

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Flanagan, O. L. Standardized Patients in Medical Education: A Review of the Literature / O. L. Flanagan, K. M. Cummings // Cureus. – 2023. – Vol. 15, № 7. – Art. e42027. – DOI: 10.7759/cureus.42027.
2. Интеллектуальная система подготовки иностранных студентов к последипломным экзаменам по хирургии / А. А. Литвин, В. В. Берещенко, С. А. Анашкина [и др.] // Проблемы здоровья и экологии. – 2025. – Т. 22, № 2. – С. 140–146. – DOI: 10.51523/2708-6011.2025-22-2-17.
3. Chu, S. N. Synthetic patients: Simulating difficult conversations with multimodal generative ai for medical education / S. N. Chu, A. J. Goodell // arXiv preprint arXiv:2405.19941. – 2024..

УДК 617-7 + 004.89 + 004.584

Е. А. Литвина¹, М. М. Семашко², А. О. Власенко², А. А. Литвин²

*¹Учреждение «Гомельская областная клиническая
специализированная больница»,
г. Гомель, Республика Беларусь*

*²Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь*

ИИ-АССИСТЕНТ ВРАЧА-ОФТАЛЬМОЛОГА

Введение

Современная офтальмология сталкивается с растущим объемом данных и потребностью в повышении точности диагностики и эффективности лечения. Диабетическая ретинопатия и глаукома являются одними из ведущих причин предотвратимой слепоты среди взрослого населения трудоспособного возраста. Ключевым фактором сохранения зрения является своевременная диагностика и раннее начало лечения, что требует проведения массового скрининга населения из групп риска [1].

Однако ручной анализ диагностических изображений, таких как снимки оптической когерентной томографии (ОКТ) и фундус-камеры, является трудоемким процессом, подверженным влиянию человеческого фактора, что может приводить к задержкам в постановке диагноза и врачебным ошибкам. Врачи-офтальмологи также испытывают потребность в оперативном доступе к структурированной, актуальной информации по заболеваниям, методам лечения и лекарственным препаратам [2].

Искусственный интеллект (ИИ) предоставляет новые возможности для решения этих задач. Применение больших языковых моделей (БЯМ) и алгоритмов глубокого обучения позволяет автоматизировать процессы диагностики заболеваний, улучшить качество лечения различных офтальмологических заболеваний [3].

Цель

Разработка и начальный анализ результатов внедрения ИИ-ассистента врача-офтальмолога, предназначенного для ИИ-помощи в диагностике и лечении различных офтальмологических заболеваний.

Материалы и методы исследования

Для разработки ИИ-ассистента врача-офтальмолога были использованы и интегрированы три основные технологии.

Первая технология – Офтальмобот [<https://t.me/Ophthalmo2Bot>] – это чат-бот, разработанный на платформе мессенджера Телеграм (@Ophtalmo2Bot). Основной задачей этого чат-бота явилось предоставление врачу-офтальмологу структурированной информации об заболеваниях глаз на основе «загруженных» в «мозг» чат-бота Клинических протоколов диагностики и лечения офтальмологических заболеваний РБ, Республиканского формуляра лекарственных средств и другой официальной справочной и учебной информации по глазным болезням. Разработанный чат-бот служит инструментом для быстрого справочного информирования врачей-офтальмологов о различных заболеваниях глаз с помощью развернутого на мобильном телефоне мессенджера Телеграм. Разработка Офтальмобиота осуществлялась с использованием платформы Coze.com. В его основе лежат большие языковые модели, такие как GPT-3, 4, способные обрабатывать и генерировать текст. Бот спроектирован для взаимодействия с врачом-пользователем, предлагая стандартные запросы и давая ответы на основе предоставленной информации. Используемые в чат-боте БЯМ позволяют боту «понимать» и «отвечать» на вопросы врачей-офтальмологов, предоставляя им персонализированные рекомендации и собирая данные для дальнейшего анализа.

Вторая технология – это система ИИ-анализа оптической когерентной томографии (ОКТ) для диагностики диабетической ретинопатии [https://github.com/adrenolitik/Deep_Learning_for_Ophthalmologist]. Эта система использует ИИ-алгоритм на основе технологии Grad-CAM heatmap для автоматизированной диагностики диабетической ретинопатии (ДР) по изображениям ОКТ. Алгоритм способен выявлять специфические изменения в сетчатке, характерные для ДР, что позволяет быстро и точно диагностировать заболевание. Для обучения и тестирования системы применялись методы глубокого машинного обучения на основе размеченных данных из датасетов на платформе HuggingFace. Система анализирует ОКТ-снимки, выделяя ключевые области, такие как кисты, интравитреальные микрососудистые аномалии и другие маркеры ДР.

Третья технология – это система ИИ-анализа глазного дна для диагностики глаукомы [https://github.com/adrenolitik/ai_medica_glaucoma-detection],

также реализованная на платформе HuggingFace. Эта система предназначена для автоматической диагностики глаукомы на основе изображений глазного дна. ИИ-алгоритм анализирует структурные изменения в диске зрительного нерва и слое нервных волокон сетчатки, которые являются ключевыми индикаторами глаукомы. Для обучения этой системы также использовались методы глубокого обучения, датасеты с платформы HuggingFace.

Все три компонента ИИ-ассистента находятся на стадии пилотной реализации и готовы к внедрению. Их интеграция направлена на создание комплексного решения, автоматизирующего различные аспекты офтальмологической помощи.

Результаты исследования и их обсуждение

Внедрение ИИ-ассистента врача-офтальмолога, включающего Офтальмобот и две специализированные ИИ-системы, продемонстрировало результаты, которые позволяют использовать его в качестве ИИ-помощника в оказании офтальмологической помощи. Основная цель – ИИ-ассистенция в диагностике и лечении заболеваний глаз, а также сокращение времени на постановку диагноза – достигается за счет повышения точности анализа данных и автоматизации рутинных задач.

В ходе исследования все модули системы были проверены вручную и показали высокую эффективность в поддержке диагностических решений. За период тестирования чат-ботом было обработано свыше 100 текстовых запросов. Система показала достаточно высокую точность и клиническую релевантность ответов, особенно в вопросах фармакотерапии и предоставления информации в соответствии с актуальными клиническими рекомендациями. Чат-бот эффективно анализирует симптомокомплексы и формирует перечень дифференциальных диагнозов, сопровождая каждый вывод обязательной рекомендацией о необходимости очной консультации с врачом. Офтальмобот также может персонализировать рекомендации и собирать данные для дальнейшего анализа, что улучшает последующую маршрутизацию пациентов.

ИИ-система анализа ОКТ для диагностики диабетической ретинопатии также продемонстрировала достаточно высокую эффективность. Точность определения наличия или отсутствия ДР достигает 98 % на контрольных данных и 85 % на неразмеченных данных. Такие показатели чувствительности и специфичности делают систему возможным помощником для врачей-офтальмологов, ускоряя процесс диагностики и снижая вероятность человеческой ошибки.

ИИ-система анализа глазного дна для диагностики глаукомы также может помогать в раннем выявлении одной из ведущих причин необра-

тимой слепоты. Предложенная система для выявления структурных признаков глаукомы продемонстрировала на выборке из 100 исследований следующие результаты: чувствительность 95,8 %, специфичность 96,6 %, точность 96,2 %. Анализируя изображения глазного дна, система помогает врачам в ранней диагностике и мониторинге состояния пациентов.

Обсуждая перспективы, следует отметить, что предложенный ИИ-ассистент может способствовать персонализированному подходу в офтальмологии, предоставляя возможность адаптации клинических рекомендаций под индивидуальные потребности каждого пациента. ИИ может быть ассистентом в анализе цифровых изображений, в частности, оптической когерентной томографии, глазного дна и др. Однако необходимы постоянная валидация разрабатываемых ИИ-моделей и тщательный контроль со стороны врачей-офтальмологов, чтобы исключить неточные рекомендации. Этические аспекты и прозрачность алгоритмов ИИ также требуют внимания для обеспечения доверия пациентов и медицинского сообщества.

Выводы

Разработанный ИИ-ассистент врача-офтальмолога, объединяющий Офтальмобот в Телеграм-мессенджере, ИИ-систему анализа ОКТ для диагностики диабетической ретинопатии и ИИ-систему анализа глазного дна для диагностики глаукомы, может использоваться в качестве «второго мнения» в диагностике и лечении ряда офтальмологических заболеваний. Он продемонстрировал хороший потенциал как ИИ-помощник врача-офтальмолога. Дальнейшее развитие и интеграция подобных ИИ-систем в работу врача-офтальмолога позволит улучшить диагностику и лечение различных заболеваний глаз.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Time spent on eye disease screening, optical care, and care navigation within a federally qualified health center / M. K. Weber, M. A. Lu, M. C. Woodward, [et al.] // *AJO Int.* – 2025. – Vol. 2, № 1. – DOI: 10.1016/j.ajoint.2024.100097.
2. Artificial intelligence in ophthalmology / S. I. Popescu Patoni, A. A. M. Muşat, C. Patoni [et al.] // *Rom. J. Ophthalmol.* – 2023. – Vol. 67, № 3. – P. 207–213. – DOI: 10.22336/rjo.2023.37.
3. Artificial intelligence in ophthalmology: The path to the real-world clinic / Z. Li, L. Wang, X. Wu [et al.] // *Cell. Rep. Med.* – 2023. – Vol. 4, № 7. – Art. 101095. – DOI: 10.1016/j.xcrm.2023.101095.