

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ КОЖИ ЛИЦА И ГЛАЗ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

*Михалко А.Н., Филон Д.А., студенты*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Анисимов В.Я. – канд. физ.-мат. наук, доцент*

**Аннотация.** В работе представлена разработка программы для автоматизированной диагностики состояния кожи лица и глаз на основе методов компьютерного зрения и глубокого обучения. Система реализует детекцию лица и глаз, классификацию дерматологических и офтальмологических состояний с использованием классификатора на базе сверточной нейронной сети MobileNetV2, а также формирование текстового медицинского заключения с применением локальной LLM Llama3.

Актуальность работы обусловлена ростом интереса к телемедицинским технологиям и необходимости создания инструментов предварительной автоматической диагностики. Кожные заболевания и воспалительные процессы глаз являются одними из наиболее распространённых патологий, требующих своевременного выявления.

Целью исследования является разработка интеллектуальной системы, способной автоматически анализировать фотографию лица пользователя, выявлять потенциальные признаки заболеваний кожи и глаз и формировать понятное текстовое заключение для пациента.

Архитектура системы включает несколько функциональных модулей: модуль детекции лица и глаз, модуль предварительной обработки изображений, модуль классификации состояния кожи, модуль классификации состояния глаз, модуль генерации результата на основании классификатора с помощью локальной LLM Llama3.

Первичным этапом обработки изображения является автоматическая локализация лица и глаз пользователя. Для этого применяется алгоритм компьютерного зрения на основе каскадов Хаара, обеспечивающий быстрое обнаружение объектов на изображении. Модуль выделяет область лица, после чего внутри неё выполняется поиск глаз. В результате формируются координаты ограничивающих прямоугольников и вырезаются соответствующие фрагменты изображения как показано на рисунке 1. Данный этап позволяет исключить фоновые элементы и сосредоточить дальнейший анализ исключительно на релевантных анатомических областях, повышая устойчивость и точность классификации.

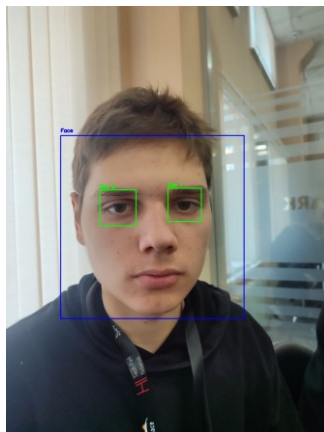


Рисунок 1 – Результат работы алгоритма компьютерного зрения на основе каскадов Хаара

После локализации лица и глаз выполняется этап преобработки данных, направленный на приведение изображений к формату, удобному для анализа, посредством отделения глаз от лица, то есть глаза вырезаются из общей области лица, чтобы анализировать их отдельно.

Далее изображение передается сверточной нейронной сети на базе MobileNetV2, выделения карты признаков и подготовки данных посредством разворачивания карты признаков в вектор и передачи классификатору. Использование на этом этапе сверточной модели помогает уменьшить входной вектор для классификатора и не повредить пространственное отношение на изображении, что поможет при последующей классификации. Архитектура модели изображена на рисунке 2.

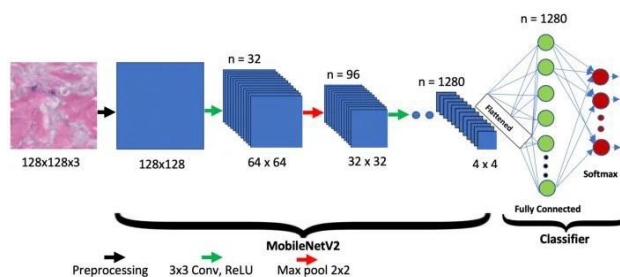


Рисунок 2 – Архитектура модели MobileNetV2

В качестве классификатора выступает **многослойный перцептрон**, состоящий из входного слоя скрытого и выходного. Изначальный вектор проходит через **полносвязный скрытый слой с 128 нейронами и функцией активации ReLU**. В регуляризации применяется **Dropout с вероятностью 0.3**, предотвращающий переобучение. На выходе находится **слой с softmax**, формирующий вероятности для каждого класса: для кожи лица это шесть классов — «Acne», «Actinic Keratosis», «Basal Cell Carcinoma», «Eczema», «Normal» и «Rosacea», для глаз — три класса — «Normal», «Infected», «Puffed». Каждое значение в выходном векторе отражает **признак классификации**, то есть вероятность того, что изображение соответствует конкретному состоянию кожи или глаз.

Затем данные классификатора передаются с помощью HTTP-запроса локальной LLM Llama3 развернутой в Docker контейнере, которая уже на основании работы классификатора формирует структурированное заключение, включая краткую интерпретацию выявленного состояния и рекомендации по дальнейшим действиям.

Программная реализация выполнена на языке Python с использованием фреймворка Flask. Разработанное REST API обеспечивает приём изображений, обработку данных, выполнение предсказаний и возврат структурированного JSON-ответа, содержащего результаты анализа, а также разработано веб приложение для получения результата в более удобной форме как показано на рисунке 2.

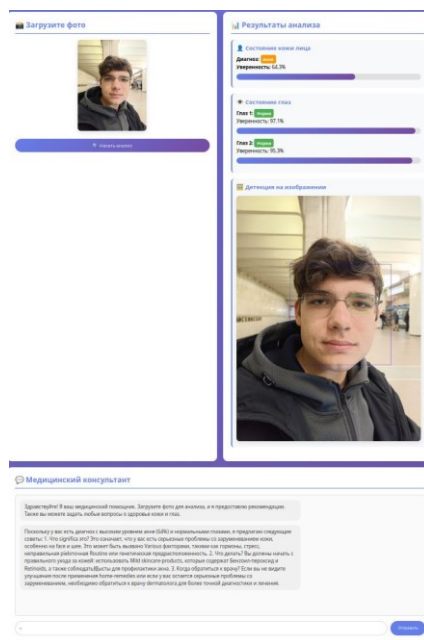


Рисунок 2 – Демонстрация веб приложения

Разработанное решение может быть использовано в системах дистанционного мониторинга здоровья, мобильных медицинских приложениях и платформах телемедицины в качестве инструмента предварительной оценки состояния пациента.

**Список использованных источников:**

1. MobileNetV2: Hugging Face Transformers Documentation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://huggingface.co/docs/transformers/model\\_doc/mobilenet\\_v2/](https://huggingface.co/docs/transformers/model_doc/mobilenet_v2/) – Дата доступа: 22.02.2026.
2. Ollama Documentation: Ollama. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.ollama.com/> – Дата доступа: 22.02.2026.
3. Perceptron: Wikipedia. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Perceptron> – Дата доступа: 22.02.2026.