

Использование искусственного интеллекта в офтальмологической практике



А.М. Чебенова



Д.И. Ялакова



Н.В. Корсакова

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
Московский просп., 15, Чебоксары, 428015, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2026;23(1):199–206

В статье рассматриваются современное состояние и перспективы использования искусственного интеллекта (ИИ) в офтальмологической практике. Описаны основные направления применения ИИ, включая автоматизированную диагностику заболеваний глаз, персонализированное лечение, прогнозирование течения болезней и поддержку хирургических вмешательств. Приведен анализ существующих подходов и технологий, таких как глубокое обучение и компьютерное зрение, которые применяются для анализа медицинских изображений и данных. Особое внимание уделено вопросам стандартизации данных, безопасности и этическим аспектам внедрения ИИ в клиническую практику. Подчеркивается важность сотрудничества между специалистами разных областей для эффективного внедрения инновационных технологий и улучшения качества медицинской помощи.

Ключевые слова: искусственный интеллект, офтальмология, автоматизированная диагностика, прогнозирование заболеваний, глубокое обучение, медицинская визуализация

Для цитирования: Чебенова А.М., Ялакова Д.И., Корсакова Н.В. Использование искусственного интеллекта в офтальмологической практике. *Офтальмология*. 2026;23(1):199–206. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-1-199-206>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

The use of Artificial Intelligence in Ophthalmological Practice

A.M. Chebenova, D.I. Yalakova, N.V. Korsakova

I.N. Ulianov Chuvash State University
Moskovsky ave., 15, Cheboksary, 428015, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(1):199–206

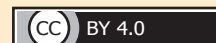
The article discusses the current state and prospects for the use of artificial intelligence (AI) in ophthalmological practice. The main areas of AI application are described, including automated diagnostics of eye diseases, personalized treatment, prognosis of the course of diseases and support of surgical interventions. An analysis of the existing approaches and technologies, such as deep learning and computer vision, which are used to analyze medical images and data, is provided. Particular attention is paid to data standardization, safety and ethical aspects of introducing AI into clinical practice. The importance of cooperation between specialists in different fields for the effective implementation of innovative technologies and improving the quality of medical care is emphasized.

Keywords: artificial intelligence, ophthalmology, automated diagnosis, disease prediction, deep learning, medical imaging

For citation: Chebenova A.M., Yalakova D.I., Korsakova N.V. The use of Artificial Intelligence in Ophthalmological Practice. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(1):199–206. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-1-199-206>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

**A.M. Chebenova, D.I. Yalakova, N.V. Korsakova**Contact information: Chebenova Aigul M. chebenovaigul@gmail.com**The use of Artificial Intelligence in Ophthalmological Practice**

Офтальмология — область медицины, занимающаяся изучением, диагностикой и лечением заболеваний органа зрения. Одной из ее уникальных характеристик является высокий уровень зависимости от визуального восприятия и интерпретации клинических данных [1]. Врачи-офтальмологи ежедневно проводят обследование глазного дна, оценивают состояние сетчатки, зрительно-го нерва и других структур глаза, опираясь на профессиональное мастерство и многолетний опыт. Этот процесс требует не только глубоких знаний, но и развитого клинического мышления, поскольку малейшее отклонение от нормы может свидетельствовать о серьезной патологии [2]. Однако в последние десять лет наблюдается заметный сдвиг парадигмы в подходе к диагностике и лечению глазных заболеваний. Это обусловлено появлением и активным развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ), которые постепенно интегрируются в ежедневную практику офтальмологов. Искусственный интеллект привносит принципиально новый уровень автоматизации, аналитики и точности в медицинские процессы [3]. Благодаря способности ИИ анализировать огромные объемы данных, выявлять закономерности и помогать в принятии решений, он оказывается незаменимым инструментом в таких областях, как автоматизированная диагностика, персонализированный подход к терапии и поддержка хирургических вмешательств.

Внедрение ИИ в офтальмологическую практику происходит не одномоментно, а поэтапно. Сначала технологии искусственного интеллекта использовались преимущественно для автоматического анализа медицинских изображений, таких как снимки глазного дна, полученные с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ) или фундускопии [4]. В настоящее время ИИ охватывает гораздо более широкую сферу, включающую прогнозирование течения заболеваний, помощь в планировании хирургических вмешательств и мониторинг состояния пациентов в динамике [5].

Основная цель данной статьи — рассмотреть, какие именно направления применения ИИ уже стали реальностью в офтальмологии, и привести конкретные примеры успешных проектов, демонстрирующих эффективность этих технологий. Мы также постараемся заглянуть в будущее и обсудить потенциальные перспективы развития ИИ в контексте борьбы с основными заболеваниями глаз, такими как диабетическая ретинопатия, глаукома и возрастная макулярная дегенерация (ВМД).

В настоящее время предложены три способа применения искусственного интеллекта в офтальмологии.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДИАГНОСТИКА

Автоматизация процесса диагностики является одним из ключевых направлений использования искусственного интеллекта в офтальмологии. Современные технологии, такие как оптическая когерентная томография, флуоресцентная ангиография и другие методы визуализации, генерируют большое количество данных,

которые трудно проанализировать вручную [6, 7]. Именно здесь ИИ показывает свою силу, предлагая автоматизацию анализа этих данных и повышение точности диагностики.

Принцип работы автоматизированной диагностики с использованием ИИ заключается в обучении компьютерных моделей на огромных наборах медицинских изображений [8]. В результате ИИ-система способна самостоятельно находить паттерны и аномалии, которые указывают на различные заболевания глаз [9]. Это позволяет прогнозировать появление ранних признаков таких заболеваний, как диабетическая ретинопатия, возрастная макулярная дегенерация (ВМД) и глаукома, задолго до появления клинических симптомов [10]. Ранняя диагностика дает возможность начать лечение тогда, когда оно еще максимально эффективно и может предотвратить серьезные осложнения [3].

Преимущества автоматизированной диагностики включают сокращение времени на постановку диагноза, снижение нагрузки на офтальмологов и уменьшение вероятности ошибок, связанных с человеческим фактором [11]. Более того, такие системы могут быть полезны в удаленных районах, где доступ к квалифицированным специалистам ограничен. Благодаря автоматизированной диагностике пациенты получают доступ к качественной медицинской помощи независимо от своего местоположения [12].

Одним из ярких примеров успешного применения ИИ в офтальмологии является система IDx-DR (рис. 1), разработанная американской компанией IDx LLC. Эта система стала первой коммерческой разработкой на основе ИИ, получившей одобрение Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) для диагностики диабетической ретинопатии [9].

Как работает IDx-DR? Система анализирует цифровые фотографии глазного дна, сделанные с помощью специальных камер. Затем она использует алгоритмы глубокого обучения для выявления признаков ретинопатии, которая является частым осложнением у больных сахарным диабетом [13]. Основное преимущество системы состоит в том, что она способна точно диагностировать болезнь без необходимости привлечения квалифицированного офтальмолога на этапе первичной диагностики. Это особенно ценно в странах и регионах с ограниченными ресурсами, где доступность специалистов может быть затруднена [14].

Результаты применения IDx-DR показали, что система обладает высокой чувствительностью и специфичностью, а это означает, что она редко пропускает случаи заболевания и редко выдает ложноположительные результаты [15], что делает ее надежным инструментом для раннего обнаружения диабетической ретинопатии, а следовательно, позволяет своевременно начать лечение и предотвратить ухудшение зрения у пациентов.

Российскими учеными предложена программа Retina.AI (рис. 2) — это уникальная облачная платформа, ориентированная на обработку и анализ фундус-фотографий (фотографий глазного дна) и оптических когерентных томографических сканов. Главная цель программы — обеспечить точное выявление различных офтальмологических патологий, таких как диабетическая ретинопатия, возрастная макулярная дегенерация (ВМД), отек макулы и другие серьезные нарушения зрения [7]. Платформа была создана группой российских ученых и инженеров, специализирующихся на обработке изображений и глубоком обучении. Основной задачей было разработать систему, способную обрабатывать огромные массивы визуальной информации быстро и эффективно, что делает ее незаменимой для массового скрининга заболеваний глаз в клинической практике.

Платформа построена на мощных инструментах машинного обучения и искусственного интеллекта, ее алгоритм обрабатывает изображения глазного дна и оптические когерентные томограммы, предоставляя подробную оценку состояния сетчатки и прочих структур глаза.

Преимущества платформы:

- высокая точность выявления заболеваний (в ходе клинических испытаний Retina.AI продемонстрировала чувствительность и специфичность более 97 %, превосходя показатели многих аналогичных международных платформ);
- возможность интеграции с существующей инфраструктурой больниц и поликлиник (система легко подключается к любым современным диагностическим устройствам, таким как камеры фундусграфии и аппараты оптической когерентной томографии);
- доступность данных (вся информация хранится централизованно в облаке, что облегчает мониторинг состояния пациентов в динамике и упрощает процесс обмена данными между различными учреждениями).



Рис. 1. Система искусственного интеллекта IDx-DR, разработанная для диагностики диабетической ретинопатии

Fig. 1. The artificial intelligence system IDx-DR developed for the diagnosis of diabetic retinopathy

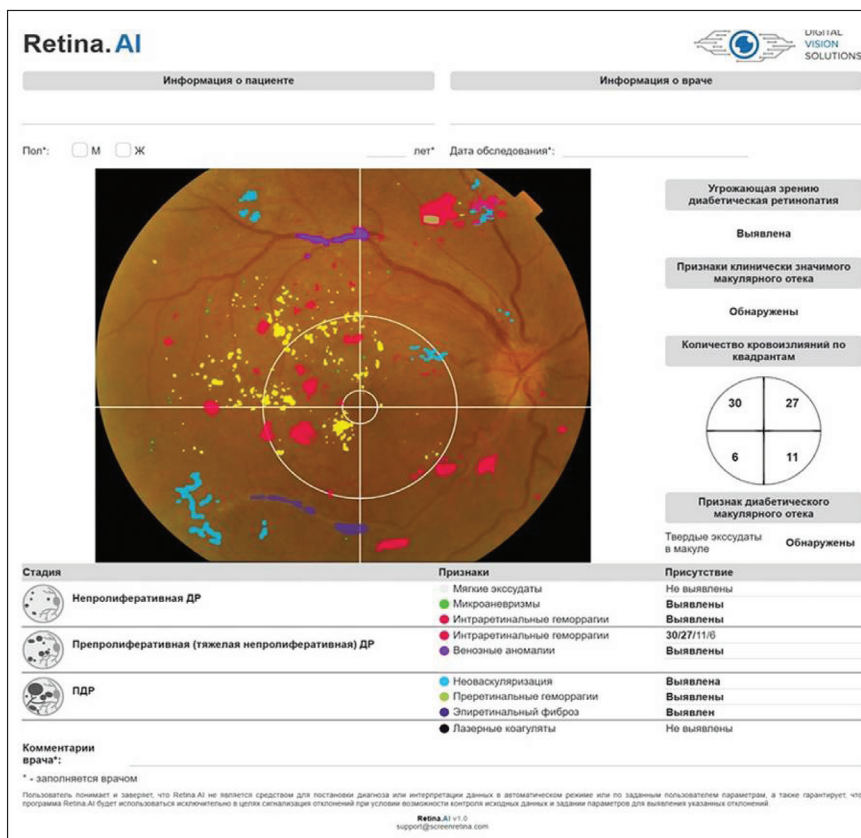


Рис. 2. Система искусственного интеллекта Retina.AI, разработанная для анализа фотографий глазного дна

Fig. 2. The artificial intelligence system Retina.AI developed for analyzing fundus photography

Ключевые достоинства платформы:

- автоматизация процессов (облегчает нагрузку на офтальмологов, снижая количество рутинных действий и высвобождая больше времени для взаимодействия с пациентами);

- высокая скорость анализа (даже крупные объемы изображений могут быть обработаны за считанные секунды, обеспечивая быструю обратную связь врача с пациентом);

- повышение доступности диагностики (позволяет охватить большее число пациентов, в том числе тех, кто проживает в отдаленных регионах или труднодоступных районах);

- экономическая выгода (сокращаются затраты на персонал и оборудование, а снижение числа пропущенных случаев заболеваний улучшает долгосрочные экономические показатели системы здравоохранения) [12].

Клинические испытания платформы проводились в нескольких крупных городах России, включая Москву, Санкт-Петербург и Екатеринбург. В рамках этих испытаний были собраны и проанализированы тысячи изображений глазного дна и ОКТ-анограмм. Результаты оказались впечатляющими: более 97 % верных выводов при постановке диагноза. Особенно важно отметить успех в выявлении таких серьезных патологий, как диабетическая ретинопатия и возрастная макулярная дегенерация, которые часто приводят к необратимому снижению зрения и слепоте.

Поддержка проекта Retina.AI обеспечивается фондом «Сколково», известным своим вкладом в поддержку инноваций и стартапов в сфере биотехнологий и ИТ [9]. Медицин-

ские ассоциации и профессиональные сообщества также высоко оценили разработку, отмечая ее огромный потенциал для улучшения качества медицинской помощи [15].

EYAS (рис. 3) — современная российская интеллектуальная система, основанная на искусственном интеллекте, разработанная специально для диагностики заболеваний глазного дна. Основная задача системы заключается в анализе фотографий глазного дна, полученных с помощью специальных камер и аппаратов оптической когерентной томографии (рис. 2), с целью автоматического выявления опасных патологий сетчатки и других структур глаза [6].

Как работает EYAS? Работа системы основана на методах глубокого обучения и анализа больших данных.

Она включает несколько этапов:

- получение изображения глазного дна (изображение фиксируется специальной камерой, установленной в кабинете офтальмолога или в стационаре);

- передача изображения в облако (полученная фотография отправляется на сервер EYAS, где начинается обработка данных);

- анализ и классификация патологии (алгоритм искусственного интеллекта проводит детальное изучение изображения, выделяя возможные зоны поражения и сравнивая их с ранее накопленными образцами заболеваний, затем система классифицирует найденные отклонения и формирует отчет);

- предоставление результата врачу (врач получает готовый отчет с указанием вероятности наличия определенной патологии и рекомендациями относительно дальнейших шагов диагностики и лечения) [17].

Отчеты

Поиск по отчетам

- img_0261.jpg Классифицировано 17 марта в 15:20
- img_0260.jpg Классифицировано 17 марта в 15:21
- img_0146.tif Классифицировано 17 марта в 15:23
- img_0047.jpg Классифицировано 17 марта в 15:59
- img_0069.jpg Классифицировано 17 марта в 16:00
- 0_original.png Классифицировано 20 марта в 15:48

0_original.png
20 марта в 15:48

Изображение

Выделить зону
Можно использовать несколько масок

- ✓ ДЗН
- ✓ Макула
- ✓ Сосуды

Отчет

ДЗН: бледно-розовый, размер нормальный, правильная форма, границы четкие, экскавация нормального размера, расположение в центре, ЭД -, сосудистый пучок в центре

Артерии: калибр нормальный, ход нормальный, извитость нормальная, бифуркация нормальная

Вены: калибр нормальный, ход нормальный, извитость нормальная, бифуркация нормальная

Макула: макулярный рефлекс нормальный, фовеолярный рефлекс нормальный

Результат

Текст финального отчета строится на основе параметров

ДЗН

Цвет: Бледно-Розовый

Монотонность

Размер: Нормальный

Форма: Правильная

Границы: Четкие

Экскавация

Размер: Нормальный

Сектор: В центре

ЭД: Текст

Сосудистый пучок: В центре

Патологии: Текст

Сосуды

Артерии

Ход: Нормальный

Извитость: Нормальная

Бифуркация: Нормальная

Калибр: Нормальный

Вены

Ход: Нормальный

Извитость: Нормальная

Рис. 3. Система искусственного интеллекта EYAS, разработанная для анализа изображений глазного дна

Fig. 3. The EYAS artificial intelligence system developed for the analysis of fundus images

Благодаря быстрому циклу анализа и четкому представлению результатов офтальмологи могут быстрее реагировать на потенциальные угрозы здоровью пациента, назначив необходимые процедуры или направив больного на дополнительное обследование [5].

Среди основных достоинств системы EYAS выделяются:

1) высокоскоростной анализ (EYAS обрабатывает большое количество изображений за короткий промежуток времени, что снижает вероятность пропуска важных деталей и ускоряет принятие решений);

2) интеграция с медицинскими устройствами (платформа совместима с большинством современных аппаратов для фотографирования глазного дна и октанографическими системами, что облегчает переход на цифровую диагностику);

3) удобство использования (простота интерфейса и интуитивно понятные отчеты делают систему привлекательной для широкого круга пользователей, начиная от студентов-медиков и заканчивая опытными практикующими врачами);

4) доступность (стоимость и простота установки позволяют использовать систему в небольших районных поликлиниках и сельских амбулаториях, улучшая доступ к качественным услугам офтальмологического профиля) [17].

Основная область применения EYAS — массовое скрининговое обследование населения с целью раннего выявления потенциально угрожающих заболеваний глаз, таких как:

- ✓ диабетическая ретинопатия;
- ✓ возрастная макулярная дегенерация;
- ✓ глаукома;
- ✓ гипертензивная ангиоретинопатия [17].

Кроме того, EYAS обладает огромным потенциалом для расширения функционала, включающего в себя дополнительные сервисы классификации степени тяжести заболеваний, прогнозирования рисков осложнений и рекомендаций по тактике ведения больных.

ПОДДЕРЖКА ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Поддержка хирургических вмешательств с использованием искусственного интеллекта становится важным направлением в современной медицине, особенно в области офтальмологии. Технологии ИИ помогают хирургам планировать операции, контролировать процесс выполнения манипуляций и минимизировать риски ошибок.

Планирование операций

Перед проведением хирургического вмешательства важно точно спланировать каждый этап операции. ИИ-системы могут анализировать медицинские изображения, такие как КТ, МРТ и ультразвуковые снимки [9], чтобы создать трехмерную модель анатомической структуры глаза пациента. Эта модель позволяет хирургам

детально изучить расположение патологических изменений, сосудов, нервов и других важных структур перед операцией.

Алгоритмы машинного обучения помогают прогнозировать возможные осложнения и предлагать оптимальную последовательность действий [5]. Хирурги могут моделировать различные сценарии и выбрать наиболее безопасный и эффективный путь вмешательства.

Контроль во время операции

Во время самой операции ИИ может играть роль ассистента, отслеживая движение инструментов и предоставляя обратную связь в режиме реального времени [14]. Например, специальные камеры и сенсоры фиксируют положение инструмента относительно тканей глаза, а ИИ анализирует эту информацию и предупреждает хирурга о возможных отклонениях от заданной траектории [6].

Такая система поддержки особенно полезна при выполнении микрохирургических операций, когда малейшие ошибки могут привести к серьезным последствиям. ИИ способен обнаруживать даже незначительные отклонения и своевременно сигнализировать об этом врачу [8, 10].

Преимущества роботизированных систем:

– высокая точность движений (роботы, управляемые ИИ, обладают большей точностью и стабильностью, чем человеческая рука [11]. Это особенно важно при работе с микроскопическими структурами глаза, такими как сосуды сетчатки или мембрана стекловидного тела);

– минимальная травматичность (использование роботов позволяет уменьшить размер разрезов и снизить риск повреждений окружающих тканей, что способствует более быстрому восстановлению пациента после операции) [15];

– постоянный контроль (система мониторинга, встроенная в роботизированные установки, обеспечивает постоянный контроль над процессом операции [5]; врач получает визуальную и аудиальную обратную связь, что повышает безопасность процедуры);

– интеграция с медицинскими изображениями (роботы могут использовать предварительно созданные модели глазного яблока для точного позиционирования инструментов. Это снижает вероятность случайных травм и увеличивает шансы на успешное выполнение операции) [2];

– уменьшение усталости хирурга (работа с микроскопическими объектами требует высокого уровня концентрации и физической выносливости [2], тогда как роботы берут на себя часть рутинных задач, позволяя хирургу сосредоточиться на ключевых аспектах операции).

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА

Мониторинг состояния глаз у пациентов с хроническими заболеваниями — одна из важнейших областей применения искусственного интеллекта в офтальмологии [4]. Современные технологии позволяют непрерывно следить за состоянием глаз с помощью смарт-устройств,

таких как контактные линзы со встроенными датчиками, и передавать собранные данные для последующего анализа.

Как работает мониторинг с использованием ИИ:

– сбор данных через смарт-устройства (пациенты используют устройства, такие как контактные линзы с датчиками, которые собирают информацию о состоянии глаз) [15, 16]. Например, датчики могут измерять внутриглазное давление, температуру, влажность или другие важные параметры);

– передача данных в облако (собранные данные отправляются на серверы через беспроводные сети [14]. Это позволяет централизованно хранить и обрабатывать большое количество информации);

– обработка данных с помощью ИИ (ИИ-аналитики применяются для анализа полученных данных. Машинное обучение и алгоритмы распознавания образов помогают выявлять закономерности и тенденции в изменениях состояния глаз) [11];

– предоставление обратной связи врачу (после обработки данных врач получает отчет, содержащий информацию о динамике изменений состояния пациента [14]. Это позволяет вовремя скорректировать лечение или назначить дополнительные обследования).

Хронические заболевания глаз, такие как глаукома, требуют постоянного наблюдения и коррекции лечения. Традиционно это предполагает регулярные посещения врача и проведение измерений вручную [4]. Однако современные технологии с применением ИИ позволяют автоматизировать этот процесс и сделать его более удобным и эффективным.

Проблемы и перспективы использования искусственного интеллекта в офтальмологии заслуживают особого внимания, поскольку эта технология обладает огромным потенциалом для трансформации медицинской практики [10]. Несмотря на значительные достижения в области ИИ, существуют некоторые препятствия, которые необходимо преодолеть для успешного внедрения этих технологий.

Существует несколько ключевых опасностей, связанных с развитием ИИ:

1) создание псевдоконтента, ложной «реальности» («галлюцинирование» или «бред» нейросети) [11]. Доказано и неоднократно регистрируется склонность ИИ к генерированию несуществующей информации как при недостатке, так и при избытке материала, обучающего модель ИИ. Важно отметить склонность ИИ настаивать на своей правоте, выдумывая несуществующие факты, предлагая ссылки на несуществующие научные исследования и т.д. [15];

2) самопроизвольная постановка задач (установлено, что ИИ склонен к самостоятельному принятию решения о доработке протекающего процесса с реализацией выполнения задач, которые человек ранее перед ИИ

не ставил [10], что может проявляться, например, в дописывании текста, рекомендаций, «усовершенствованных» обрабатываемого изображения, способных привести к их искажению) [15];

3) непредсказуемость действий автономного ИИ (с развитием ИИ растет риск потери контроля над системами. Если ИИ станет достаточно автономным, он потенциально способен к действиям с выходом за рамки заданных человеком программ) [9];

4) кибербезопасность (ИИ может быть использован для проведения кибератак. С его помощью злоумышленники могут создавать более сложные и эффективные методы взлома систем [14]. Это вызывает необходимость усиления мер безопасности и разработки новых защитных технологий);

5) сокращение и утрата рабочих мест (один из самых обсуждаемых аспектов — это замена людей машинами на рабочих местах. Автоматизация производств, умные роботы и алгоритмы, выполняющие задачи быстрее и точнее человека, действительно могут привести к сокращению рабочих мест [8]. С этим связано беспокойство о массовой безработице и социальных последствиях) [17];

6) этические вопросы (использование ИИ в медицине поднимает множество этических вопросов [2]. Например, как машины должны принимать решения, касающиеся жизни и смерти? Системы, работающие на ИИ, могут столкнуться с моральными дилеммами) [17].

Несмотря на существующие трудности, будущее использования ИИ в офтальмологии выглядит достаточно перспективным. Технологический прогресс и развитие инфраструктуры создают благоприятные условия для дальнейшего роста и внедрения ИИ в медицинскую практику.

Совершенствование технологий глубокого обучения связано с постоянным совершенствованием алгоритмов глубокого обучения и нейронных сетей, что позволит создавать более точные и надежные модели для диагностики и лечения офтальмологических заболеваний [11, 12]. Это приведет к увеличению точности прогнозов и снижению числа ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

Увеличение доступности данных связано с развитием цифровых технологий, при которых увеличивается объем доступной медицинской информации. Это создает огромные возможности для обучения ИИ-моделей на большом количестве данных, что улучшит их производительность и способность адаптироваться к различным клиническим ситуациям [4].

Развитие инфраструктуры для безопасного обмена информацией связано с созданием защищенных платформ для обмена медицинскими данными между различными учреждениями и специалистами, который поможет ускорить процесс внедрения ИИ [1, 10]. Обмен данными позволит объединить усилия исследователей и практиков, способствуя развитию инновационных решений.

Для роста инвестиций в исследования и разработки необходимо увеличение финансирования, что будет способствовать созданию новых продуктов и услуг, направленных на улучшение качества медицинской помощи [8]. Это включает разработку новых диагностических инструментов, персонализированных терапевтических стратегий и автоматизированных систем управления здоровьем.

Расширение возможностей телемедицины напрямую связано с использованием ИИ в сочетании с телемедицинскими технологиями, что откроет новые возможности для дистанционного мониторинга и консультирования пациентов. Это особенно полезно для жителей удаленных регионов, где доступ к специализированной медицинской помощи ограничен [15].

Повышение осведомленности и доверия пациентов возрастает по мере того, как ИИ доказывает свою надежность и эффективность. Это создаст предпосылки для более широкого использования ИИ в повседневной медицинской практике [17].

Таким образом, офтальмология действительно занимает одно из лидирующих мест среди медицинских направлений, где искусственный интеллект демонстрирует значительные успехи. Применение ИИ охватывает широкий спектр задач — от автоматизации процессов диагностики до разработки персонализированных терапевтических стратегий и высокотехнологичных хирургических вмешательств. Этот технологический прорыв приведет к заметному улучшению качества медицинской

помощи, расширив возможности врачей в борьбе с серьезными заболеваниями глаз.

Однако для полной реализации потенциала ИИ в офтальмологии предстоит пройти долгий путь. Сотрудничество между учеными, инженерами и медицинскими специалистами должно стать основой дальнейших исследований и разработок. Особое внимание следует уделить нормативным актам, регулирующим использование ИИ в здравоохранении, чтобы обеспечить соблюдение этических норм, прав пациентов и гарантировать безопасность применения этих технологий.

Кроме того, необходимо продолжить работу над повышением доступности данных и стандартизацией их хранения. Это позволит интегрировать лучшие практики и достижения разных стран и учреждений, создавая глобальное сообщество экспертов, работающих над совершенствованием медицинских сервисов с поддержкой ИИ.

Опасен ли искусственный интеллект? Ответ не может быть однозначным. ИИ обладает огромным потенциалом, но также и значительными рисками. Важно продолжать исследования, регулировать его использование в медицине и разрабатывать меры безопасности. Только тогда ИИ станет не угрозой для общества, а надежным помощником.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Чебенова А.М. — написание и редактирование текста;
Ялакова Д.И. — написание и редактирование текста;
Корсакова Н.В. — редактирование текста, окончательное утверждение рукописи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Курышева НИ, Родионова ОЕ, Померанцев АЛ, Шарова ГА. Применение методов искусственного интеллекта при глаукоме. Часть 2. Нейросети и машинное обучение в мониторинге и лечении глаукомы. Вестник офтальмологии. 2024;140(4):80–85.
Kuryshva NI, Rodionova OYe, Pomerantsev AL, Sharova GA. Application of artificial intelligence in glaucoma. Part 2: neural networks and machine learning in monitoring and treatment of glaucoma. *Annals of Ophthalmology*. 2024;140(4):80–85 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414004180
2. Лебедев ДС, Журавлева НИ. Технологии искусственного интеллекта в хирургии глаза. Российский журнал биомедицинской инженерии. 2021;20(10):789–795.
Lebedev DS, Zhuravleva NI. Artificial intelligence technologies in eye surgery. *Russian Journal of Biomedical Engineering*. 2021;20(10):789–795 (In Russ.).
3. Шереметьев ЛД, Костина ЕЮ. Современные подходы к использованию ИИ в диагностике глаукомы. Вопросы здравоохранения. 2020;18(3):128–134.
Sheremetev LD, Kostina EYu. Modern approaches to the use of artificial intelligence in glaucoma diagnosis. *Health issues*. 2020;18(3):128–134 (In Russ.).
4. Сидоров ПВ, Смирнов КК. Примеры использования ИИ в офтальмологии: опыт российских клиник. Медицинская техника. 2020;35(12):56–60.
Sidorov PV, Smirnov KK. Examples of using artificial intelligence in ophthalmology: experience of Russian clinics. *Medical equipment*. 2020;35(12):56–60 (In Russ.).
5. Кравцов ГН, Захарова ЕП. ИИ в поддержке клинических решений: перспективы в офтальмологии. Инновационная медицина. 2022;11:17–24.
Kravtsov GN, Zakharova EP. AI in clinical decision support: prospects in ophthalmology. *Innovative medicine*. 2022;11:17–24 (In Russ.).
6. Куликова ТА, Чесноков АЛ. Роль ИИ в управлении хроническими заболеваниями глаз. Практическая медицина. 2020;25(16):67–72.
Kulikova TA, Chesnokov AL. The role of AI in management of chronic eye diseases. *Practical medicine*. 2020;25(16):67–72 (In Russ.).
7. Герасименко НЕ, Фролов КА. Машинное обучение в обработке данных оптической когерентной томографии. Нейрокомпьютерные разработки и применение. 2021;21:43–49.
Gerasimenko NE, Frolov KA. Machine learning in processing optical coherence tomography data. *Neurocomputer development and application*. 2021;21:43–49 (In Russ.).
8. Давыдов ВС, Мартынюк ЕА. Искусственный интеллект в персонализированной терапии глазных болезней. Научные труды Института информационных технологий. 2022;22:58–63.
Davydov VS, Martynuk EA. Artificial intelligence in personalized therapy of eye diseases. *Scientific papers of the Institute of Information Technology*. 2022;22:58–63 (In Russ.).
9. Никитин ЮГ, Панков АФ. Использование ИИ для ранней диагностики возрастной макулодистрофии. Актуальные проблемы офтальмологии. 2022;19(14):45–51.
Nikitin YG, Pankov AF. Use of AI for early diagnosis of age-related macular degeneration. *Current problems of ophthalmology*. 2022;19(14):45–51 (In Russ.).
10. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, Venugopal S, Widner K, Madams T, Cuadros J, Kim R, Raman R, Nelson PC, Mega JL, Webster DR. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA*. 2022;316(22):2402–2410. doi:10.1001/jama.2016.17216.
11. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2023;542:115–118. doi: 10.1038/nature21056.
12. Yim J, Lee S, Kim D, Park K. The role of artificial intelligence in the management of eye diseases: a review of the literature. *Ophthalmic Res*. 2020;63(1):1–9. doi: 10.1159/000502987.
13. Abramoff MD, Lavin PT, Birch M, Shah N, Folk JC. Improved automated detection of diabetic retinopathy in a large population of patients with diabetes. *JAMA Ophthalmol*. 2021;134(5):530–536. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2021.0530.
14. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, Campbell JP, Lee AY, Schmetreper L, Keane PA, Wong TY. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *Br J Ophthalmol*. 2021;103(2):167–175. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313173.
15. Chen P, Zhang S, Xu J, Liu X, Wang Y. Artificial intelligence in ophthalmology: current applications and future directions. *Curr Opin Ophthalmol*. 2020;31(3):187–192. doi: 10.1097/ICU.0000000000000668.
16. Lee CS, Lee AY, Baughman DM. Deep learning in ophthalmology: a review of the current state of the art and future directions. *Ophthalmology*. 2024;127(1):4–12. doi: 10.1016/j.ophtha.2023.07.002.
17. Миронов АВ, Громова ОМ. Практическое применение ИИ в анализе изображений глазного дна. Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2021;15:32–37.
Mironov AV, Gromova OM. Practical application of artificial intelligence in retinal fundus image analysis. *Journal of scientific publications of graduate students and doctoral students*. 2021;15:32–37 (In Russ.).

A.M. Chebenova, D.I. Yalakova, N.V. Korsakova

Contact information: Chebenova Aigul M. chebenovaaigul@gmail.com

The use of Artificial Intelligence in Ophthalmological Practice

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Чебенова Айгуль Маратовна
студентка
<https://orcid.org/0009-0006-3460-6459>

Ялакова Диляра Ильгизервна
студентка
<https://orcid.org/0009-0004-5935-2470>

Корсакова Надежда Витальевна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
и отоларингологии
<https://orcid.org/0000-0002-3065-2398>

ABOUT THE AUTHORS

Chebenova Aigul M.
student
<https://orcid.org/0009-0006-3460-6459>

Yalakova Dilyara I.
student
<https://orcid.org/0009-0004-5935-2470>

Korsakova Nadezhda V.
MD, Professor of the Ophthalmology and Otolaryngology Department
<https://orcid.org/0000-0002-3065-2398>