

СИСТЕМА ИНТЕРПРЕТИРУЕМОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ «АССИСТЕНТ ВРАЧА» ПРИ ЦИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ОБЛАСТИ ЭНДОКРИНОЛОГИИ

Афонин И.С. (НИЯУ МИФИ), Миронов А.М. (НИЯУ МИФИ)

**Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Зайцев К.С.
(НИЯУ МИФИ)**

Введение. Цитологическая диагностика в эндокринологии сталкивается с проблемами высокой нагрузки на специалистов и вариабельности заключений, особенно в сложных и не полностью определённых случаях. Это приводит к врачебным диагностическим ошибкам, что не позволяет правильно и своевременно выявить и классифицировать онкологическую патологию и усложняет дальнейшее лечение. В настоящее время происходит активное развитие интеллектуальных решений для анализа цитологических препаратов, в частности щитовидной железы, где алгоритмы показывают точность до 85-90%, сокращают время анализа и эволюционируют в сторону интерпретируемых моделей [1]. Однако эти разработки в основном остаются на стадии исследований и частичных внедрений. В России, несмотря на государственную поддержку цифровой медицины, прогресс в этой узкой области сдерживается фрагментарностью исследований и дефицитом качественных аннотированных данных, и пока еще существенно отстаёт от других развитых стран [2]. Представленная в докладе система, позволяет использовать различные модели ИИ решений или их ансамбли и является инструментом для ассистирования деятельности врачей-цитологов.

Основная часть. В результате работы над проектом было реализовано полноценное веб-приложение с интерфейсом, предоставляющим специалисту возможность добавлять в систему информацию о пациентах, проводимых исследованиях, а также формировать «второе компьютерное мнение» при диагностике заболеваний с помощью моделей ИИ. Такой подход резко сокращает время проведения анализа оцифрованных цитологических стекол и повышает точность диагностики. Предлагаемое решение имеет гибридную архитектуру, сочетающую монолитное ядро и модули микросервисов для выполнения вспомогательных операций. Ядро сервера выполнено на платформе Django и выступает в роли оркестратора, т.е. принимает запросы и через механизм распределения асинхронных задач (Dramatiq) помещает задание в очередь брокера сообщений RabbitMQ.

Выделенный ML-сервер, также функционирующий на базе Django, выступает в роли исполнителя трудоемких вычислительных задач. Обработка широкопольных цитологических изображений (WSI) реализована в виде многостадийного конвейера. На первом этапе производится сегментация значимых участков скоплений клеток с использованием цветовой фильтрации в пространстве HSV и цитологических операций, что позволяет исключить пустые области предметного стекла и оптимизировать нагрузку. Основной аналитический блок построен на параллельном применении ансамбля нейросетевых моделей: архитектуры типа U-Net++ (с энкодером MobileNetV2) решают задачи семантической сегментации для поиска специфических клеточных структур (например, клеток с псевдовключениями или С-клеток), а детектор семейства YOLO используется для локализации клеточных скоплений. Реализованный механизм потокового чтения данных (tiling) через библиотеку OpenSlide в сочетании с многопоточностью на уровне графического процессора (CUDA) обеспечивает высокую скорость анализа изображений сверхвысокого разрешения. Результаты работы

нейросетей проходят этап постобработки, в ходе которого контуры объектов преобразуются в формат GeoJSON, совместимый с профессиональным ПО (например, QuPath), и сохраняются в реляционной базе данных для последующей визуализации и корректировки специалистом в веб-интерфейсе.

Выводы. Разработанная система может быть использована в качестве системы поддержки принятия врачебных решений в профильных медицинских центрах. Для внедрения в клиническую практику планируются пилотные испытания в НМИЦ Эндокринологии и сбор обратной связи от конечных пользователей для доработки интерфейса и формирования дорожной карты развития системы.

Список использованных источников.

1. Wu, Lx., Jiang, Y., Luo, Ty. *et al.* Interpretable AI-assisted diagnosis of papillary thyroid cancer cytopathology using graph neural networks and knowledge graphs. *Sci Rep* 15, 32165 (2025). URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-18235-z>

2. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А., Лившиц С.А., Перевалова Е.Г. Искусственный интеллект в здравоохранении и медицине: история ключевых событий, его значимость для врачей, уровень развития в раз-ных странах. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология.* 2024; 17 (2): 243–250. URL: <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.254>