

УДК 004.032.26

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ УША НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ YOLO

Н. В. ВЫГОВСКАЯ, Ю. А. ФЕДОРОВА, В. В. СИМОЧКОВА

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Современная оториноларингология требует внедрения доступных и эффективных инструментов диагностики, способных снизить нагрузку на специалистов. Использование методов искусственного интеллекта (ИИ) и компьютерного зрения позволяет автоматизировать процесс анализа отоскопических изображений (ОИ), ускоряя постановку диагноза заболеваний, таких как средний отит и других заболеваний уха, которые могут привести к серьёзным осложнениям при позднем обнаружении [1].

Целью данной работы является разработка и внедрение в прототип веб-приложения модели компьютерного зрения для автоматической диагностики ОИ с целью поддержки принятия решений врача-отоларинголога. Для её достижения были решены задачи анализа предметной области и выбора современных технологий, поиска и предобработки публичного датасета, обучения и оценки модели компьютерного зрения, разработки серверной и клиентской части приложения и его интеграции в единую систему.

В качестве источника данных использован сбалансированный публичный датасет *Otoscopic Data*, содержащий 3000 изображений, равномерно распределённых по пяти диагностическим категориям: острый средний отит, хронический средний отит, серная пробка, мiringосклероз и нормальное состояние [2]. Архитектура приложения построена по классической клиент-серверной модели, где серверная часть реализована на языке C# с использованием фреймворка ASP.NET Core [3], для хранения данных применяется Microsoft SQL Server. Клиентская часть разработана с использованием фреймворка Bootstrap 5.3 и библиотеки Chart.js для визуализации результатов.

Ядро системы представляет собой модель ИИ YOLOv8 в режиме классификации, которая обучена на наборе данных ОИ [2] с использованием фреймворка Ultralytics и экспортирована в формат ONNX для интеграции в среду .NET через ONNX Runtime. После обучения на десяти эпохах модель YOLOv8 достигла точности классификации 99,3 % на валидационной выборке, что соответствует клиническим потребностям практического применения.

Выбор архитектуры YOLO [4] обусловлен ее значительными преимуществами для применения в медицинских приложениях. Обработка в реальном времени позволяет проводить классификацию на веб-платформе без существенных задержек, что критично для клинического использования. Высокая точность модели YOLO подтверждается конкурентоспособными показателями mAP (mean Average Precision) среди современных моделей детектирования. Оптимизированная архитектура с единовременным проходом через сеть (single-stage detector) значительно снижает вычислительные

требования по сравнению с двухэтапными детекторами. Универсальность модели успешно реализуется в различных областях медицинской диагностики, включая анализ рентгеновских снимков, ультразвуковых исследований и дерматологические приложения. Масштабируемость системы обеспечивается наличием облегченных версий YOLO (YOLOv8n, YOLOv8s), позволяющих развертывание на мобильных устройствах и веб-сервисах с ограниченными вычислительными ресурсами.

Веб-приложение построено по многослойной архитектуре с выделением уровня представления (Razor Pages), уровня бизнес-логики (сервисы), уровня доступа к данным (Entity Framework Core) и инфраструктурного уровня [5]. Ключевыми доменными сущностями являются Пользователь (врач), Пациент и Диагноз. Бизнес-логика инкапсулирована в сервисах, которые обеспечивают валидацию данных, проверку прав доступа, координацию процессов анализа и гарантируют целостность информации. Критически важные компоненты, такие как работа с моделью ИИ и файловое хранилище, абстрагированы через интерфейсы для обеспечения гибкости и тестируемости системы.

Пользовательский интерфейс включает набор интуитивно понятных страниц: модули для входа и регистрации, главную информационную страницу, страницу анализа с загрузкой ОИ и выводом результатов классификации, кабинет врача для управления пациентами и просмотра статистики, а также административную панель для управления пользователями и моделью. Интерфейс реализован как отзывчивый и адаптивный, обеспечивающий удобство работы врача при проведении диагностики.

В ходе выполнения работы была достигнута основная цель: разработан рабочий прототип веб-приложения для поддержки диагностики ЛОР-заболеваний на основе анализа ОИ. Практическая значимость работы заключается в создании инструмента, способного снизить диагностическую нагрузку на врачей и минимизировать субъективный фактор при выявлении патологий. Работа подтверждает актуальность и перспективность применения технологий ИИ в современной медицинской диагностике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Anitha, V.** AI Powered Otoscopic Image Classification for Ear Disease Detection / V. Anitha, K. Kiruthika, B. Mahalakshmi // International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. – 2025. – 5 (3). – URL: <https://www.ijarset.co.in/Paper26326.pdf>.
2. Набор данных отоскопических изображений. Kaggle. – URL: <https://www.kaggle.com/datasets/ucimachinelearning/otoscopic-image-dataset>.
3. Microsoft. ASP.NET Core documentation. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core>.
4. Ultralytics. YOLO documentation. – URL: <https://docs.ultralytics.com>.
5. Microsoft. Entity Framework Core documentation. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/ef/core>.