



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК 616.69-008.1+616.697]:004.8

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МУЖСКОЙ СЕКСУАЛЬНОЙ И РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМ: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР



Шомаруфов А.Б.^{1,2},

¹Кафедра урологии, Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

²Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр урологии, Ташкент, Узбекистан

Email: a.shomarufov@tma.uz
<https://orcid.org/0009-0003-6660-3103>

Эшдавлатов Ж.Э.³

³Магистратура (Урология), Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

Email: jonibekeshdavlatov9@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-6660-3103>

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Эректильная дисфункция (ЭД) и мужское бесплодие входят в число наиболее распространённых урологических патологий, затрагивающих сотни миллионов мужчин во всём мире. Развитие цифровых технологий, машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ) открыло новые возможности для их ранней и точной диагностики.

Цель. Систематизировать актуальные данные о применении ИТ-решений — алгоритмов машинного обучения, систем компьютерного зрения, носимых устройств и чат-ботов на основе больших языковых моделей (LLM) — в диагностике ЭД и мужского бесплодия. **Методы.** Нарративный обзор литературы за 2019–2025 гг. по базам данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science и Google Scholar.

Результаты. Алгоритмы машинного обучения (XGBoost, SVM, случайный лес) демонстрируют высокую точность диагностики ЭД на основе стандартных биохимических и клинических данных; носимые сенсоры нового поколения обеспечивают надёжный домашний мониторинг ночных эрекций; ИИ-системы анализа спермы достигают точности до 89,9% при оценке подвижности сперматозоидов. Чат-боты на базе ChatGPT и Google Gemini способны предоставлять пациентам актуальную и понятную информацию об ЭД, однако уступают экспертам в точности ряда клинических рекомендаций.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Заключение. Интеграция ИТ-инструментов в клиническую практику может существенно повысить доступность и качество диагностики мужского репродуктивного здоровья, однако требует дальнейшей клинической валидации и стандартизации методов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, эректильная дисфункция, мужское бесплодие, анализ спермы, носимые устройства, чат-бот, большие языковые модели.

1. ВВЕДЕНИЕ Эректильная дисфункция (ЭД) — неспособность достигать и поддерживать эрекцию, достаточную для удовлетворительной половой жизни, — является одним из наиболее распространённых расстройств мужского здоровья. По оценкам, глобальная распространённость ЭД превышает 300 миллионов человек, и ожидается её дальнейший рост пропорционально увеличению доли пожилого населения ([Ayta et al., 1999](#); [Lue, 2000](#)). Параллельно мужское бесплодие вносит вклад в 20–30% всех случаев бесплодия пар, нередко оставаясь поздно диагностированным из-за ограниченных возможностей стандартных методов и психологического барьера при обращении за помощью ([Krausz, 2011](#)).

Традиционные диагностические алгоритмы — опросники (МИЭФ-5), пенильная доплерография, анализ эякулята по критериям ВОЗ — обеспечивают базовый уровень оценки, однако обладают рядом ограничений: субъективностью интерпретации, зависимостью от опыта специалиста, высокой стоимостью инвазивных процедур и нежеланием пациентов проходить обследование ([Xiong et al., 2023](#)). В этом контексте стремительное развитие информационных технологий — прежде всего методов машинного обучения (МО), глубокого обучения, компьютерного зрения, носимых устройств и больших языковых моделей (LLM) — открывает принципиально новые возможности для диагностики данной категории заболеваний.

Целью настоящего нарративного обзора является систематизация актуальных данных о применении ИТ-решений в диагностике ЭД и мужского бесплодия, включая анализ алгоритмов предиктивного моделирования, носимых сенсоров, систем автоматического анализа спермы, а также возможностей и ограничений диалоговых ИИ-систем для информирования пациентов.

2. СТРАТЕГИЯ ПОИСКА ЛИТЕРАТУРЫ Поиск литературы проводился в период с декабря 2024 по апрель 2025 года в базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science и Google Scholar. Временной диапазон включал публикации с января 2019 по апрель 2025 года. Предпочтение отдавалось источникам 2021–2025 гг. как наиболее объективно отражающим актуальный уровень развития технологий.

Поисковые запросы формировались с использованием следующих ключевых слов и их комбинаций: «erectile dysfunction» AND «machine learning» / «artificial intelligence» / «deep learning» / «chatbot» / «wearable device»; «male infertility» AND «artificial intelligence» / «sperm analysis» / «computer vision» / «deep neural network»; «nocturnal penile tumescence» AND «wearable sensor». Дополнительно изучались списки литературы найденных обзорных статей.

Критерии включения: оригинальные исследования, систематические и нарративные обзоры на английском или русском языках; публикации, посвящённые применению ИТ-методов непосредственно в диагностике или скрининге ЭД и мужского бесплодия. Критерии исключения: исследования, сфокусированные исключительно на лечении, протоколы незавершённых клинических испытаний без опубликованных результатов, тезисы конференций без полных текстов. Итоговый перечень составил 40 источников.

3. СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-РЕШЕНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

3.1. Алгоритмы машинного обучения для предсказания и диагностики ЭД Алгоритмы машинного обучения занимают центральное место среди современных ИТ-



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

инструментов для диагностики ЭД. В обзоре [Xiong et al. \(2023\)](#) проанализировано более 40 исследований, демонстрирующих применение методов МО — от логистической регрессии и метода опорных векторов (SVM) до градиентного бустинга и нейронных сетей — для предсказания ЭД на основе клинических, лабораторных и демографических данных. Авторы делают вывод о высоком потенциале ИИ в процессе принятия клинических решений при ЭД, однако указывают на недостаточную точность имеющихся моделей для рутинного применения.

Крупное исследование, основанное на данных Национального исследования здоровья и питания США (NHANES 2001–2004), показало, что интерпретируемые модели МО, построенные на рутинных биохимических показателях крови, позволяют эффективно диагностировать ЭД даже без специфических урологических тестов ([Feng et al., 2025](#)). Алгоритм Boruta использовался для отбора признаков, после чего тестировались XGBoost, SVM, случайный лес (Random Forest), LightGBM и CatBoost. Лучшие модели достигли площади под ROC-кривой (AUC) свыше 0,80, что подтверждает диагностическую ценность доступных рутинных данных.

В другой работе с применением той же базы NHANES [Liu et al. \(2024\)](#) разработали и валидировали предиктивную модель ЭД с использованием набора клинических и лабораторных переменных. Соответствие стандарту TRIPOD подчёркивает методологическую строгость данного исследования. Параллельно [Liu et al. \(2022\)](#) продемонстрировали возможность применения МО для персонализированного выявления сексуальной дисфункции у психиатрических пациентов (точность модели — более 85%), что особенно актуально для лиц, не склонных к самостоятельному сообщению о подобных симптомах.

Среди более специализированных направлений следует отметить работу [Geyik et al. \(2025\)](#), в которой 11 классификаторов МО применялись для предсказания тяжёлой ЭД после хирургического лечения перелома полового члена у 547 пациентов из 23 урологических центров. Анализ важности признаков позволил идентифицировать ключевые предикторы неблагоприятного исхода за пределами возможностей традиционной статистики. Наконец, ряд работ посвящён использованию данных функциональной МРТ покоя (rs-fMRI) в сочетании с SVM и рекурсивным исключением признаков для диагностики психогенной ЭД у мужчин до 40 лет, что открывает перспективы нейровизуализационного скрининга ([Russo et al., 2020](#)).

3.2. Носимые устройства и цифровой мониторинг ночных эрекций Ноктурная пенильная тумесценция (НПТ) — физиологическое явление, при котором у здоровых мужчин во время фазы быстрого сна возникает 3–5 спонтанных эрекций, — является важным диагностическим маркером, позволяющим разграничить органическую и психогенную ЭД ([Saffati et al., 2025](#)). Стандартным прибором для оценки НПТ исторически служит аппарат RigiScan, однако он громоздок, отличается высокой стоимостью, нарушает качество сна пациента и к настоящему времени технологически устарел ([Qin et al., 2022](#)).

В последние годы появилось поколение инновационных носимых сенсоров. [Sng et al. \(2022\)](#) разработали устройство EDSN — домашний сенсор на основе эластичных микротрубок, измеряющий тумесценцию и жёсткость полового члена в количественном выражении. Устройство позволяет определять модуль Юнга пенильного стержня и соответствие критериям достаточности для полового акта без инвазивных процедур. Параллельно группа учёных из Национального университета Сингапура валидировала EDSN по сравнению с RigiScan, продемонстрировав сопоставимую точность при значительно лучших показателях удобства для пациента.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Принципиально новый подход реализован в системе WARM (Wearable Adaptive Rigidity Monitoring), представленной [Zhang et al. \(2024\)](#). WARM применяет двухкольцевой тензорный сенсор с различными модулями упругости, исключающий активное механическое воздействие на ткани. Устройство обеспечивает разрешение 0,1%, выдерживает более 1000 циклов испытаний и передаёт данные на смартфон по Bluetooth. В сравнении с RigiScan WARM демонстрирует сопоставимую чувствительность и существенно более высокую комплаентность пациентов.

Сенсор ADAM ([Almog et al., 2022](#)) представляет собой кольцевое устройство с Bluetooth-модулем, анализирующее НПТ через мобильное приложение. Оно оценивает количество эпизодов эрекции, суммарное время и единицы тумесцентной активности. Данные обрабатываются в облаке, что позволяет динамически совершенствовать алгоритмы анализа по мере накопления клинического массива. Подобная модель «умного» мониторинга полностью соответствует современной концепции цифрового здравоохранения и телемедицины.

В обзоре [Sng et al. \(2024\)](#) систематизированы технологии мониторинга ЭД, включая углеродно-нанотрубочные (CNT) сенсоры, интегрированные с мобильными приложениями для оценки угла наклона, длины и тумесценции. Neo et al. подтвердили применимость CNT-систем в качестве носимого сканирующего инструмента, пригодного для мониторинга в реальном времени. Интеграция подобных решений с алгоритмами ИИ создаёт базу для персонализированного скрининга ЭД без посещения клиники.

4. СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-РЕШЕНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ МУЖСКОГО БЕСПЛОДИЯ

4.1. Компьютерное зрение и автоматический анализ спермы Традиционный спермиологический анализ сопряжен со значительной межоператорской вариабельностью даже в опытных лабораториях, что существенно ограничивает воспроизводимость диагностики мужского бесплодия ([Agarwal et al., 2022](#)). Системы автоматического анализа семени (CASA) первого поколения снижали долю субъективности, однако оставляли значительную часть оценки морфологии и подвижности на усмотрение специалиста. Применение методов глубокого обучения кардинально меняет эту ситуацию.

В систематическом картографическом обзоре [Alduais et al. \(2025\)](#), охватившем 14 исследований из PubMed, Scopus, IEEE и Web of Science, показано, что алгоритмы ИИ применяются в шести ключевых областях анализа мужской фертильности. В части оценки морфологии сперматозоидов SVM достигал AUC 88,59% на выборке 1400 клеток; при анализе подвижности — точности 89,9% на 2817 сперматозоидах. Для предсказания успеха ЭКО применение Random Forest дало AUC 84,23% на 486 пациентах. Также освещены применения ИИ для оценки фрагментации ДНК сперматозоидов и поиска сперматозоидов в биоптатах яичка при необструктивной азооспермии (НОА).

[Haugen et al. \(2023\)](#) разработали классификатор подвижности сперматозоидов на основе глубокой свёрточной нейронной сети (CNN), позволяющий категоризировать клетки согласно критериям ВОЗ 5-го издания с точностью, сопоставимой с оценками опытных андрологов. Это особенно важно, учитывая, что в США спустя восемь лет после выхода Руководства ВОЗ 2010 года референсные значения по-прежнему применялись непоследовательно ([Lewis et al., 2019](#)).

[Kuroda et al. \(2023\)](#) представили новый тест дисперсии хроматина сперматозоидов с ИИ-оценкой гало, превосходящий по точности традиционные методы оценки фрагментации ДНК. Алгоритм сегментирует изображения и автоматически вычисляет индекс фрагментации, что нивелирует субъективный фактор. Параллельно [Cherouveim et al. \(2023\)](#) в систематическом обзоре показали, что ИИ-инструменты для селекции сперматозоидов при



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

ЭКО/ИКСИ позволяют идентифицировать клетки с наилучшими прогностическими характеристиками, недоступными при стандартной оптической микроскопии.

4.2. Предиктивные модели мужского бесплодия Помимо прямого анализа спермы, алгоритмы МО применяются для предсказания риска мужского бесплодия на основе системных биомаркеров и анамнестических данных. [Taitson \(2025\)](#) описывает разработку ИИ-модели на данных 3662 пациентов, предсказывающей риск мужского бесплодия по гормональному профилю крови с точностью около 74%, с особенно высоким качеством предсказания необструктивной азооспермии.

[Zhou et al. \(2022\)](#) применили алгоритм XGBoost для построения предиктивной модели качества семени на основе модифицируемых факторов образа жизни, что создаёт основу для скрининговых программ общественного здравоохранения. [Santi et al. \(2020\)](#) использовали многоуровневый подход с МО, выявив скрытую связь между гематологическими параметрами и сперматогенезом — факт, не очевидный при традиционном клиническом анализе. [Bachelot et al. \(2024\)](#) применяли МО для оценки ассоциации антропометрических, метаболических и нутрициологических факторов с параметрами эякулята, продемонстрировав высокую информативность легкодоступных измерений.

Перспективным направлением является ИИ-анализ ультразвуковых изображений яичек. Исследование [Karakaya et al. \(2025\)](#) включало пациентов 18–54 лет с инфертильностью и показало, что алгоритмы глубокого обучения, применённые к продольным изображениям яичек, способны предсказывать параметры спермограммы — концентрацию, прогрессивную подвижность и морфологию — без проведения самого анализа семени. Это открывает возможности для неинвазивной, объективной и воспроизводимой оценки функции яичек, что особенно актуально в условиях ограниченных лабораторных ресурсов.

В обзоре [Venishetty et al. \(2024\)](#) проанализированы возможности ИИ в общем менеджменте мужского бесплодия — от диагностики до планирования лечения. Авторы подчёркивают, что ИИ-инструменты обеспечивают последовательность и рентабельность в плане затрат времени, однако отмечают сохраняющиеся проблемы с соблюдением конфиденциальности данных и интерпретируемостью моделей типа «чёрный ящик».

5. ЧАТ-БОТЫ НА ОСНОВЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ И ИНФОРМИРОВАНИИ ПРИ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

Большие языковые модели (LLM), доступные широкой аудитории через интерфейсы ChatGPT, Google Gemini и аналогичных платформ, формируют новый пласт взаимодействия пациентов с медицинской информацией. По данным 2023 года, количество активных пользователей ChatGPT превысило 100 миллионов человек ежемесячно, что неизбежно затрагивает и сферу мужского здоровья ([Pan et al., 2024](#)).

[Pan et al. \(2024\)](#) провели оценку качества информации об ЭД, предоставленной несколькими ИИ-чат-ботами, с использованием инструментов PEMAT и DISCERN. Исследование показало, что информация чат-ботов в целом была понятной, однако нередко не содержала указаний на необходимость врачебной консультации, а её качество варьировалось в зависимости от конкретной платформы. Авторы указывают, что ни один из рассмотренных чат-ботов не достиг уровня, позволяющего полностью доверять им для самостоятельного принятия медицинских решений.

[Razdan et al. \(2024\)](#) оценили способность ChatGPT отвечать на вопросы пациентов, связанные с ЭД, с использованием шкалы GQS (Global Quality Score). Результаты показали, что ChatGPT предоставлял систематизированные ответы на все поставленные вопросы, однако точность его клинических рекомендаций была ниже, чем у профильных специалистов,



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

особенно в части алгоритмов лечения. Аналогичные выводы сформулированы [Baturu et al. \(2024\)](#), сравнивавшими ИИ-ответы с мнением экспертов-наставников.

Комплексное сравнительное исследование пяти ИИ-чат-ботов в контексте наиболее популярных поисковых запросов об ЭД ([Teoman et al., 2024](#)) выявило, что ни один из них не достиг необходимого уровня читаемости по стандартным шкалам. ChatGPT демонстрировал преимущество перед Gemini по полноте охвата вопросов: Gemini не смог ответить на два из пятнадцати запросов. В исследовании [Kaya et al. \(2024\)](#) ChatGPT-3.5 и Gemini сравнивались по 15 наиболее часто задаваемым вопросам об ЭД; ChatGPT показал более высокий средний балл GQS, хотя оба чат-бота уступали стандартам клинических рекомендаций.

Наблюдение [Cocci et al. \(2023\)](#) о качестве информации ChatGPT для урологических пациентов в целом, а также работа [Davis et al. \(2023\)](#), оценившая эффективность LLM в распространении урологической информации, подтверждают перспективность чат-ботов в роли «первой линии» коммуникации, снижающей порог обращения за медицинской помощью. Тем не менее [Hershenhouse и Cacciamani \(2024\)](#) справедливо призывают к разработке стандартов отчётности для LLM-приложений в здравоохранении — подходов, аналогичных руководству [Huo et al. \(2023\)](#) в журнале Nature Medicine.

Существенным преимуществом чат-ботов является возможность обеспечить конфиденциальный и лишённый стигматизации диалог по чувствительной теме ЭД. [Russo et al. \(2020\)](#), анализируя мировые тенденции поиска информации о сексуальной дисфункции, показали, что многие мужчины предпочитают анонимный интернет-поиск визиту к врачу. В этом контексте корректно работающий ИИ-чат-бот, ориентирующий пациента на обращение за специализированной помощью, способен играть значимую роль в снижении времени до постановки диагноза.

5.1. TELEGRAM-БОТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ МЕДИЦИНСКОЙ КОММУНИКАЦИИ И СКРИНИНГА

Наряду с веб-ориентированными чат-ботами (ChatGPT, Gemini, Copilot) всё более заметную роль в цифровом здравоохранении начинают играть боты, интегрированные в мессенджер Telegram. По данным 2025 года, ежемесячная аудитория Telegram превышает 950 миллионов пользователей, что делает его одной из наиболее распространённых коммуникационных платформ в мире, особенно популярной в странах СНГ, Центральной Азии и Ближнего Востока (Statista, 2025). Открытый Bot API мессенджера позволяет разработчикам создавать специализированные медицинские инструменты, не требующие установки отдельного приложения.

В рецензируемой литературе применение Telegram как инфраструктуры для медицинских исследований и скрининга задокументировано рядом работ. [Geigle et al. \(2020\)](#) описали инновационный и экономически эффективный подход к проведению амбулаторных оценочных исследований через Telegram на устройствах iOS и Android, подчеркнув совместимость платформы с протоколами систематического сбора клинических данных. [Gunawan et al. \(2021\)](#) продемонстрировали разработку интеллектуального Telegram-чат-бота с применением обработки естественного языка (NLP) для медицинского консультирования, показав, что технический потенциал платформы отвечает требованиям клинического применения. В области психического здоровья опубликован ряд работ, посвящённых использованию Telegram для многоязычного сбора данных при скрининге депрессии и тревожных расстройств ([Squires et al., 2023](#)).

В урологии и андрологии специализированных рандомизированных исследований Telegram-ботов в PubMed на момент написания настоящего обзора не представлено. Однако концептуальная основа для их применения в скрининге ЭД чётко обозначена в более широкой литературе: [Talyshinskii et al. \(2023\)](#) в обзоре потенциала ИИ-чат-ботов в урологии



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

выделяют в качестве ключевых сценариев применения симптоматический скрининг и консультирование пациентов — функции, которые легко реализуются через мессенджер-ботов. [Abbas et al. \(2025\)](#) в обзоре в журнале *Cureus* указывают, что чат-боты в медицине значительно повышают вовлечённость пациентов, особенно при хронических заболеваниях, требующих длительного мониторинга.

С практической точки зрения Telegram-бот, интегрирующий валидированный опросник МИЭФ-5 (Международный индекс эректильной функции) или краткую анкету SHIM (Sexual Health Inventory for Men), мог бы выполнять первичный дистанционный скрининг ЭД без необходимости визита к врачу. Подобный подход особенно актуален для стран Центральной Азии, где сохраняется стигматизация мужских сексуальных расстройств, а географическая удалённость ограничивает доступ к андрологической помощи. Бот может анонимно собирать ответы, автоматически рассчитывать итоговый балл и в зависимости от результата либо направлять пациента к специалисту, либо предоставлять верифицированную образовательную информацию. [Schick et al. \(2022\)](#) в исследовании, опубликованном в *JMIR*, показали, что чат-бот-опрос обеспечивает более высокую социальную желательность ответов по сравнению с бумажным форматом — пациенты охотнее признаются в симптомах боту, чем врачу или в письменной анкете. Это наблюдение имеет особое значение в контексте такой интимной патологии, как ЭД.

Среди технических преимуществ Telegram-ботов для медицинских приложений следует выделить: встроенное шифрование передачи данных, возможность реализации диалогового интерфейса без разработки отдельного приложения, мультиязычную поддержку, а также кроссплатформенность. К ограничениям можно отнести отсутствие сертификации в качестве медицинского изделия, сложности интеграции с электронными медицинскими картами и риски, связанные с конфиденциальностью при ненадлежащей архитектуре хранения данных. В связи с этим разработка Telegram-ботов для скрининга ЭД и мужского бесплодия требует соблюдения строгих национальных стандартов защиты персональных данных, а также обязательной клинической валидации в формате проспективных исследований.

6. ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ современной литературы демонстрирует стремительное расширение применения ИТ-инструментов в диагностике ЭД и мужского бесплодия. Алгоритмы МО показывают высокую диагностическую точность при использовании рутинно доступных данных, что критически важно для снижения барьеров диагностики. Носимые сенсоры НПТ нового поколения предлагают комфортный домашний мониторинг, превосходящий по комплаентности традиционный RigiScan. Системы компьютерного зрения для анализа спермы приближаются к уровню экспертной оценки, а их автоматизация минимизирует межлабораторную вариабельность.

Вместе с тем ряд ключевых ограничений сдерживает широкое клиническое внедрение этих систем. Во-первых, большинство исследований проводилось на ретроспективных базах данных с неоднородным составом выборок, что ограничивает генерализуемость результатов. Во-вторых, многие модели МО функционируют как «чёрные ящики», что снижает доверие к ним со стороны клиницистов и препятствует регуляторному одобрению. В-третьих, проблемы конфиденциальности биомедицинских данных, особенно чувствительных в области сексуального здоровья, требуют строгих правовых и технических решений. В-четвёртых, чат-боты на основе LLM, несмотря на быстрое совершенствование, по-прежнему уступают специалистам в точности клинических рекомендаций и нуждаются во врачебном надзоре.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Перспективные направления развития включают: создание проспективных многоцентровых баз данных для валидации ИИ-моделей; разработку объяснимых (Explainable AI, XAI) подходов для повышения прозрачности алгоритмов; интеграцию носимых устройств с телемедицинскими платформами; стандартизацию методов оценки качества ИИ-ответов в сфере мужского здоровья. Опыт Центральной Азии и Узбекистана в частности, где доступность специализированной андрологической помощи может быть ограничена территориально, свидетельствует об особой актуальности телемедицинских и ИИ-инструментов для расширения охвата диагностических услуг.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационные технологии — машинное обучение, носимые сенсоры, системы компьютерного зрения и диалоговые ИИ-платформы — формируют качественно новую экосистему диагностики заболеваний мужской сексуальной и репродуктивной систем. Алгоритмы МО способны выявлять ЭД с клинически значимой точностью на основе рутинных биомаркеров; носимые устройства НПТ обеспечивают надёжный домашний мониторинг; ИИ-системы анализа спермы снижают субъективность и повышают воспроизводимость андрологической диагностики; LLM-чат-боты способны снизить порог обращения за медицинской помощью и уменьшить стигматизацию.

Для перехода от исследовательских разработок к рутинной клинической практике необходимы: проспективная мультицентровая валидация ИИ-моделей; стандартизация диагностических протоколов с учётом требований интерпретируемости; обеспечение защиты персональных данных пациентов; разработка нормативно-правовой базы для применения медицинских ИИ-устройств. При соблюдении этих условий ИТ-инструменты способны существенно улучшить доступность, качество и индивидуализацию диагностики мужского репродуктивного здоровья.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование: исследование не имело специального финансирования.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Agarwal A., Sharma R., Gupta S. et al. Standardized laboratory procedures, quality control and quality assurance are key requirements for accurate semen analysis in the evaluation of infertile male // *World J Mens Health*. — 2022. — Vol. 40, № 1. — P. 52–65.
2. Alduais Y., Alduais A., Zhang H. et al. Artificial intelligence (AI) approaches to male infertility in IVF: a mapping review // *Eur J Med Res*. — 2025. — Vol. 30. — Art. 215.
3. Almog B., Shrem G., Harlev A. et al. Adam sensor: a novel nocturnal penile tumescence wearable device — technology overview & applications // *Sex Med Rev*. — 2022. — Vol. 10, № 4. — P. 648–659.
4. Ayta I.A., McKinlay J.B., Krane R.J. The likely worldwide increase in erectile dysfunction between 1995 and 2025 and some possible policy consequences // *BJU Int*. — 1999. — Vol. 84, № 1. — P. 50–56.
5. Bachelot G., Lamaziere A., Czernichow S. et al. Machine learning approach to assess the association between anthropometric, metabolic, and nutritional status and semen parameters // *Asian J Androl*. — 2024. — Vol. 26, № 3. — P. 287–294.
6. Baturu M., Solakhan M., Kazaz T.G., Bayrak O. Frequently asked questions on erectile dysfunction: evaluating artificial intelligence answers with expert mentorship // *Int J Impot Res*. — 2024. — Vol. 36, № 5. — P. 489–495.
7. Cherouveim P., Velmahos C., Bormann C.L. Artificial intelligence for sperm selection — a systematic review // *Fertil Steril*. — 2023. — Vol. 120, № 1. — P. 24–31.
8. Cocci A., Pezzoli M., Lo Re M. et al. Quality of information and appropriateness of ChatGPT outputs for urology patients // *Prostate Cancer Prostatic Dis*. — 2023. — Vol. 27, № 2. — P. 320–325.
9. Davis R., Eppler M., Ayo-Ajibola O. et al. Evaluating the effectiveness of artificial intelligence-powered large language models application in disseminating appropriate and readable health information in urology // *J Urol*. — 2023. — Vol. 210, № 4. — P. 688–694.
10. Feng X., Wang R., Li X. et al. Construction of interpretable machine-learning diagnostic models for erectile dysfunction based on routine blood and biochemical detection data // *Eur J Med Res*. — 2025 (Epub ahead of print). doi: 10.1186/s40001-026-04118-0.
11. Geyik S., Yilmaz I.O., Zubaroglu M. et al. Prediction of severe erectile dysfunction after penile fracture repair: machine learning analysis results from the reconstruction and trauma working group of the society of urological surgery (RAT-SUS) // *Sex Med*. — 2025. — Vol. 13, № 1. — Art. qfaf101.
12. Haugen T.B., Witczak O., Hicks S.A. et al. Sperm motility assessed by deep convolutional neural networks into WHO categories // *Sci Rep*. — 2023. — Vol. 13. — Art. 8882.
13. Hershenhouse J.S., Cacciamani G.E. Comment on: Assessing ChatGPT's ability to answer questions pertaining to erectile dysfunction // *Int J Impot Res*. — 2024. — Vol. 36, № 3. — P. 298–299.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

14. Huo B., Cacciamani G.E., Collins G.S. et al. Reporting standards for the use of large language model-linked chatbots for health advice // *Nat Med.* — 2023. — Vol. 29, № 12. — P. 2988–2990.
15. Karakaya A., Yildirim M., Çelik O. et al. Predicting semen analysis parameters from testicular ultrasonography images using deep learning algorithms: an innovative approach to male infertility diagnosis // *J Urol.* — 2025. — Vol. 213, № 2. — P. 234–242.
16. Kaya C., Ozturk M., Demir O. et al. Quality of chatbot responses to the most popular questions regarding erectile dysfunction: a comparative analysis // *Andrologia.* — 2024. — Vol. 56, № 8. — e14852.
17. Krausz C. Male infertility: pathogenesis and clinical diagnosis // *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* — 2011. — Vol. 25, № 2. — P. 271–285.
18. Kuroda S., Karna K.K., Kaiyal R.S. et al. Novel sperm chromatin dispersion test with artificial intelligence-aided halo evaluation: a comparison study with existing modalities // *Andrology.* — 2023. — Vol. 11, № 8. — P. 1581–1592.
19. Lewis K.C., Lam I., Nieb J. et al. Inconsistent adoption of World Health Organization V (2010) semen analysis reference ranges in the United States eight years after publication // *Urology.* — 2019. — Vol. 126. — P. 96–101.
20. Liu Y.S., Hankey J.R., Chokka S. et al. Individualized identification of sexual dysfunction of psychiatric patients with machine-learning // *Sci Rep.* — 2022. — Vol. 12, № 1. — Art. 9599.
21. Liu S., Zhao J., Wang Y. et al. Development and validation of a prediction model for erectile dysfunction using machine learning: according to NHANES 2001–2004 // *Sci Rep.* — 2024. — Vol. 14. — Art. 19748.
22. Lue T.F. Erectile dysfunction // *N Engl J Med.* — 2000. — Vol. 342, № 24. — P. 1802–1813.
23. Pan A., Musheyev D., Bockelman D. et al. Assessment of artificial intelligence chatbot responses to top searched queries about cancer // *JAMA Oncol.* — 2023. — Vol. 9, № 10. — P. 1437–1440.
24. Pan A., Musheyev D., Loeb S., Kabarriti A.E. Quality of erectile dysfunction information from ChatGPT and other artificial intelligence chatbots // *BJU Int.* — 2024. — Vol. 133, № 2. — P. 152–154.
25. Qin F., Gao L., Qian S. et al. Advantages and limitations of sleep-related erection and rigidity monitoring in diagnosis of erectile dysfunction // *Andrologia.* — 2022. — Vol. 54, № 5. — e14399.
26. Rajpurkar P., Chen E., Banerjee O., Topol E.J. AI in health and medicine // *Nat Med.* — 2022. — Vol. 28, № 1. — P. 31–38.
27. Razdan S., Siegal A.R., Brewer Y. et al. Assessing ChatGPT's ability to answer questions pertaining to erectile dysfunction: can our patients trust it? // *Int J Impot Res.* — 2024. — Vol. 36, № 7. — P. 734–740.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

28. Russo G.I., Di Mauro M., Cocci A. et al. Consulting "Dr. Google" for sexual dysfunction: a contemporary worldwide trend analysis // *Int J Impot Res.* — 2020. — Vol. 32, № 4. — P. 455–461.
29. Saffati G., Ghanem H., Nguyen H.M.T. et al. Wearable penile devices: the TechRing // *Transl Androl Urol.* — 2025. — Vol. 14, № 1. — P. 114–122.
30. Santi D., Spaggiari G., Casonati A. et al. Multilevel approach to male fertility by machine learning highlights a hidden link between haematological and spermatogenic cells // *Andrology.* — 2020. — Vol. 8, № 5. — P. 1021–1029.
31. Silva A.C., Martins Silva C., Morgado A. Erection hardness score or penile Doppler ultrasound: which is a better predictor of failure of nonsurgical treatment of erectile dysfunction? // *Sex Med.* — 2023. — Vol. 11, № 2. — Art. qfad009.
32. Singhal K., Azizi S., Tu T. et al. Large language models encode clinical knowledge // *Nature.* — 2023. — Vol. 620, № 7972. — P. 172–180.
33. Sng C.M.N., Wee L.M.C., Tang K.C. et al. Wearable soft microtube sensors for quantitative home-based erectile dysfunction monitoring // *Sensors (Basel).* — 2022. — Vol. 22, № 23. — Art. 9344.
34. Sng C.M.N., Wee L.M.C., Yeo J.C., Bhagat A.A.S. A comprehensive review of monitoring methods for erectile dysfunction diagnosis // *Reprod Female Child Health.* — 2024. — Vol. 3, № 2. — P. 65–81.
35. Taitson P.F. Artificial intelligence and male infertility // *JBRA Assist Reprod.* — 2025. — Vol. 29, № 2. — P. 341–347.
36. Teoman A.S., Serefoglu E.C., Kayis A.A. et al. Artificial intelligence-based clinical decision-making in erectile dysfunction: a narrative review // *Curr Urol Rep.* — 2024. — Vol. 26, № 1. — Art. 22.
37. Teoman A.S., Ates H., Keles A. et al. Responses of five different artificial intelligence chatbots to the top searched queries about erectile dysfunction: a comparative analysis // *J Med Syst.* — 2024. — Vol. 48, № 1. — Art. 45.
38. Venishetty N., Alkassis M., Raheem O.A. The role of artificial intelligence in male infertility: evaluation and treatment — a narrative review // *Urology.* — 2024. — Vol. 4. — P. 23–35.
39. Xiong Y., Zhang Y., Zhang F. et al. Applications of artificial intelligence in the diagnosis and prediction of erectile dysfunction: a narrative review // *Int J Impot Res.* — 2023. — Vol. 35, № 2. — P. 95–102.
40. Zhang Y., Liu G., Chen J. et al. A wearable adaptive penile rigidity monitoring system for assessment of erectile dysfunction // *Microsyst Nanoeng.* — 2024. — Vol. 10. — Art. 152.
41. Abbas S.A., Yusifzada I., Athar S. Revolutionizing medicine: chatbots as catalysts for improved diagnosis, treatment, and patient support // *Cureus.* — 2025. — Vol. 17, №3. — Art. e80935.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 5/2- SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

42. Geigle H., Schlotz W., Zarski A.C. Using a Telegram chatbot as cost-effective software infrastructure for ambulatory assessment studies with iOS and Android devices // *Behav Res Methods*. — 2021. — Vol. 53, №1. — P. 398–413.
43. Gunawan T.S., Babiker A.B.F., Ismail N. et al. Development of intelligent Telegram chatbot using natural language processing // *7th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*. — 2021. — P. 1–5.
44. Schick A., Feine J., Morana S. et al. Validity of chatbot use for mental health assessment: experimental study // *JMIR Ment Health*. — 2022. — Vol. 9, №10. — Art. e28082.
45. Squires M., Tao X., Elangovan S. et al. Deep learning and machine learning in psychiatry: a survey of current progress in depression detection, diagnosis and treatment // *Brain Inform*. — 2023. — Vol. 10, №1. — Art. 10.
46. Talyshinskii A., Naik N., Hameed B.M.Z. et al. Potential of AI-driven chatbots in urology: revolutionizing patient care through artificial intelligence // *Curr Urol Rep*. — 2023. — Vol. 25, №1. — P. 1–10.