

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-22-27>

Искусственный интеллект в урологии: возможности, ограничения и перспективы внедрения

НАУЧНАЯ АНАЛИТИКА

В.В. Протошак¹, Н.Ю. Игловиков¹, П.А. Бабкин¹, А.А. Добродеева¹, Р.Э. Амдий²

¹ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

² Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Контакт: Игловиков Николай Юрьевич, iglovikov@yandex.ru

Аннотация:

Введение. В последние годы искусственный интеллект (ИИ) становится важным инструментом в клинической медицине, в том числе в урологии. Основные направления использования ИИ в медицине: диагностика, прогнозирование, обработка естественного языка и др. Интеграция ИИ в повседневную клиническую практику препятствуют этические и технические ограничения.

Цель. Систематизация и критический анализ данных о применении технологий ИИ в урологии, включая визуальную диагностику, прогнозистическое моделирование, автоматизацию медицинской документации, а также обсуждение этических и правовых аспектов внедрения.

Материалы и методы. Поиск публикаций проводился в базах данных PubMed, Scopus и eLibrary. Глубина поиска составила 5 лет (2019–2024 гг.). Использовались следующие ключевые слова на русском и английском языках: «искусственный интеллект» («artificial intelligence»), «урология» («urology»), «машинное обучение» («machine learning»), «глубокое обучение» («deep learning»), «нейросети» («neural networks»), «диагностика» («diagnostics»), «прогнозирование» («prognosis»), «этические аспекты» («ethical aspects»), «правовое регулирование» («legal regulation»). В обзор включались оригинальные исследования, систематические обзоры и метаанализы, посвященные применению ИИ в урологии. Критериями включения являлись тезисы конференций, статьи новостного характера и работы без клинической валидации результатов.

Результаты. В обобщенных данных продемонстрирована высокая диагностическая точность алгоритмов ИИ при выявлении мочевого камня (свыше 90%), дифференциальной диагностике опухолей почки (93,9%) и детекции новообразований мочевого пузыря при цистоскопии (чувствительность 90,9%, специфичность 98,6%). Прогностические модели на основе машинного обучения показали точность 94,8% для прогнозирования послеоперационных осложнений после перкутанной нефролитотрипсии и 98% – для десятилетней онкологически-специфической выживаемости при раке предстательной железы. Внедрение ИИ-секретарей позволяет экономить врачам до 1 часа в день при заполнении медицинской документации.

Заключение. ИИ не заменяет врача-уролога, но может стать мощным инструментом для повышения точности диагностики, оптимизации лечения и автоматизации рутинных процессов. Внедрение этих технологий требует разработки отраслевых стандартов валидации, этических протоколов и нормативной базы. На основании проведенного анализа сформулированы практические рекомендации по интеграции ИИ в клиническую практику и обозначены нерешенные научные проблемы, определяющие направления будущих исследований.

Ключевые слова: искусственный интеллект; урология; машинное обучение; глубокое обучение; нейросети; диагностика; прогнозирование; этические аспекты; правовое регулирование.

Для цитирования: Протошак В.В., Игловиков Н.Ю., Бабкин П.А., Добродеева А.А., Амдий Р.Э. Искусственный интеллект в урологии: возможности, ограничения и перспективы внедрения. Экспериментальная и клиническая урология. 2026;19(2):22–27; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-22-27>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-22-27>

Artificial intelligence in urology: possibilities, limitations and prospects for implementation

SCIENTIFIC ANALYSIS

V.V. Protoshchak¹, N.Yu. Iglovikov¹, P.A. Babkin¹, A.A. Dobrodeeva¹, R.E. Amdy²

¹ S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia

² First St. Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

Contacts: Nikolai Yu. Iglovikov, iglovikov@yandex.ru

Summary:

Introduction. In recent years, artificial intelligence (AI) has become an important tool in clinical medicine, including in urology. The main areas of AI use in medicine are diagnostics, forecasting, and natural language processing etc. The integration of AI into everyday clinical practice is hindered by ethical and technical constraints.

Objective. This review aims to systematize and critically analyze data on the application of AI technologies in urology, including visual diagnostics, predictive modeling, automation of medical documentation, as well as discussing the ethical and legal aspects of implementation.

Materials and methods. A literature search was conducted in the PubMed, Scopus, and eLibrary databases. The search depth was 5 years (2019–2024) to ensure data relevance in this rapidly evolving field. The following keywords were used: «artificial intelligence», «urology», «machine learning», «deep learning», «neural networks», «diagnostics», «prognosis», «ethical aspects», «legal regulation». The review included original studies, systematic reviews, and meta-analyses on the use of AI in urology. Exclusion criteria were conference abstracts, news articles, and studies without clinical validation of results.

Results. The summarized data demonstrate high diagnostic accuracy of AI algorithms in detecting urinary stones (over 90%), differential diagnosis of kidney tumors (93.9%), and detection of bladder neoplasms during cystoscopy (sensitivity 90.9%, specificity 98.6%). Machine learning-based prognostic models achieved 94.8% accuracy for predicting postoperative complications after percutaneous nephrolithotomy and 98% – for ten-year cancer-specific survival in prostate cancer. The implementation of AI scribes can save physicians up to 1 hour per day when completing medical documentation.

Conclusion. AI does not replace the urologist but can be a powerful tool for improving diagnostic accuracy, optimizing treatment, and automating routine processes. The implementation of these technologies requires the development of industry-specific validation standards, ethical protocols, and a regulatory framework. Based on the analysis, practical recommendations for integrating AI into clinical practice are formulated, and unresolved scientific problems defining future research directions are identified.

Key words: artificial intelligence; urology, machine learning; deep learning; neural networks; diagnostics; prognosis; ethical aspects; legal regulation.

For citation: Protoshchak V.V., Iglovikov N.Yu., Babkin P.A., Dobrodeeva A.A., Amdy R.E. Artificial intelligence in urology: possibilities, limitations and prospects for implementation. *Experimental and Clinical Urology*. 2026;19(2):22-27; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-22-27>

ВВЕДЕНИЕ

Искусственный интеллект (ИИ) уверенно входит в повседневную медицинскую практику, однако его интеграция в урологию требует не только технической готовности, но и критического осмысления методологии применения. В то время как общие возможности ИИ в диагностике, обработке больших данных и прогнозировании исходов широко освещены, конкретные урологические аспекты – от дифференциальной диагностики образований почек до прогнозирования рецидивов рака мочевого пузыря остаются предметом активных исследований. Настороженное отношение к технологиям со стороны клиницистов часто обусловлено непониманием принципов работы алгоритмов и отсутствием четких клинических протоколов валидации.

За последние годы количество исследований в области применения ИИ в медицине неуклонно растет. Такие свойства ИИ, как способность к обработке многомерных данных, распознаванию паттернов и адаптивности, делают его востребованным инструментом в сферах, требующих анализа сложных мультимодальных наборов данных. В урологии это открывает новые возможности для совершенствования диагностики, персонализации лечения и прогнозирования исходов заболеваний.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для подготовки аналитического обзора проведен поиск публикаций в рецензируемых научных базах данных: PubMed, Scopus и eLibrary. Глубина поиска составила 5 лет (2019–2024 гг.) с целью обеспечения актуальности данных в быстроразвивающейся области ИИ.

Поиск осуществлялся по следующим ключевым словам (включая их комбинации с использованием логических операторов AND, OR): «искусственный интеллект» («artificial intelligence»), «урология» («urology»), «машин-

ное обучение» («machine learning»), «глубокое обучение» («deep learning»), «нейросети» («neural networks»), «диагностика» («diagnostics»), «прогнозирование» («prognosis»); «этические аспекты» («ethical aspects»), «правовое регулирование» («legal regulation»).

В обзор включались оригинальные исследования, систематические обзоры, метаанализы, а также клинические рекомендации и нормативно-правовые акты Российской Федерации, посвященные применению ИИ в урологии.

Критериями исключения являлись: тезисы конференций, статьи новостного характера, редакционные материалы, публикации без клинической валидации результатов, а также работы, не содержащие количественных показателей эффективности ИИ-моделей (чувствительность, специфичность, AUC).

Отбор источников проводился в два этапа: первичный скрининг по названиям и аннотациям, затем анализ полных текстов. Предпочтение отдавалось исследованиям с внешней валидацией моделей и сравнением с традиционными методами диагностики или прогнозирования. Данный обзор не является систематическим обзором с мета-анализом и не регистрировался в PROSPERO, что соответствует формату аналитического обзора, принятому в журнале «Экспериментальная и клиническая урология».

РЕЗУЛЬТАТЫ

История применения ИИ в урологии

Первые работы по применению ИИ в урологии, согласно данным PubMed, датируются 1993 г. В исследовании D.J. Lamb и C.S. Niederberger была использована нейронная сеть для анализа данных фертильности на основе показателей спермограммы, что позволило авторам продемонстрировать возможность ИИ выявлять корреляции между лабораторными параметрами и делать заключение о фертильности [1]. ■

За последующие три десятилетия количество исследований в этой области экспоненциально выросло, превысив 1000 публикаций. К 2024 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) одобрило более 950 устройств и программных ресурсов на основе ИИ для медицинского применения, что позволяет врачам-клиницистам использовать эти технологии в ежедневной работе и научной деятельности [2].

Способность ИИ к обработке больших объемов данных и анализу медицинских изображений сделала его востребованным инструментом в различных направлениях урологии, включая лечение мочекаменной болезни, доброкачественной гиперплазии предстательной железы, онкоурологию, детскую урологию, урогинекологию и трансплантологию.

Основные технологии и клиническое применение

ИИ представляет собой не одну универсальную и повсеместно применимую технологию, а включает целый спектр методов обработки данных, которые в свою очередь можно комбинировать в зависимости от цели: машинное обучение (machine learning, ML), обработку естественного языка (natural language processing, NLP), глубокое обучение (deep learning, DL), а также техническое зрение (computer vision, CV).

Визуальная диагностика

Наиболее активно технологии ИИ применяются в урологии для анализа медицинских изображений. Это обусловлено тем, что урологическая практика в значительной степени опирается на инструментальные методы исследования: от лучевой диагностики (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование) до эндоскопических вмешательств (цистоскопия, уретероскопия). Сочетание DL и CV позволяет автоматически выделять сложные паттерны из «сырых» данных, что открывает возможности для автоматизации анализа, повышения диагностической точности и снижения нагрузки на клинициста.

В лучевой диагностике наибольшее распространение получили сверточные нейросети (convolutional neural networks, CNN), которые эффективно распознают пространственные структуры на изображениях. Эти алгоритмы проходят обучение на размеченных наборах данных (например, на снимках, полученных методом компьютерной томографии (КТ-снимки), с подтвержденным диагнозом), после чего способны анализировать новые изображения с высокой скоростью и точностью. А. Parakh и соавт. использовали архитектуру глубокого обучения для автоматизированного выявления конкрементов мочевыводящих путей на нативных (без внутривенного контрастирования) компьютерных томо-

граммах 535 пациентов. Разработанная модель на основе сверточных нейросетей продемонстрировала точность более 90%, что сопоставимо с результатами опытных рентгенологов. При этом время анализа одного исследования составило менее секунды, что позволяет интегрировать такие алгоритмы в клинической работе для первичного скрининга и сортировки исследований [3].

Одной из сложных задач урологической онкологии является дифференцировка ангиомиолипомы (доброкачественной опухоли) от почечно-клеточного рака, особенно в случаях, когда в опухоли отсутствует видимый жир. В исследовании Z. Feng и соавт. был применен подход на основе текстового анализа КТ-снимков с использованием алгоритмов машинного обучения. Анализовались такие текстурные характеристики, как неоднородность, контрастность и энтропия изображения. Полученная модель достигла точности 93,9%, что существенно выше результатов визуальной оценки необученными специалистами и сопоставимо с экспертной диагностикой. Это позволяет рассматривать ИИ как инструмент второго мнения при принятии решений об объеме хирургического лечения [4]. Кроме того, активно разрабатываются алгоритмы для автоматической сегментации опухолей почки, определения стадии заболевания по классификации TNM на основе компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии.

Эндоскопические методы занимают центральное место в диагностике и лечении заболеваний мочевого пузыря и верхних мочевыводящих путей. Внедрение ИИ в эндоскопию направлено на решение ключевых проблем: пропуск небольших или плоскоклеточных новообразований, субъективность интерпретации изображений, зависимость результатов от опыта хирурга.

Комбинация методов машинного и глубокого обучения открывает перспективы для создания систем помощи при цистоскопии. В исследовании E. Shkolyar и соавт. была разработана модель на основе сверточных нейросетей, способная в режиме реального времени детектировать новообразования мочевого пузыря на видеоизображениях. Алгоритм был обучен на более чем 10 000 кадрах с верифицированными диагнозами (рак мочевого пузыря, цистит, нормальная слизистая). В валидационном наборе модель продемонстрировала чувствительность 90,9% и специфичность 98,6% при обнаружении злокачественных новообразований, что превосходит показатели врачей-эндоскопистов начального уровня [5]. Также современные алгоритмы способны не только выявлять новообразования, но и проводить их предварительное стадирование, анализируя такие признаки, как сосудистый рисунок, форму и границы образования. Перспективами применения ИИ в визуальных методах диагностики является интеграция ИИ-ассистентов в эндоскопические стойки, что позволит автоматически документировать локализацию и характеристики новообразований, формировать стандартизированные

протоколы исследования, выделять подозрительные участки слизистой на экране в режиме реального времени, что в совокупности поможет улучшить диагностику и снизить частоту пропущенных новообразований.

Медицинская документация

Обработка естественного языка включает в себя распознавание речи, языковой перевод и обработку текста. Это может быть потенциальной возможностью для того, чтобы упростить ежедневную работу с медицинской документацией или написание научных статей. Врачи разных специальностей называют «бумажную» работу, заполнение электронных медицинских карт (ЭМК) основным источником стресса, 75% всех симптомов выгорания врачей вызывает работа с ЭМК [6]. В настоящее время некоторые компании внедряют ИИ для помощи врачам. Одна из компаний, Nuance, разработала помощника-секретаря на основе ИИ DAXCopilot в качестве окружающего и разговорного генеративного ИИ. Эта технология использует микрофон на смартфоне для прослушивания на приеме, а затем создает и расшифровывает клинические заметки без записи разговора. Недавно эту технологию приняли на вооружение крупные поставщики ЭМК, такие как Epic, внедрившие это программное обеспечение в свои ЭМК в более чем 150 системах здравоохранения. Permanente Medical Group изучила точность и эффективность «ИИ-секретаря», более чем в 300 000 записях приема с пациентами в течение 10-недельного периода, и отметила, что он сэкономил врачам в среднем 1 час в день, который они тратили на набор текста и заполнение полей. В исследовании The Permanente Medical Group (TPMG) отметили, что «ИИ-секретарь» достиг 96% точности при подготовке клинической документации, однако он не являлся полной заменой врача, а лишь позволил сделать процесс заполнения истории болезни более рациональным: врач просматривает созданную ИИ запись и редактирует ее, а не составляет полностью самостоятельно. В дальнейшем, полученную таким образом информацию будет проще систематизировать для формирования отчетов или использовать при оценке качества медицинской помощи [7].

Прогностические модели и анализ клинических данных

Использование ИИ как инструмента для моделирования клинических ситуаций позволяет не только проводить стратификацию пациентов по группам риска, но и принимать обоснованные клинические решения о тактике ведения с учетом предполагаемых исходов заболевания. Для реализации этих задач применяются различные алгоритмы ML, включая методы опорных векторов, ансамблевые модели и нейросетевые подходы.

В исследовании F. Dal Moro и соавт. был применен метод линейного программирования на основе машины опорных векторов (linear programming support vector ma-

chine, LPSVM). На основании 9 клинических признаков программа с высокой чувствительностью определяла вероятность самостоятельного отхождения камня при почечной колике, что позволило оптимизировать тактику ведения пациентов и избежать необоснованных оперативных вмешательств [8].

Тот же методологический подход был использован в работе T. Shabaniyan и соавт. Исследователи разработали систему поддержки принятия решений для прогнозирования послеоперационного течения после перкутанной нефролитотрипсии (ПНЛТ). На основе 26 переменных из трех категорий (анамнестические данные, параметры камня, лабораторные показатели) алгоритм ML делал вывод о вероятных вариантах течения послеоперационного периода. При валидации на 254 пациентах точность моделирования составила 94,8%. Наибольшую чувствительность алгоритм продемонстрировал для прогнозирования необходимости послеоперационного стентирования (85,2%) и потребности в гемотрансфузии (95,0%). Авторы заключили, что разработанная система может использоваться для предоперационного консультирования пациентов и выбора оптимального хирургического подхода [9].

Наиболее активно моделирование исходов заболевания и стратификация пациентов по группам риска применяется в онкоурологии. J.-E. Bibault и L. Xing для прогнозирования выживания у больных раком предстательной железы использовали данные проспективного клинического исследования PLCO (Prostate, Lung, Colo-rectal, and Ovarian Cancer Screening Trial), посвященного скринингу рака предстательной железы и других злокачественных новообразований. Для моделирования были отобраны пациенты, у которых был диагностирован рак предстательной железы в ходе наблюдения. Исследователи разработали две модели для прогнозирования десятилетней онкологически-специфической выживаемости и общей выживаемости. Из 8776 пациентов с диагнозом рак предстательной железы обучение моделей проводилось на 7021 пациенте, а тестирование – на выборке из 1755 пациентов. Модели продемонстрировали высокую точность: 0,87 – для общей выживаемости и 0,98 – для онкологически-специфической выживаемости. Авторы сделали вывод, что эти модели могут быть использованы для прогнозирования исходов и поддержки принятия обоснованных решений при лечении рака предстательной железы, а применение методов интерпретируемого ИИ позволяет визуализировать вклад каждого фактора в индивидуальный прогноз [10].

В крупном систематическом обзоре N. Roessler и соавт. проанализированы 19 исследований в области рака предстательной железы ($n=17\,541$). Десять из них использовали модель ArteraAI, которая позволяет идентифицировать пациентов с локализованным раком предстательной железы, получающих лучевую терапию, которые могут безопасно избежать краткосрочной или долгосрочной андроген-депривационной терапии. Субдистрибутивный коэффициент риска составил 0,34 (95% доверительный

интервал: 0,19–0,63) для краткосрочной и 0,55 (95% ДИ: 0,41–0,73) для долгосрочной терапии [11].

Несмотря на многообещающие результаты, ни одно из включенных в систематический обзор исследований не проводило проспективную валидацию разработанных моделей. Это подчеркивает необходимость дальнейших исследований для подтверждения клинической эффективности и воспроизводимости прогностических систем на основе ИИ перед их широким внедрением в рутинную практику.

Современные механизмы ИИ позволяют не только повысить точность ранней диагностики и прогнозирования, но и значительно улучшить качество медицинской помощи путем снижения заболеваемости и улучшения исходов для пациентов.

Принципиально важным моментом применения ИИ является его доступность. Идеальным решением выглядит интеграция ИИ-ассистентов в медицинскую информационную систему учреждения, но даже если это еще не произошло в вашем лечебном учреждении есть возможность применять ИИ на рабочем месте самостоятельно. Для этого нужен только интернет, четкое понимание принципов работы ИИ и конфиденциальности информации. Или использовании ИИ в условиях локального сервера.

Ограничения и этические аспекты

Несмотря на все вышеперечисленные достижения, ИИ не способен заменить врача на его рабочем месте. Медиа и данные научной литературы ежедневно акцентируют внимание на сильных сторонах ИИ, таких как: высокая эффективность, широкая область применения и простота эксплуатации, забывая при этом о недостатках. Условно их можно разделить на «этические» и «технические». Первые чаще всего связаны с алгоритмической предвзятостью ИИ, возможностью утечки персональных данных пациента и отсутствии прозрачности. Алгоритмы часто работают сложными способами, которые нелегко интерпретировать даже врачам, которые их используют или разработчикам, которые их создают.

Важно также определить, кто будет нести ответственность за принятые алгоритмами решения. В настоящее время опубликован проект федерального закона «Об основах государственного регулирования применения технологий искусственного интеллекта» согласно которому пациент должен будет знать, когда его диагностика или лечение осуществляются с участием ИИ. В проекте российского закона об ИИ (статья 9) закреплено право гражданина на уведомление о применении технологий ИИ при принятии решений, затрагивающих его права и законные интересы. В медицинском контексте это означает необходимость включения в информированное согласие раздела о применении ИИ-ассистентов. Законопроект также закрепляет за гражданином право отказаться от использования технологий ИИ при получении услуг в случаях, установленных Правительством РФ. Ответственность за решения, принятые ИИ, несет раз-

работчик модели, оператор системы и пользователь, которым является врач или медицинское учреждение [12, 13].

Эти и многие другие этические дилеммы нуждаются в четких указаниях по использованию ИИ в медицине и, в частности в урологии, так как нерациональное применение может подорвать безопасность пациентов, профессиональную честность врачей и разработчиков. Технические недостатки обусловлены возросшими ожиданиями от ИИ. Так, существуют слабые места для применения алгоритмов. Например, при анализе «входных данных» из нерепрезентативной выборки ИИ будет прогнозировать различные, возможно взаимоисключающие исходы, не учитывая при этом случайные события. Другой сложностью является необходимость унификации данных и большой массив информации для качественного обучения системы. Например, для создания программы, с помощью которой станет возможным постановка диагноза по изображению, ИИ необходимо использовать около 100 000 снимков для тренировки. При этом анализируемое изображение должно обладать сопоставимым качеством, расположением и отсутствием артефактов. В то время как человеку для распознавания будет достаточно около 10 изображений или текста с описанием.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ демонстрирует, что технологии искусственного интеллекта активно внедряются в различные области урологии, показывая результаты, сопоставимые или превосходящие возможности клиницистов в ряде узких задач [11–14]. Наиболее перспективными направлениями остаются визуальная диагностика (анализ КТ, МРТ, эндоскопических изображений) и прогностическое моделирование, позволяющее персонализировать тактику лечения.

Однако при интерпретации полученных данных необходимо учитывать ряд методологических ограничений. Большинство представленных исследований выполнены на ретроспективных выборках, что повышает риск переобучения моделей и снижает их внешнюю валидность. Отсутствие проспективной валидации, отмеченное в систематическом обзоре N. Roessler и соавт., является общей проблемой для этой области. Кроме того, значительная часть работ выполнена на данных из одного центра, что ограничивает возможность экстраполяции результатов на другие популяции [11].

Сравнение эффективности ИИ-алгоритмов с работой клиницистов также требует осторожной интерпретации. В большинстве исследований сравнение проводится с группой врачей, не имеющих узкой специализации в анализируемой области, либо с использованием искусственно созданных условий, не отражающих реальную клиническую практику. Для полноценной оценки клинической значимости ИИ-технологий необходимы рандомизированные контролируемые исследования, сравнивающие исходы пациентов при традиционном подходе и при использовании ИИ-ассистентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИИ представляет собой инновационную технологию с широкими возможностями для совершенствования медицинской помощи, в том числе в урологии. Очевидно, что мы находимся в эпоху симбиоза клинической медицины и информационных достижений [15, 16]. Несмотря на высокий потенциал применения ИИ в различных областях медицины, существуют определенные препятствия: этические дилеммы,

ограничения функций, недостаточная инфраструктура, а также вопросы качества и доступности данных. ИИ не может заменить навыки и опыт врача, но может стать мощным инструментом для повышения точности диагностики, эффективности лечения и оптимизации рабочих процессов. В итоге гармоничное сочетание передовых технологий и профессиональных знаний обеспечит лучшие результаты для пациентов и будет способствовать развитию современной медицины. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Lamb DJ, Niederberger CS. Artificial intelligence in medicine and male infertility. *World J Urol*. 1993;11(2):129-36. <https://doi.org/10.1007/BF00182040>.
- U.S. Food and Drug Administration. Artificial intelligence-enabled medical devices [Internet]. Silver Spring (MD): FDA; [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-enabled-medical-devices>.
- Parakh A, Lee H, Lee JH, Eisner BH, Sahani DV, Do S. Urinary stone detection on CT images using deep convolutional neural networks: evaluation of model performance and generalization. *Radiol Artif Intell*. 2019;1(4):180066. <https://doi.org/10.1148/ryai.2019180066>.
- Feng Z, Rong P, Cao P, Zhou Q, Zhu W, Yan Z, Liu Q, Wang W. Machine learning-based quantitative texture analysis of CT images of small renal masses: differentiation of angiomyolipoma without visible fat from renal cell carcinoma. *Eur Radiol*. 2018;28(4): 1625-33. <https://doi.org/10.1007/00330-017-5118-z>.
- Shkolyar E, Jia X, Chang TC, Trivedi D, Mach KE, Meng MQ-H, Xing L, Liao JC. Augmented bladder tumor detection using deep learning. *Eur Urol*. 2019;76(6):714-8. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.08.032>.
- Shanfelt TD, Dyrbye LN, Sinsky C, Hasan O, Satele D, Sloan J, West CP. Relationship between clerical burden and characteristics of the electronic environment with physician burnout and professional satisfaction. *Mayo Clin Proc*. 2016;91(7):836-48. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.05.007>.
- Nuance Communications. DAX Copilot: AI-powered clinical documentation [Internet]. Burlington (MA): Nuance Communications; [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://www.nuance.com/healthcare/ambient-clinical-intelligence.html>.
- Dal Moro F, Abate A, Lankriet GR, Arandjelovic G, Gasparella P, Bassi P, Mancini M, Pagano F. A novel approach for accurate prediction of spontaneous passage of ureteral stones: support vector machines. *Kidney Int*. 2006;69(1):157-60. <https://doi.org/10.1038/si.ki.5000010>.
- Shabaniyan T, Parsaei H, Aminsharif A, Movahedi MM, Jahromi AT, Pouyesh S, Parvin H. An artificial intelligence-based clinical decision support system for large kidney stone treatment. *Australas Phys Eng Sci Med*. 2019;42(3):771-9. <https://doi.org/10.1007/13246-019-00780-3>.
- Bibault JE, Xing L. Development and validation of an interpretable artificial intelligence model to predict 10-year prostate cancer mortality. *Cancers (Basel)*. 2021;13(12):3064. <https://doi.org/10.3390/cancers13123064>.
- Roessler N, Miszyk M, Miyajima K, Dematteis A, Alfarnan AR, Cormio A, et al. Harnessing artificial intelligence for risk stratification and outcome prediction in urologic cancers: a systematic review. *Eur Urol Focus*. 2025;2405-4569(25)00362-1. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2025.12.007>.
- Проект федерального закона «Об основах государственного регулирования сфер применения технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации» (опубликован 18.03.2026). Система обеспечения законодательной деятельности. URL: <https://regulation.gov.ru/projects/166424/> (дата обращения: 13.04.2026). [Draft Federal Law «On the Fundamentals of State Regulation of the Applications of Artificial Intelligence Technologies in the Russian Federation» (published March 18, 2026). Federal Portal of Draft Regulatory Legal Acts. Available from: <https://regulation.gov.ru/projects/166424/> (Cited 2026 Apr 13). (In Russian)].
- Монаков Д.М., Шадеркина В.А., Рева С.А., Грицкевич А.А. Защита персональных данных пациентов при использовании телемедицинских технологий в период пандемии COVID-19. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2021;7(4):48-57. [Monakov D.M., Shaderkina V.A., Reva S.A., Gritskevich A.A. Protection of patients' personal data when using telemedicine technologies during the COVID-19 pandemic. *Rossiyskiy zhurnal teleditsiny i elektronnoygo zdoravookhraneniya = Russian Journal of Telemedicine and E-Health* 2021;7(4):48-57 (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-4-48-57>.
- Пранович А.А., Исмаилов А.К., Карельская Н.А., Костин А.А., Кармазановский Г.Г., Грицкевич А.А. Искусственный интеллект в диагностике и лечении мочекаменной болезни. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2022;8(1):42-57. [Pranovich A.A., Ismailov A.K., Karelskaya N.A., Kostin A.A., Karmazanovsky G.G., Gritskevich A.A. Artificial intelligence in the diagnosis and treatment of kidney stone disease. *Rossiyskiy zhurnal teleditsiny i elektronnoygo zdoravookhraneniya = Russian Journal of Telemedicine and E-Health* 2022;8(1):42-57 (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-1-42-57>.
- Шадеркин И.А. Правовой суверенитет личности в цифровом здравоохранении в эпоху искусственного интеллекта. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2025;11(4):7-16. [Shaderkin I.A. Digital Health: Legal Sovereignty of the Individual in Digital Healthcare in the Era of Artificial Intelligence. *Rossiyskiy zhurnal teleditsiny i elektronnoygo zdoravookhraneniya = Russian Journal of Telemedicine and E-Health* 2025;11(4):7-16 (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-4-7-16>.
- Шадеркин И.А., Шадеркина В.А. Цифровое здравоохранение: прогноз на 2025-2030 гг. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2025;11(3):7-18. [Shaderkin I.A., Shaderkina V.A. Digital Health: Forecast for 2025-2030. *Rossiyskiy zhurnal teleditsiny i elektronnoygo zdoravookhraneniya = Russian Journal of Telemedicine and E-Health* 2025;11(3):7-18 (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2025-11-3-7-18>.

Сведения об авторах:

Протошчак В.В. – д.м.н., профессор, начальник кафедры урологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID: 608157, <https://orcid.org/0000-0002-4996-2927>

Игловиков Н.Ю. – к.м.н., доцент кафедры урологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID: 897903, <https://orcid.org/0009-0006-2027-9573>

Бабкин П.А. – д.м.н., профессор кафедры урологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID: 265891, <https://orcid.org/0000-0003-0829-2661>

Добродеева А.А. – клинический ординатор кафедры урологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID: 1244495, <https://orcid.org/0009-0005-2417-9759>

Амдй Р.Э. – д.м.н., профессор кафедры урологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; РИНЦ Author ID: 259149, <https://orcid.org/0000-0003-1305-5791>

Вклад авторов:

Протошчак В.В. – дизайн исследования, утверждение окончательного текста статьи, 25%
Игловиков Н.Ю. – дизайн исследования, написание текста статьи, 20%
Бабкин П. А. – написание текста статьи, 15%
Добродеева А.А. – написание текста статьи, 20%
Амдй Р.Э. – написание текста статьи, 20%

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена без финансовой поддержки.

Статья поступила: 17.01.2026

Результаты рецензирования: 13.03.2026

Исправления получены: 19.04.2026

Принята к публикации: 25.04.2026

Information about authors:

Protoshchak V.V. – Dr. Sci., Professor, head of the urology department of the S. M. Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID: 608157, <https://orcid.org/0000-0002-4996-2927>

Iglovikov N.Yu. – PhD, Associate Professor of urology department of the S. M. Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID: 897903, <https://orcid.org/0009-0006-2027-9573>

Babkin P.A. – Dr. Sci., Professor of urology department of the S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID: 265891, <https://orcid.org/0000-0003-0829-2661>

Dobrodeeva A.A. – clinical resident of the department of urology, S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia; RSCI Author ID: 1244495, <https://orcid.org/0009-0005-2417-9759>

Amdy R.E. – Dr. Sci., Professor at the Department of Urology, First St. Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia; RSCI Author ID: 259149, <https://orcid.org/0000-0003-1305-5791>

Authors' contributions:

Protoshchak V.V. – development of research design, approval of the final version, 25%
Iglovikov N.Yu. – research design development, text writing, 20%
Babkin P. A. – text writing, 15%
Dobrodeeva A.A. – text writing, 20%
Amdy R.E. – text writing, 20%

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The article was made without financial support.

Received: 17.01.2026

Peer review: 13.03.2026

Corrections received: 19.04.2026

Accepted for publication: 25.04.2026