# **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

# **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)**

# **Институт радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

# 

# 

# 

# **ОТЧЕТ**

# **о проектной работе**

# **по теме: Нейронная сеть для распознавания лица в маске и без**

# **по дисциплине: Проектный практикум**

# **Команда: HORSE STEPPIN**

**Екатеринбург**

**2022**

# **ВВЕДЕНИЕ**

Среди предложенных тем, наша команда решила выбрать "Искусственный интеллект", ввиду актуальности и уникальности данной темы.

Нейронные сети повсеместно внедряются в нашу жизнь. Они помогают упростить и автоматизировать многие процессы. Разработки в этой области начались более полувека назад, но активное внедрение для решения практических задач началось только сейчас.

Во время проектного практикума наша команда поставила задачу познакомиться с миром нейронных сетей и попробовать использовать эту технологию для решения практической задачи. В качестве темы мы выбрали задачу идентификацию наличия медицинской маски на лице человека.

Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью, соблюдения мер социального дистанцирования и ношения масок в условиях пандемии. Автоматизация контроля соблюдения масочного режима позволить упростить процедуру выявления нарушителей.  Предлагаемый в работе алгоритм на базе нейронной сети позволит внедрять в системы наблюдения инструмент, позволяющий автоматически определять наличием маски на лице человека.

Целью данной работы является обучение нейронной сети, позволяющей в режиме реального времени определять наличие маски на лице того или иного человека, что позволит легче контролировать соблюдение ограничительных мер в общественных местах и предприятиях.

Исходя из поставленной цели, в работе определены следующие задачи:

* Изучить язык программирования Python и библиотеки Python для работы с нейронными сетями, компьютерным зрением и обработкой изображений
* Сформировать набор данных для обучения нейронной сети
* Изучить строение нейронных сетей и выбрать нейронную сеть для дальнейшего обучения
* Обучить нейронную сеть распознавать наличие или отсутствие маски на лице
* Создать прототип приложения, позволяющего определять лица на изображении

# **КОМАНДА**

Куратор: Овечкина Елена Владимировна, ктн, доцент, учебно-научный центр ”Информационная безопасность”

Тимлид и дизайнер: Арчаков Николай Вадимович РИ-111003

Программист и тестировщик: Сусанов Владислав Викторович РИ-111003

Тестировщик и аналитик: Насибуллин Роман Марсович РИ-111003

**ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ**

Для определения целевой аудитории мы использовали методику 5W Марка Шеррингтона. Это наиболее распространенный способ определения целевой аудитории и психологических характеристик, которыми обладают потенциальные потребители. Сегментация рынка проводится по 5 вопросам:

## 

## **Что?**

Мы разрабатываем программу, позволяющую проводить контроль посещения и слежение за соблюдением ограничительных мер, а именно ношение средств индивидуальной защиты(лицевых масок).

## **Кто?**

Потенциальными потребителями могут стать практически все общественные заведения, частные дома и рабочие предприятия, где необходим контроль посещения.

**Почему?**

Многие предприятия и общественные заведения должны осуществлять контроль посещения и соблюдение ограничительных мер. Наша разработка позволит автоматизировать процедуру контроля соблюдение правил использования средств индивидуальной защиты.

**Когда?**

Нашей услугой потребитель будет хотеть воспользоваться в периоды различных эпидемий, для предотвращения их распространения.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОЕКТА**

Название проекта: Нейронная сеть для распознавания лица в маске и без

Руководитель проекта: Овечкина Елена Владимировна

Таблица 1 – Календарный план проекта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | Название | Ответственный | Длительность | Дата начала | Временный рамки проекта (недели) | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Анализ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Определение проблемы | Сусанов В.В. | 1 неделя | 22.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.2 | Выявление целевой аудитории | Арчаков Н.В. | 3 недели | 22.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.3 | Конкретизация проблемы | Сусанов В.В. | 3 недели | 22.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.4 | Подходы к решению проблемы | Сусанов В.В. | 3 недели | 22.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.5 | Анализ аналогов | Сусанов В.В. | 3 недели | 22.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.6 | Определение платформы и стека для продукта | Насибуллин Р.М. | 3 недели | 29.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.7 | Формулирование требований к MVP продукта | Сусанов В.В. | 3 недели | 29.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.8 | Определение платформы и стека для MVP | Сусанов В.В. | 3 недели | 29.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.9 | Формулировка цели | Арчаков Н.В. | 3 недели | 29.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.10 | Формулирование требований к продукту | Насибуллин Р.М. | 3 недели | 29.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.11 | Определение задач | Насибуллин Р.М. | 3 недели | 29.03.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.12 | Подготовка отчёта | Арчаков Н.В. | 2 недели | 05.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Проектирование | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Архитектура системы (компоненты, модули системы) | Насибуллин Р.М. | 2 недели | 12.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.2 | Разработка сценариев использования системы | Насибуллин Р.М. | 2 недели | 12.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.3 | Прототипы интерфейсов | Насибуллин Р.М. | 2 недели | 12.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.4 | Дизайн-макеты | Арчаков Н.В. | 2 недели | 12.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.5 | Отчет по архитектуре системы (компоненты, модули системы) | Насибуллин Р.М. | 2 недели | 19.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.6 | Подготовка к разработке | Вся команда | 2 недели | 19.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Разработка | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Написание кода | Вся команда | 4 недели | 19.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.2 | Обучение нейронной сети и доработка кода | Вся команда | 4 недели | 19.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.3 | Тестирование приложения | Сусанов В.В. | 4 недели | 26.04.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Внедрение | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Оформление MVP | Насибуллин Р.М. | 3 недели | 10.05.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.2 | Внедрение MVP | Насибуллин Р.М. | 3 недели | 10.05.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.3 | Написание отчета | Арчаков Н.В. | 4 недели | 10.05.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.4 | Оформление презентации | Арчаков Н.В. | 3 недели | 17.05.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.5 | Подготовка к защите | Вся команда | 2 недели | 24.05.21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Защита проекта | Арчаков Н.В. |  | 07.06 - 15.06 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Определение проблемы**

Мы воспользовались рядом эффективных способов выявления основных проблем покупателя:

1) Изучили наличие различных методов санитарного контроля в различных публичных местах, таких как: больницы, учебные заведения, государственные учреждения и предприятия. И определили, что у данных учреждений нет автоматизированных систем;

2) В период последней пандемии, на законодательном уровне и в СМИ поднимался вопрос о важности соблюдения мер социального дистанцирования и ношения масок; Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 02.07.2021) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022)

3) Проанализировав конкурентов, мы не обнаружили каких-либо систем автоматического обнаружения масок;

Рассмотрев и обобщив данную информацию, мы выявили проблему – мы считаем, что автоматизированные методы контроля масок упростят решения задачи санитарного режима.

**Подходы к решению проблемы**

Проанализировав нашу проблему, мы пришли к тому мнению, что наиболее эффективным способом решения нашей задачи, будет создание приложения с автоматической системой проверки санитарной или какой-либо еще маски на лице человека, на базе нейронной сети.

Далее мы стали изучать различные способы реализации нашей задумки:

1) Мы начали с повышения своей квалификации и приобретения необходимых навыков для решения задач: изучили курсы по Python и курсы по нейронным сетям.

2) Изначально подразумевалось, что команда полностью разработает нейронную сеть самостоятельно, однако, по мере изучения методов и библиотек для создания нужной нам нейронной сети, мы поняли, что просто не уложимся в сроки, ввиду более чем высокой сложности материала и т.д. Поэтому мы решили найти пред обученную нейронную сеть и обучить её под наши задачи.

3)Прототип интерфейса разрабатывается с помощью конструктора Figma;

Таким образом, были рассмотрены подходы к решению проблемы контроля санитарного режима, выявлены общие функции, облегчающие определиться с выбором продукта.

**Требования к продукту и MVP**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код** | **Требование** | **Источник** | **Приоритет** | **Примечание**  **Взаимосвязи с другими требованиями** |
| Концепт нейронной сети | | | | |
| Т1\_1 | Обучение нейронной сети | Команда проекта | Высокий | Связь с Т2\_1  Связь с Т2\_2  Связь с Т1\_2 |
| Т1\_2 | Повышение точности работы нейронной сети | Команда проекта | Низкий | Связь с Т1\_1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Технические требования | | | | |
| Т2\_1 | Разработать алгоритм определения наличия маски на фотографиях | Команда проекта | Высокий |  |
| Т2\_2 | Разработать алгоритм определения наличия маски на видео | Команда проекта | Низкий |  |
| Дизайн программы | | | | |
| Т3\_1 | Создание макета | Команда проекта | Высокий |  |
| Т3\_2 | Создание интерфейса | Команда проекта | Низкий | Связь с Т3\_1 |

**Стек для разработки**

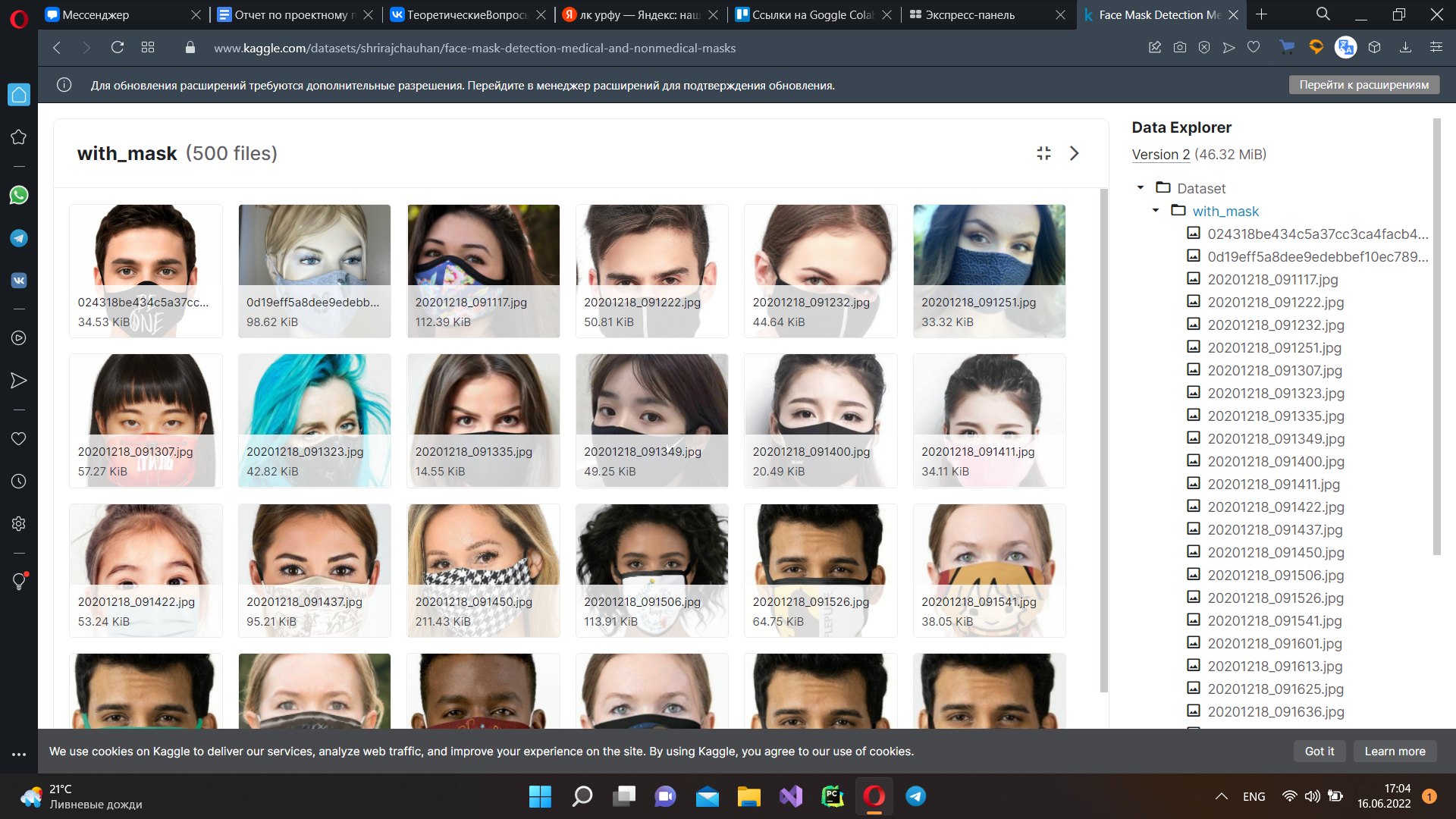
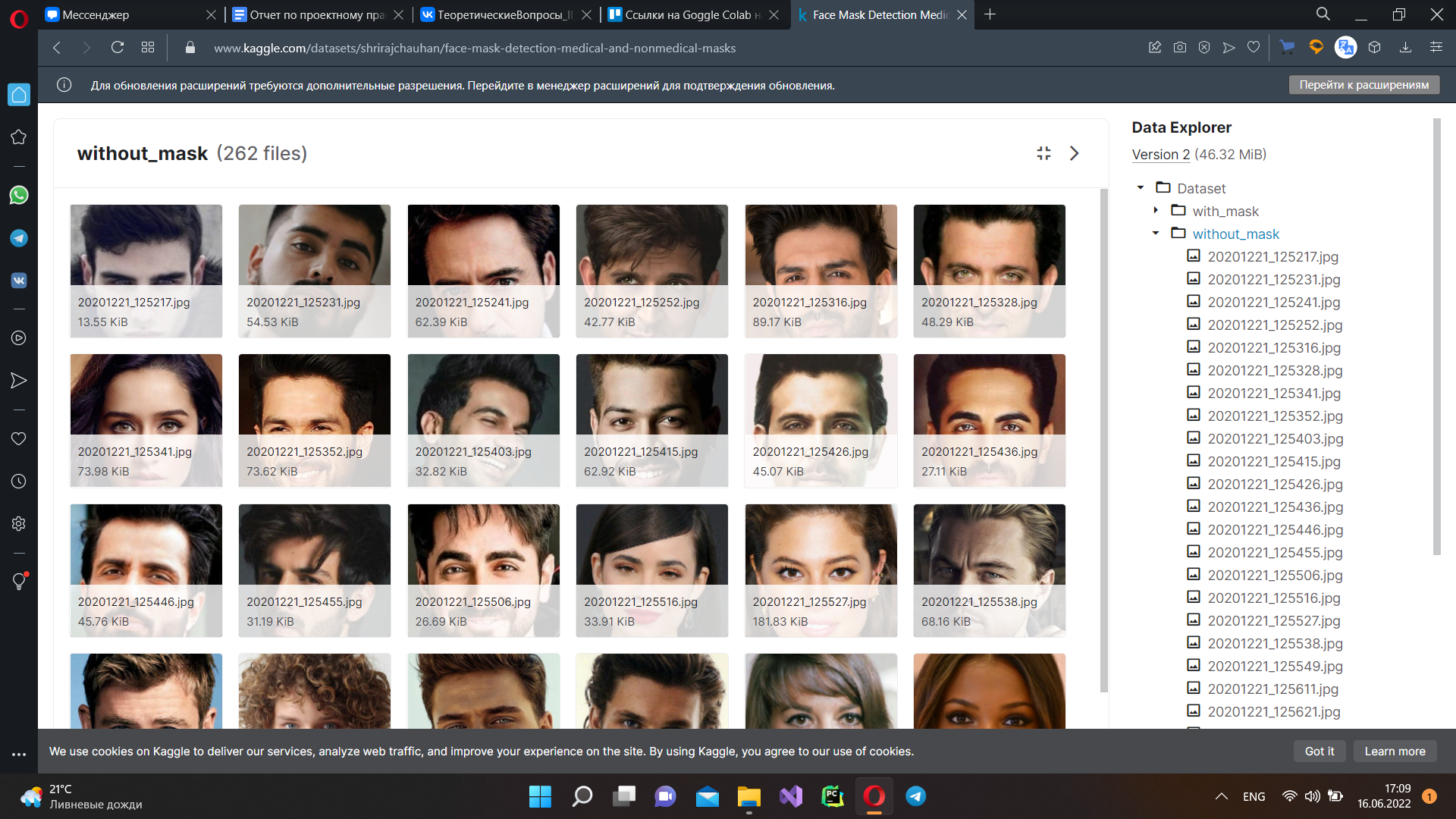
* Платформа для планирования разработки проекта – Trello. Облачная программа для управления проектами небольших групп, разработанная Fog Creek Software.
* Пред обученная свёрточная нейронной сеть – VGG 19.
* Платформа для выгрузки и хранения кода – Google Colab это бесплатный облачный сервис на основе Jupyter Notebook. Google Colab предоставляет всё необходимое для машинного обучения прямо в браузере, дает бесплатный доступ к невероятно быстрым GPU и TPU.
* Платформа для создания макета и дизайна программы - Figma. Онлайн-сервис для разработки интерфейсов и прототипирования с возможностью организации совместной работы в режиме реального времени.

**Ссылки на продукты конкурентов:**

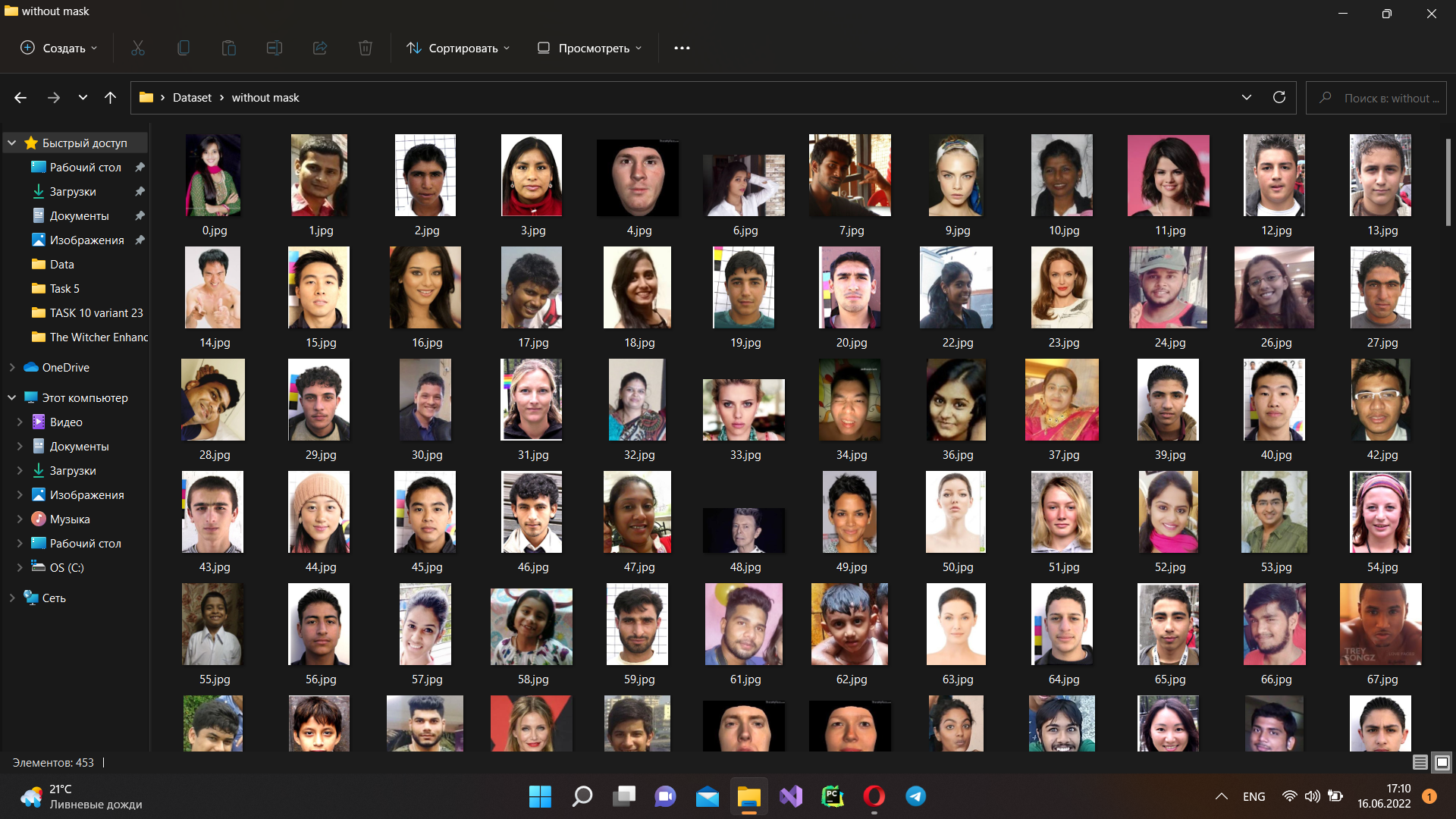
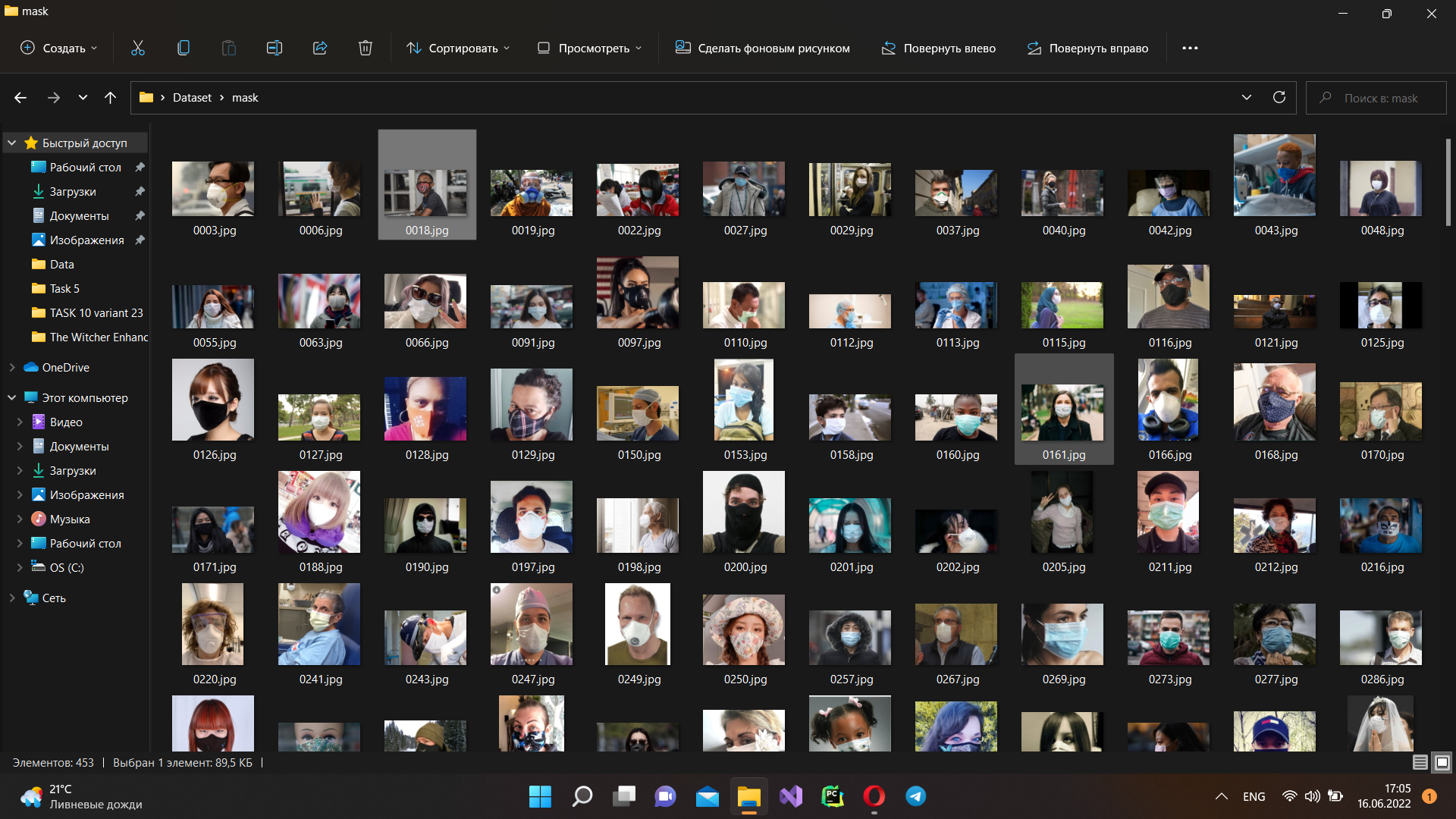
1. Детектор масок Xeoma — это возможность системы видеонаблюдения Xeoma в автоматическом режиме находить в кадре камеры людей и определять, есть ли у них на лице медицинская маска или нет. <https://felenasoft.com/xeoma/ru/articles/mask-detector/>

**Прототипирование**

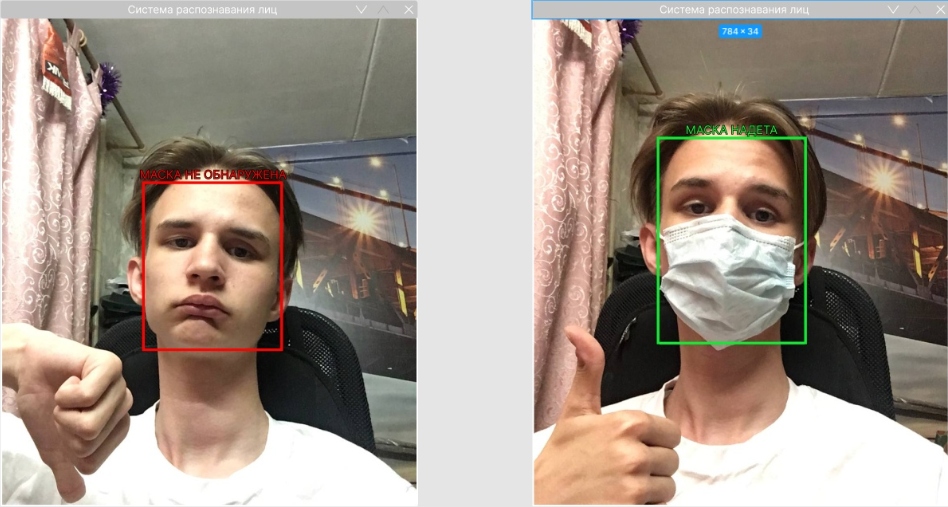
1. **Создание набора данных.**
   1. готовый набор изображений

****

* 1. чем дополнили

****

1. **Обучение нейронной сети.**
   1. Перед обучением мы убрали верхний слой
   2. В ходе обучений нейронной сети, у нас возникла проблема с переобучением, но мы решили данную задачу с помощью метода ранней остановки. (В методе ранней остановки обучение прекращается в момент, когда сложность сети достигает оптимального значения. Этот момент оценивается по поведению во времени ошибки валидации.)
   3. **Результат обучения**
2. **Прототип интерфейса**

****

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ**

Алгоритм работы нейронной сети:

1) С помощью детектора найти лица на изображении или кадре видео;

2) Выделить лица на изображении с помощью специальной рамки;

3) Пропустить изображения через нейронную сеть;

4) Результат обработки передать функции выделения лиц;

5) Если человек в маске около его лица рисуется зелёная рамка, если без маски – красная рамка.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Рассмотренные вопросы в рамках данной проектной работы, являются основными при создании нейронной сети для распознавания лиц.

Приведены определенные правила и принципы, которые позволят в дальнейшем правильно сопровождать, поддерживать, и грамотно разрабатывать новый функционал для данной нейронной сети.

Основные технические решения, которые были предложены в данной проектной работе, включают в себя следующие аспекты:

* Платформа для планирования разработки проекта – Trello. Облачная программа для управления проектами небольших групп, разработанная Fog Creek Software.
* Прототип для разработки нейронной сети – VGG 19 – сверточная нейронная сеть, построенная и обученная К. Симоняном и А. Зиссерманом в Оксфордском университете в 2014 году.
* Платформа для обучения нейронной сети– Google Colab это бесплатный облачный сервис на основе Jupyter Notebook. Google Colab предоставляет всё необходимое для машинного обучения прямо в браузере, даёт бесплатный доступ к невероятно быстрым GPU и TPU.
* Платформа для выгрузки и хранения кода, а также датасета - Google Disk
* Платформа для создания макета и дизайна программы - Figma. Онлайн-сервис для разработки интерфейсов и прототипирования с возможностью организации совместной работы в режиме реального времени.

Кроме вышеупомянутых технических решений, позволяющих разработать и доработать функционал нейронной сети по распознаванию лиц, в проектной работе затрагиваются обязательные вопросы результативного обучения нейронной сети, качественного распознавания лица на изображении и повышения точности работы программы.

В итоге представлен автоматизированный продукт, позволяющий потребителю:

* Улучшить контроль посещения общественных мест.
* Проследить за соблюдением санитарных мер в режиме реального времени.
* Упростить работу должностных лиц, следящих за контролем и соблюдением санитарных мер в различных учреждениях и заведениях.

К недостаткам можно отнести разработку нейронной сети не с нуля, распознавание лиц только на изображении и неспособность программы занести нарушителей порядка в какой-либо список, для применения последующих санкций. Все эти минусы вызваны недостатком времени, поэтому вышеперечисленные недостатки можно доработать, используя предложенный подход и быстро адаптировать для различных условий.

Разработка нейронной сети, позволяющей в режиме реального времени определять наличие маски на лице того или иного человека. Исходя из поставленной цели, в работе были определены следующие задачи:

* Изучить язык программирования Python и библиотеки Python для работы с нейронными сетями, компьютерным зрением и обработкой изображений
* Сформировать набор данных для обучения нейронной сети
* Изучить строение нейронных сетей и выбрать нейронную сеть для дальнейшего обучения
* Обучить нейронную сеть распознавать наличие или отсутствие маски на лице
* Создать прототип приложения, позволяющего определять лица на изображении

Так как это первый серьезный проект по теме “машинное обучение” для каждого из участников нашей команды, мы отнеслись к нему со всей серьезностью, приложив все усилия для достижения поставленной цели. Однако, ввиду недостатка времени и знаний в столь обширной теме, как нейронные сети, не все идеи были реализованы. Несмотря на это, все цели и задачи, поставленные вначале написания данной проектной работы, были полностью выполнены и освещены.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**1) Ссылки на статьи:**

Нейросети в большом городе. Разбираемся, как они помогают идентифицировать людей, и запускаем собственную нейросеть:

* [**https://habr.com/ru/company/skillfactory/blog/536410/**](https://habr.com/ru/company/skillfactory/blog/536410/)

Глубокое обучение и нейронные сети с Python и Pytorch, введение:

* [**https://pythonist.ru/glubokoe-obuchenie-i-nejronnye-seti-s-python-i-pytorch-vvedenie-chast-i/**](https://pythonist.ru/glubokoe-obuchenie-i-nejronnye-seti-s-python-i-pytorch-vvedenie-chast-i/)

**2) Ссылки на курсы:**

Обработка изображений, автор - Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ):

* [**https://stepik.org/course/1280/info**](https://stepik.org/course/1280/info)

Нейронные сети и компьютерное зрение, автор - Samsung Research Russia Open Education:

* [**https://stepik.org/course/50352/info**](https://stepik.org/course/50352/info)

Программирование на Python, автор - Bioinformatics Institute:

* [**https://stepik.org/course/67/info**](https://stepik.org/course/67/info)

Библиотека OpenCV(библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом):

* **https://opencv.org**

Библиотека dlib:

* [**http://dlib.net**](http://dlib.net)
* **http://dlib.net/python/index.html#classes**