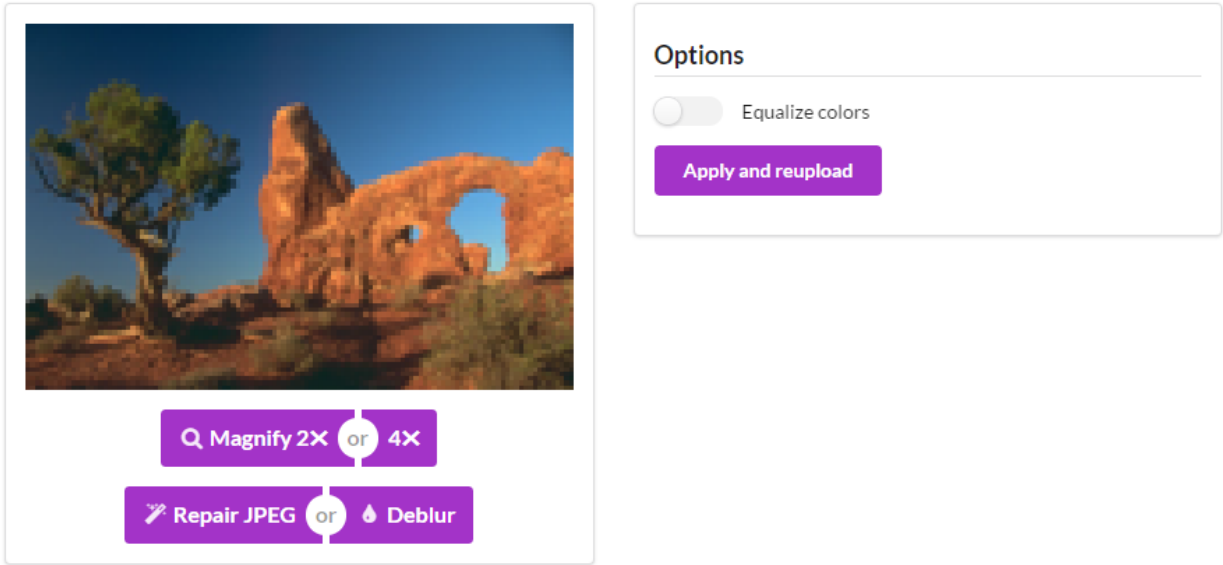


Рисунок 5. Отображение загруженного изображения

6.3. Увеличение изображения

Для увеличения изображения в 2 раза нажать кнопку “Magnify 2X”. После этого в правом поле отобразится индикатор прогресса, означающий, что запрос на обработку изображения был поставлен в очередь (рис. 6).

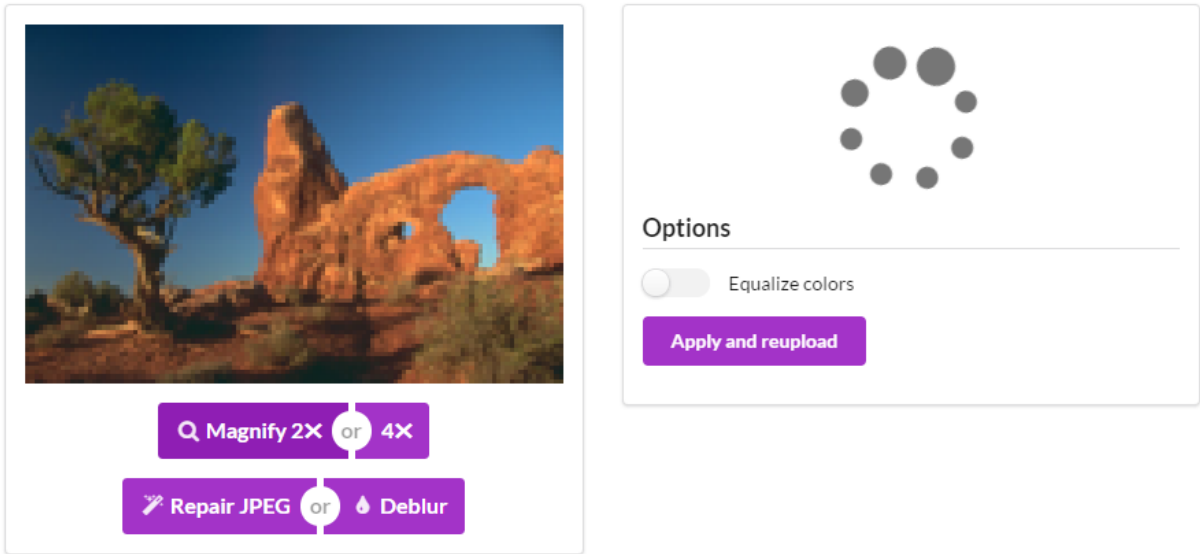


Рисунок 6. Прогресс обработки изображения

После обработки изображения оно будет отображено в правом окне (рис. 7).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

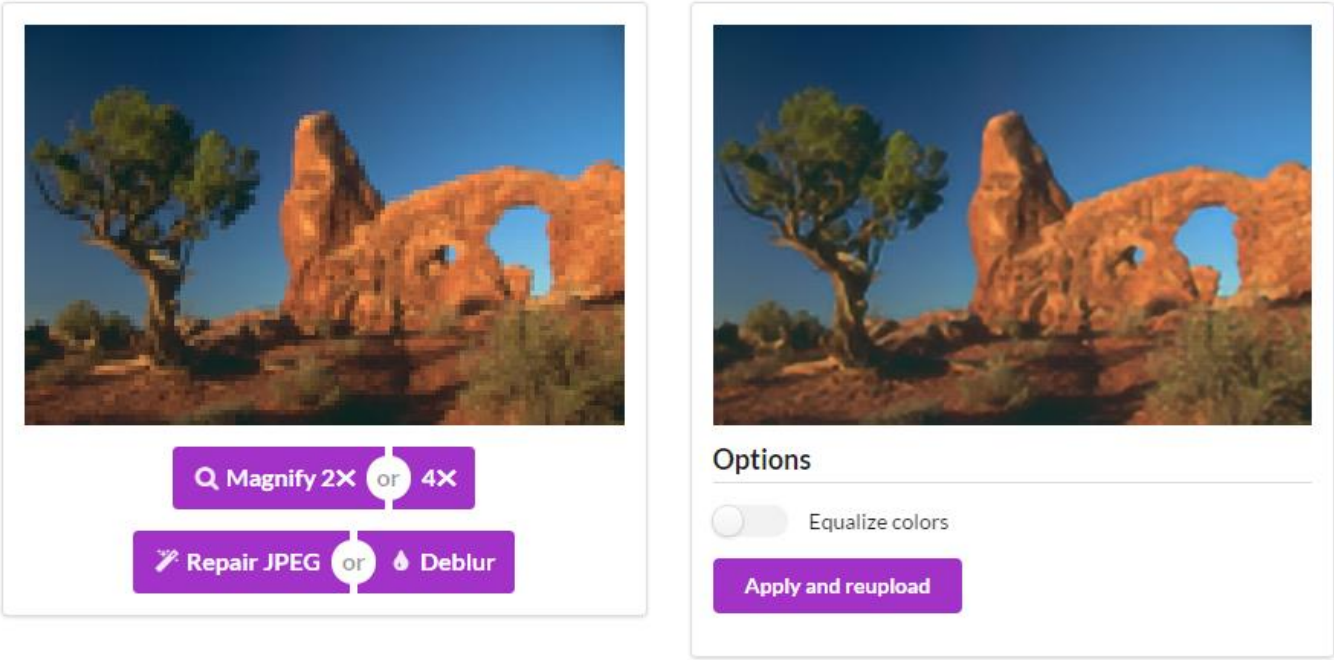


Рисунок 7. Отображение увеличенного изображения

6.4. Устранение JPEG-артефактов и размытия

Для фильтрации JPEG-артефактов нажать кнопку “Repair JPEG”. После этого в правом поле отобразится индикатор прогресса, означающий, что запрос на обработку изображения был поставлен в очередь. Результат обработки отображен в правой части окна (рис. 8)

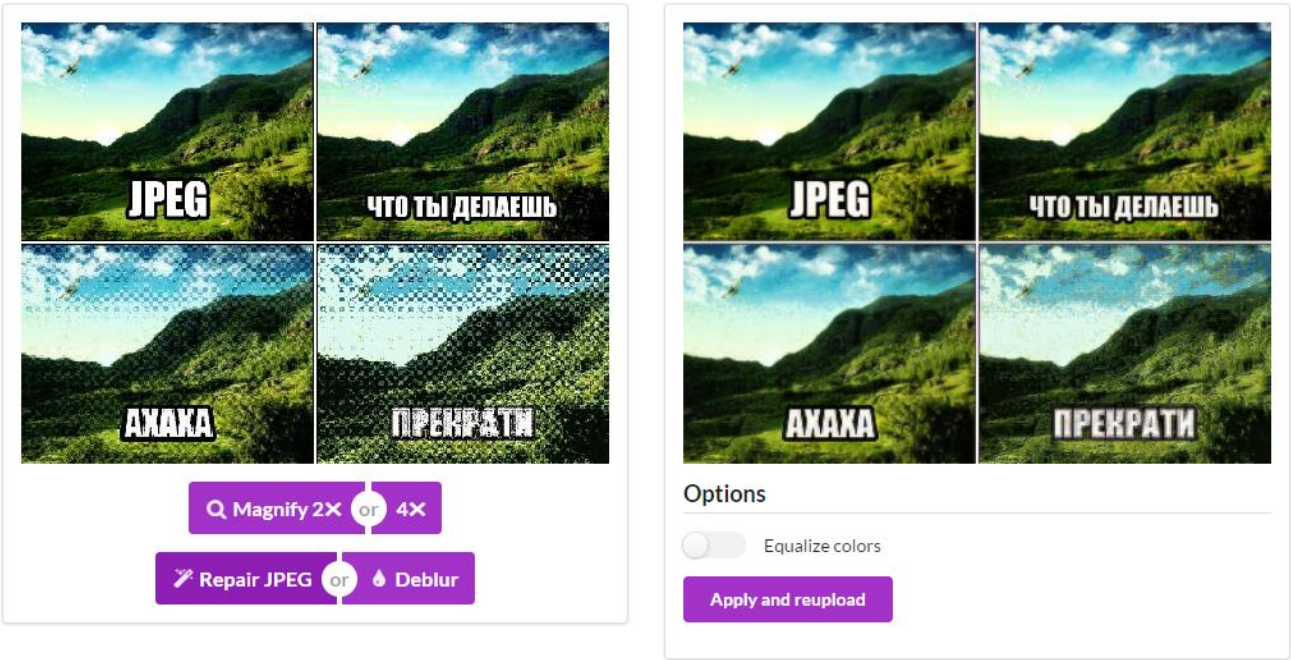


Рисунок 8. Устранение JPEG артефактов

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Для устранения размытости изображения нажать кнопку “Deblur”. Результат обработки отображен в правой части окна (рис. 9).

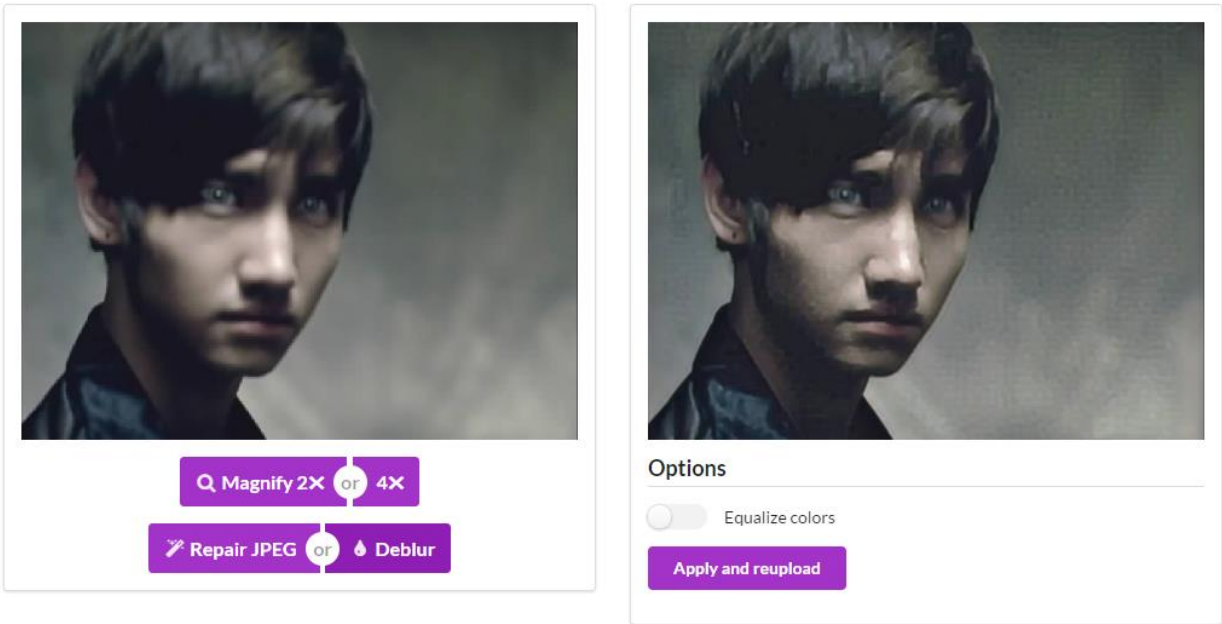


Рисунок 9. Устранение размытости изображения

6.5. Уравнивание гистограмм цветов изображений

Для коррекции цвета увеличенного изображения необходимо отметить опцию “Equalize colors” и нажать кнопку “Apply and reupload”. Цвета изображения станут ближе к исходным. (рис. 10 и 11).

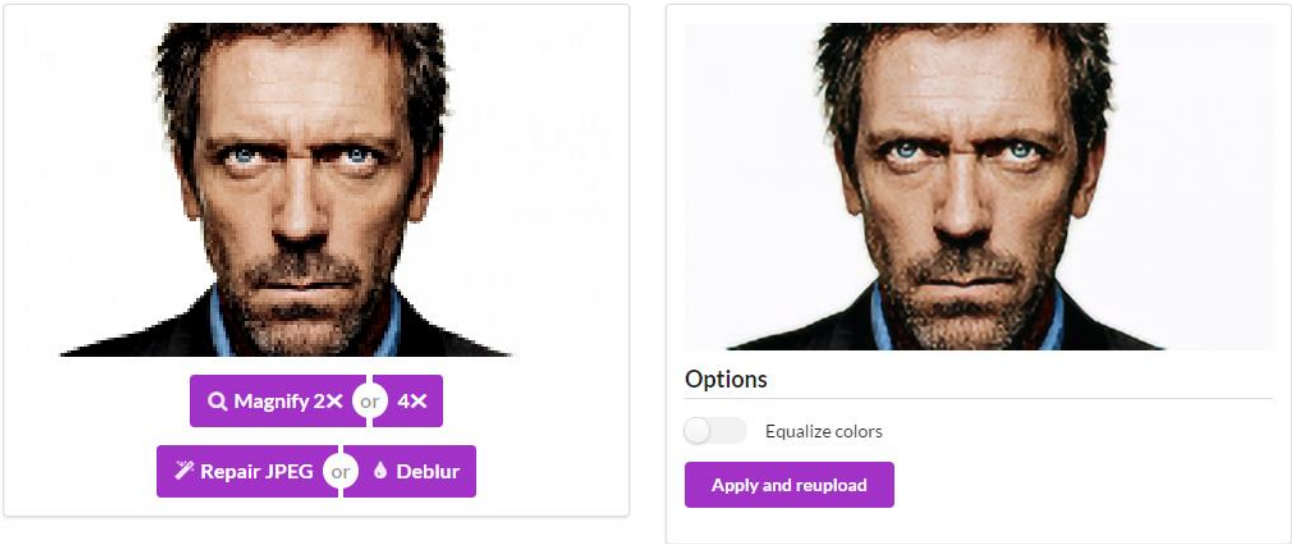


Рисунок 10. Изображение, восстановленное без коррекции цветов

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

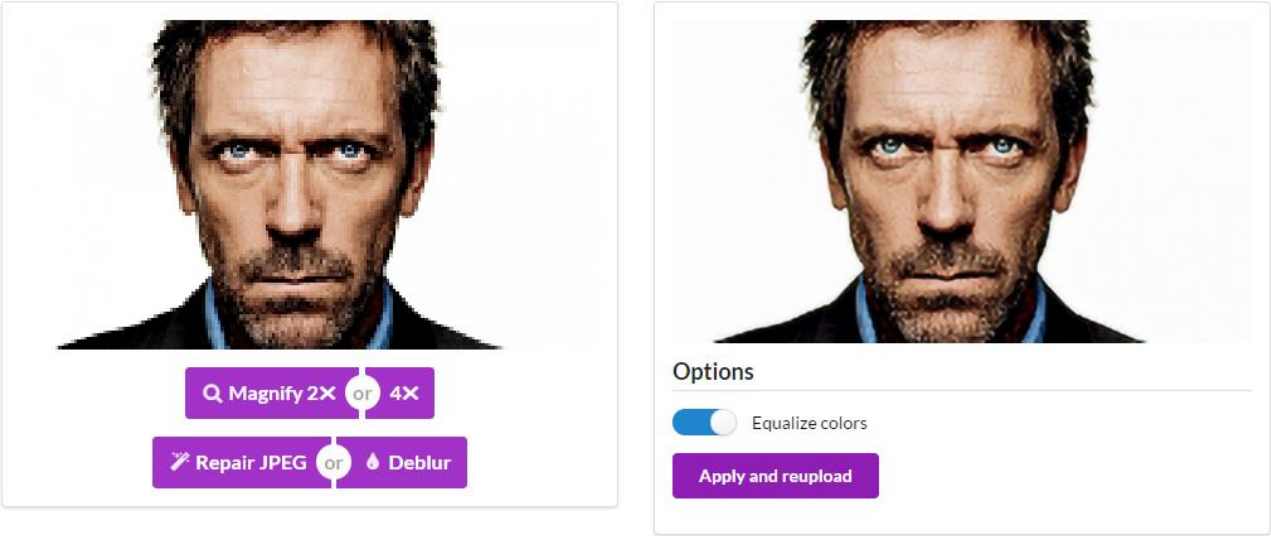


Рисунок 11. Увеличение с восстановлением цветов

6.6. Обучение модели для увеличения изображений

Для обучения модели необходимо запустить программу со следующими аргументами (150 шагов обучения с 8 остаточными блоками генератора для увеличения изображения в 4 раза):

```
--train "C:\Data\*.jpg" --name upscale --scale=4 --epochs=150 --perceptual-layer=conv2_2 --gen-blocks=8
```

В директории “C:\Data*.jpg” должен находиться набор изображений для обучения. В процессе обучения в папку validation будут выводиться промежуточные результаты (рис. 12).

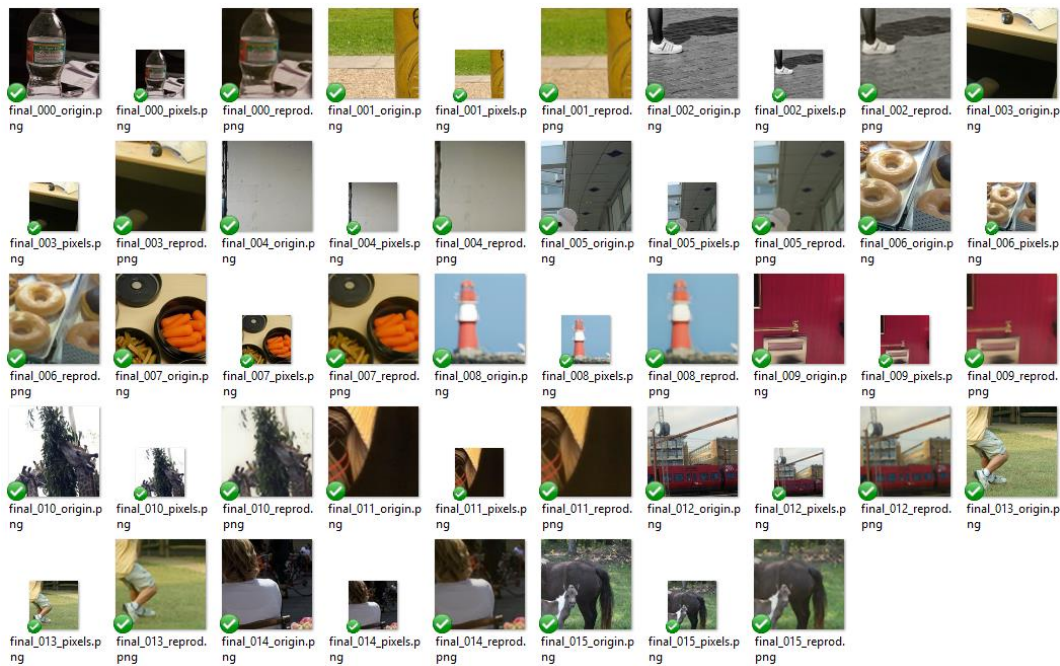


Рисунок 12. Валидационные изображения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Результатом обучения (рис. 13) будет модель, сохраненная в файле `model-upscale-4x.pkl`.

```
Administrator: C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - C:\Lasagne\WinPython\python-3.4.4.amd64\python.exe srgan.py --train "C:\Data\tr...
scale=2
- Using `gpu`

Will run for 150 epochs with batch size 16
- 35 layers in generator.
- 21 layers in discriminator.
DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp9vpgyxx/m4777a115936b088d96e490c3921da6c2.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp9vpgyxx/m4777a11593
6b088d96e490c3921da6c2.exp

DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp20nsset/ma210fcc47ab959b8b1379434528b9677.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp20nsset/ma210fcc47a
b959b8b1379434528b9677.exp

DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp8xf2niwr/m54974893c43f0e491a60017414aa57c2.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp8xf2niwr/m54974893c4
3f0e491a60017414aa57c2.exp

DEBUG: nvcc STDOUT mod.cu
Creating library C:/Users/Anton/AppData/Local/Theano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepp
ing_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp6zpc2vx/maf53b5193a3639b6327ec602b11bfb6d.lib and object C:/Users/Anton/AppData/Local/Th
eano/compiledir_Windows-10-10.0.14393-Intel64_Family_6_Model_94_Stepping_3_GenuineIntel-3.4.4-64/tmp6zpc2vx/maf53b5193a
3639b6327ec602b11bfb6d.exp
```

Рисунок 13. Консольное приложение, этап инициализации обучения

6.7. Обучение модели для восстановления изображений

Для обучения модели необходимо запустить программу со следующими аргументами (150 шагов обучения с 8 остаточными блоками генератора без увеличения изображения, с предварительным сжатием JPEG):

```
--train "C:\Data\*.jpg" --name repair --scale=1 --epochs=150 --perceptual-
layer=conv2_2 --gen-blocks=8 --apply-jpeg
```

В директории “C:\Data*.jpg” должен находиться набор изображений для обучения. Результатом обучения будет модель, сохраненная в файле `model-repair-1x.pkl`.

Для обучения модели, устраняющей размытие изображения, необходимо заменить аргумент `--apply-jpeg` на `--apply-blur`.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 51 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

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

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

СОГЛАСОВАНО
Доцент департамента
программной инженерии
факультета компьютерных наук
канд. техн. наук

_____ Р.З. Ахметсафина
«__» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ
Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
канд. техн. наук, проф. ДПИ

_____ В.В. Шилов
«__» _____ 2017 г.

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Текст программы
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ
RU.17701729.502900-01 12 01-1 ЛУ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 12 01-1				

Исполнитель
студент группы БПИ131
_____ /Ложков А.Г. /
«__» _____ 2017 г.

УТВЕРЖДЕНО

RU.17701729.502900-01 12 01-1 ЛУ

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОНКУРИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Текст программы

RU. 17701729.502900-01 12 01-1

Листов 32

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
RU.17701729. 502900-01 34 01-1				

2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Текст программы.....	88
1.1. srgan.py	89
1.2. data.py	93
1.3. networks.py	95
1.4. utils.py	101
1.5. manage.py.....	101
1.6. celery.py	102
1.7. settings.py.....	102
1.8. urls.py	104
1.9. tasks.py	105
1.10. views.py.....	106
1.10. app.component.ts.....	107
1.11. file-drop.ts	107
1.12. srgan-upload.ts	110
1.13. srgan-service.ts	112
1.13. srgan-service.template.html.....	113
Лист регистрации изменений.....	116

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ

Программа состоит из 14 файлов (код на языках Python, TypeScript, HTML). Текст программы на исходном языке находится в архиве EnhanceGAN.zip в директории SourceCode на носителе информации типа CD-диск в связи с большим количеством строк кода.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.1770729.502900-01 12 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата