



Какие нейросети и как может использовать врач-уролог в своей ежедневной работе: практические рекомендации

© Андрей А. Гусев

Ростовский государственный медицинский университет [Ростов-на-Дону, Россия]

Аннотация

Искусственный интеллект (ИИ) становится неотъемлемой частью современной медицины, включая урологию. В статье рассматриваются основные подходы к применению ИИ в диагностике, лечении урологических заболеваний. Акцент сделан на возможностях нейросетей, таких как сверточные и рекуррентные, для анализа медицинских изображений, прогнозирования исходов и автоматизации рутинных задач. Особое внимание уделено применению алгоритмов глубокого обучения в выявлении и сегментации урологических патологий на УЗИ, КТ и МРТ. Рассматриваются успешные примеры использования ИИ в диагностике рака предстательной железы и мочевого пузыря, прогнозирования рисков осложнений, а также в разработке персонализированных терапевтических стратегий. Обсуждаются преимущества и ограничения ИИ в урологической практике, включая необходимость качественных данных для обучения моделей, проблемы интерпретации алгоритмов и вопросы этического характера. Статья содержит практические рекомендации для врачей-урологов, направленные на интеграцию ИИ в клиническую деятельность, подчёркивая роль технологий в улучшении качества медицинской помощи и повышении точности решений. Данные, представленные в статье, будут полезны для урологов, стремящихся интегрировать ИИ в клиническую практику, и подчёркивают важность сочетания технологий ИИ с клинической экспертизой для оптимального улучшения качества медицинской помощи. На пороге новой эры урологии те, кто первыми овладеют ИИ, не только изменят подходы к лечению, но и создадут будущее профессии.

Ключевые слова: искусственный интеллект; нейросети; урология; диагностика; прогнозирование; персонализированное лечение

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Раскрытие интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. **Вклад автора:** текст генерирован OpenAI, промптинженеринг и редакция — А.А. Гусев

✉ **Корреспондирующий автор:** Андрей Анатольевич Гусев; gusev_rost@mail.ru

Поступила в редакцию: 14.10.2024. Принята к публикации: 14.01.2025. Опубликовано: 26.02.2025

Для цитирования: Гусев А.А. Какие нейросети и как может использовать врач-уролог в своей ежедневной работе: практические рекомендации. *Вестник урологии*. 2025;13(1):99-109. DOI: 10.21886/2308-6424-2025-13-1-99-109.

What neural networks and how a urologist can utilize in his routine tasks: practical tips

© Andrey A. Gusev

Rostov State Medical University [Rostov-on-Don, Russian Federation]

Abstract

Artificial intelligence (AI) is becoming an integral part of modern medicine, including urology. This article examines key approaches to implementing AI in diagnostics, treatment, and patient management. The focus is on the potential of neural networks, such as convolutional and recurrent networks, for medical image analysis, outcome prediction, and automation of routine tasks. Particular attention is given to the application of deep learning algorithms in identifying and segmenting urological pathologies in ultrasound, CT, and MRI images. Successful examples of AI use in diagnosing prostate and bladder cancer, predicting complication risks, and developing personalized therapeutic strategies are discussed. The advantages and limitations of AI in urological practice are explored, including the need for high-quality data for model training, challenges in algorithm interpretation, and ethical considerations. The article provides practical recommendations for urologists on integrating AI into clinical activities, emphasizing its role in improving healthcare quality and enhancing decision-making accuracy. The article serves as a practical guide for

urologists seeking to integrate AI into clinical practice, emphasizing the importance of combining AI technologies with clinical expertise to optimize the quality of medical care. On the threshold of a new era in urology, those who are the first to master artificial intelligence will not only transform approaches to treatment but also shape the future of the profession.

Keywords: artificial intelligence; neural networks; urology; diagnostics; prediction; personalized treatment

Funding. The study had no sponsorship. **Disclosure.** The author declares no conflict of interest.

Author contributions: text generated by OpenAI, prompting and editing — A.A. Gusev

✉ **Corresponding author:** Andrey A. Gusev; gusev_rost@mail.ru

Received: 14.11.2024. **Accepted:** 14.01.2025. **Published:** 26.02.2025.

For citation: Gusev A.A. What neural networks and how a urologist can utilize in his routine tasks: practical tips. *Urology Herald*. 2025;13(1):99-109. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2025-13-1-99-109.

Введение

По разным оценкам, на сегодняшний день от 70 до 90% населения планеты имеет крайне скудные или частично «извращённые» понятия об искусственном интеллекте (ИИ) или нейросетях, соответственно не представляя, как их можно использовать в своей работе или повседневной жизни. Я не программист и не эксперт в вопросе нейросетей, я — уролог, но попытаюсь внести некоторую ясность в понимание их возможностей, которые есть на сегодняшний день и, по мнению экспертов, увеличиваются в геометрической прогрессии с каждым днем. Для простоты понимания представим, что ИИ — это человеческий мозг, который с самого младенчества набирает знания и понимание окружающего мира. Этот мозг проходит обучение посредством получения информации через наши органы чувств (зрение, слух, обоняние и т.д.). Он проходит этапы домашнего, школьного, университетского обучения и в течение всей дальнейшей жизни профессионального совершенствования, да и просто набора житейской мудрости. ИИ (нейросеть) также обучается на основе данных, которые ей предоставляет человек. Правда, в отличие от человеческого мозга процесс обучения ИИ происходит во много раз быстрее, потому что ИИ не устаёт, не тратит время на сон, отдых и развлечения. Но, как и человеческому мозгу, ИИ нужна конкретная и достоверная информация, причём, чем её больше (big data), тем качественнее будет результат обучения. Для примера: чтобы ИИ научился на изображении (фото) видеть кошку, ему надо закачать в память несколько миллионов / миллиардов изображений кошек в разных ракурсах. Чтобы он научился отличать кошку от тигра, надо провести

с ним тысячи тестов на отличия, пока ИИ не перестанет ошибаться в выборе. При этом ИИ, если «выучил», никогда ничего не забудет: ни химию за 9 класс, ни цикл Кребса.

В чем ещё отличие нейросети от человеческого мозга? В том, что для создания нового человека с его мозгом, достаточно двух человек разного пола, а для создания нейросети нужна большая команда программистов и огромные материальные ресурсы. Таким образом, даже крупные медицинские клиники, в том числе и университетские, не создают нейросети (ИИ) как таковые, а обучают уже созданные кем-либо.

Возникает вопрос о том, может или нет практикующий уролог сейчас использовать нейросети в своей работе? Далее предлагаю вам ответ на этот вопрос.

Нейросети, будучи одним из ключевых направлений развития ИИ, могут выполнять широкий спектр задач. Например, они способны анализировать изображения, строить прогнозы и даже помогать в принятии решений. Это инструмент, который позволяет максимально эффективно использовать уже имеющиеся данные и знания. Сегодня нейросети уже используются в радиологии, онкологии и кардиологии. Но что они могут предложить урологии?

Врачам-урологам стоит не только понимать, как работают эти технологии, но и уметь интегрировать их в свою ежедневную практику, чтобы повысить точность диагностики и улучшить результаты лечения. Важно помнить, что мы находимся в самом начале пути, и те врачи, которые начнут внедрять ИИ сейчас, смогут получить конкурентное преимущество в ближайшие годы.

Цель исследования: понять, какие

именно нейросети могут стать полезными в урологии, как их использовать и на что обратить внимание при внедрении ИИ в клиническую работу.

Типы нейросетей и их применение в медицине

ИИ охватывает широкий спектр технологий, но ключевыми среди них для врачей являются нейросети. Эти алгоритмы способны «обучаться» на больших объёмах данных и затем применять полученные знания для решения сложных задач. Для уролога понимание того, какие виды нейросетей существуют и как они работают, становится важным шагом на пути к их эффективному использованию.

Нейросети можно сравнить с мозгом человека: они состоят из «нейронов», которые взаимодействуют между собой, обрабатывая информацию. Но в отличие от человеческого мозга нейросети специализированы на выполнении определённых задач, например, таких как распознавание изображений или прогнозирование исходов на основании данных. Разделение нейросетей на типы зависит от того, какие именно задачи они решают и как устроены их внутренние структуры.

Классификация нейросетей: от простых до глубоких

Самые простые нейросети — это *многослойные перцептроны*, которые могут справляться с задачами классификации данных, например, выявлением нормальных и патологических изменений в мочеполовой системе. Более сложные — *глубокие* — нейросети состоят из многих слоёв и могут решать сложные задачи, такие как анализ медицинских изображений или прогнозирование исходов лечения.

Свёрточные нейросети (Convolutional Neural Networks, CNN) особенно эффективны для обработки изображений. Они уже применяются для анализа УЗИ, КТ и МРТ, помогая выявлять малозаметные патологические изменения, которые сложно заметить невооружённым глазом. Это можно сравнить с тем, что опытный врач видит больше деталей в снимке, чем новичок, только здесь опыт накапливается в виде данных.

Рекуррентные нейросети (Recurrent Neural Networks, RNN) ориентированы на анализ последовательностей данных

и прогнозирование. Они полезны для анализа временных рядов, например, для отслеживания динамики изменений в результатах анализов пациента или реакции на лечение. Такой подход напоминает врачебное наблюдение за пациентом в течение времени, только с более точным расчётом возможных исходов.

Задачи, решаемые нейросетями

Для уролога ключевыми задачами являются классификация, сегментация и прогнозирование. Классификация позволяет разделять данные на категории, например, диагностировать рак предстательной железы на основании МРТ. Сегментация помогает выделить на изображениях конкретные зоны, такие как опухоли или изменения тканей. Прогнозирование даёт возможность оценить риски и вероятные исходы лечения или хирургического вмешательства.

На сегодняшний день нейросети активно применяются в радиологии, дерматологии, офтальмологии и других сферах медицины. Например, свёрточные нейросети успешно диагностируют кожные заболевания по фотографиям, выявляют ранние стадии диабетической ретинопатии по снимкам сетчатки и определяют кардиологические риски по данным ЭКГ. Эти примеры демонстрируют потенциал нейросетей, и урология не станет исключением.

Алгоритмы машинного обучения и их применение в урологии

Алгоритмы машинного обучения / Machine learning (МО / ML) — это ключевой элемент ИИ, который позволяет ИИ анализировать большие массивы данных, выявлять закономерности и принимать решения без явного программирования.

Основные типы алгоритмов МО

Алгоритмы МО можно разделить на следующие категории в зависимости от типа данных и задач, которые они решают:

Алгоритмы с учителем (supervised learning) используются для прогнозирования результатов на основе меток данных. Например, предсказание вероятности рецидива заболевания на основе данных пациента.

Алгоритмы без учителя (unsupervised learning) помогают выявлять скрытые структуры в данных без заранее известных меток. Такие алгоритмы могут использоваться для кластеризации пациентов по группам риска.

Полуконтролируемое обучение (semi-supervised learning) — это гибридный подход, который использует как размеченные, так и неразмеченные данные для повышения точности анализа.

Обучение с подкреплением (reinforcement learning) основано на методе проб и ошибок, где модель учится на основе обратной связи. Применяется для оптимизации решений, таких как выбор плана лечения.

Применение алгоритмов МО в урологической практике

МО может применяться на разных этапах медицинского процесса в урологии — от диагностики до мониторинга и прогнозирования исходов лечения.

Примечание: требует больших баз данных («big data»)

Диагностика заболеваний. МО используется для анализа данных пациентов (симптомы, анализы, медицинская история) и помогает урологам быстрее и точнее ставить диагноз. Например, алгоритмы глубокого обучения успешно применяются для анализа изображений магнитно-резонансной томографии (МРТ) при диагностике рака предстательной железы.

Пример 1. Исследования показали, что алгоритмы МО могут достигать точности до 90% в распознавании злокачественных опухолей на основе данных МРТ.

Пример 2. Применение CNN для анализа изображений МРТ позволяет выявить рак почки и рак простаты на ранних стадиях с точностью, сравнимой с заключениями опытных радиологов.

Пример 3. Алгоритмы МО успешно применяются для автоматического сегментирования опухолей на изображениях КТ, что позволяет ускорить процесс диагностики и улучшить планирование хирургических операций.

Прогнозирование риска заболеваний. Использование МО для анализа больших баз данных пациентов позволяет выявлять группы риска, предсказывать вероятность развития определённых заболеваний и рекомендовать профилактические меры.

Пример. Предсказательные модели на основе МО помогают урологам определять вероятность рецидива рака мочевого пузыря после хирургического вмешательства.

Персонализированные подходы к лечению. МО помогает создать персонализированные планы лечения для пациентов,

анализируя данные о генетике, образе жизни и истории заболеваний. Это особенно полезно в лечении рака простаты и мочевого пузыря, где методы лечения могут существенно варьироваться в зависимости от индивидуальных характеристик пациента.

Пример. Используя алгоритмы МО, можно подобрать наиболее подходящий вид терапии для пациентов с онкологическими заболеваниями, минимизируя побочные эффекты и увеличивая шансы на успех.

Оценка прогноза и исходов лечения. С помощью МО урологи могут прогнозировать исходы лечения, основываясь на данных пациентов, включая их реакции на предыдущие виды терапии, уровень биомаркеров и другие факторы.

Пример. МО модели помогают предсказывать успешность лечения эректильной дисфункции или вероятность развития осложнений после хирургических операций.

Преимущества и ограничения МО в урологии

МО предлагает множество преимуществ для урологической практики, однако существует и ряд вызовов, с которыми урологи могут столкнуться при использовании этих технологий.

Преимущества:

- 1) повышение точности диагностики и прогноза;
- 2) быстрая обработка больших объёмов данных;
- 3) возможность персонализировать лечение;
- 4) автоматизация рутинных задач, таких как анализ медицинских изображений.

Ограничения:

- 1) необходимость высококачественных и репрезентативных данных для обучения моделей;
- 2) проблемы с интерпретируемостью решений алгоритмов ИИ (например, «чёрный ящик»);
- 3) риск предвзятости, если данные, на которых обучались модели, недостаточно сбалансированы;
- 4) этические и правовые вопросы, связанные с использованием ИИ в медицине.

Практические рекомендации по использованию МО в урологии

Для успешного внедрения МО в повседневную работу уролога важно соблюдать несколько ключевых принципов:

- 1) используйте алгоритмы, которые

были валидированы на клинических данных и имеют доказанную эффективность;

2) обучайте персонал для работы с МО-системами и их правильного использования в клинической практике;

3) сочетайте результаты МО с клинической экспертизой — ИИ должен дополнять работу врача, а не заменять её;

4) обеспечьте надёжную защиту данных пациентов и соблюдение этических стандартов.

Нейросети в лабораторной диагностике

Прогнозирование осложнений и рекомендаций на основе лабораторных данных

Одной из ключевых задач уролога является не только постановка диагноза, но и прогнозирование вероятных осложнений или результатов лечения. Нейросети могут помочь анализировать данные пациента и прогнозировать вероятность развития осложнений, таких как послеоперационные инфекции, тромбозы или рецидивы заболевания.

Использование ИИ в гистопатологии: анализ биопсийных данных

Гистопатология — это ещё одна область, где нейросети уже начинают оказывать существенное влияние. В урологии анализ биопсий, например предстательной железы, является важным инструментом для диагностики онкологических заболеваний. Нейросети могут помочь в автоматическом распознавании и классификации патологических изменений в тканях, что значительно ускоряет процесс диагностики и повышает его точность.

Примечание: <https://scitechdaily.com/96-accuracy-harvard-scientists-unveil-revolutionary-chatgpt-like-ai-for-cancer-diagnosis/>

Примеры успешных применений ИИ в урологической хирургии

Радикальная простатэктомия. Системы, основанные на ИИ, помогают хирургу сохранить нервные структуры, ответственные за эректильную функцию, улучшая качество жизни пациентов после операции.

Нефрэктомия с роботизированной поддержкой. ИИ помогает хирургу точнее иссекать опухоль, минимизируя повреждения здоровых тканей и снижая риск послеоперационных осложнений.

Примеры успешного использования ИИ в онкодиагностике

Рак предстательной железы. ИИ-системы, интегрированные с МРТ, могут автоматически обнаруживать очаги подозрительной активности и помогать в принятии решений по биопсии или лечению.

Рак мочевого пузыря. ИИ может анализировать данные цистоскопии и выявлять опухолевые изменения на ранних стадиях, что повышает шансы на успешное лечение.

Рак почки. ИИ помогает анализировать КТ и МРТ-снимки, выявляя злокачественные образования и прогнозируя риск их роста и метастазирования.

Примеры успешного применения ИИ для ведения хронических заболеваний

Хроническая болезнь почек (ХБП). ИИ помогает предсказывать ухудшение состояния пациента и необходимость в диализе, что позволяет заранее подготовиться к этому этапу лечения.

Хронический простатит и ГПЖ. ИИ-алгоритмы могут предлагать индивидуализованные схемы лечения на основе анализа данных о реакции пациента на терапию и динамике его состояния.

Нейрогенная дисфункция мочевого пузыря. ИИ-системы мониторинга помогают вовремя корректировать лечение на основе изменений состояния пациента и данных ежедневного мониторинга.

Использование ИИ для анализа медицинской литературы и исследований

Для врача-уролога, как и для любого медицинского специалиста, крайне важно быть в курсе последних достижений науки, новых методов лечения и исследований. В условиях стремительного роста объёма медицинской литературы ИИ становится необходимым помощником в обработке, фильтрации и анализе огромных массивов данных, что позволяет врачам быстрее получать доступ к самой актуальной и полезной информации.

Автоматическая сортировка и фильтрация научных публикаций

Научные базы данных, такие как папки PubMed, содержат миллионы статей, и количество публикаций растёт ежедневно. ИИ может помочь урологам автоматически отбирать релевантные исследования на основе ключевых слов, конкретных тем

или других фильтров. Благодаря технологиям машинного обучения ИИ способен не только находить статьи по заданным критериям, но и сортировать их по значимости и новизне.

Практический шаг. Используйте ИИ-платформы, такие как "Semantic Scholar" или "Connected Papers", для поиска и сортировки научных статей по ключевым темам, связанным с урологией, например, новейшие методы лечения рака простаты или мочекаменной болезни. Это сократит время на поиск нужных данных и улучшит качество получаемой информации.

Обзор последних достижений и новых методов лечения

ИИ может проводить анализ огромного количества научных статей и клинических исследований, выделяя ключевые моменты, такие как новые подходы к лечению, результаты клинических испытаний и статистические данные. Это особенно полезно при необходимости быстрого обзора литературы по конкретной теме.

Практический шаг. Применяйте ИИ-сервисы для анализа медицинских публикаций с целью получения кратких сводок ключевых выводов. Такие системы могут быстро находить информацию о новых подходах к терапии заболеваний мочеполовой системы, инновационных методах лечения и диагностических алгоритмах.

Систематизация данных для мета-анализов и обзоров

ИИ способен автоматизировать процесс систематизации данных для создания мета-анализов, которые необходимы для обобщения научных результатов. Это может быть особенно полезно для урологов, занимающихся исследовательской деятельностью или клинической практикой, где важен доступ к точным статистическим данным. ИИ может быстро собирать и обрабатывать результаты исследований, помогая находить закономерности и выводить общие тенденции.

Практический шаг. Используйте ИИ-платформы для выполнения сложных мета-анализов по данным исследований, связанных с урологией, таких как эффективность различных подходов к лечению мочекаменной болезни или оценка рисков развития осложнений после операций на мочевыводящих путях.

Анализ больших данных для клиниче-

ских исследований

ИИ может анализировать большие массивы клинических данных, собранных из множества исследований и медицинских карт пациентов, помогая выявить новые паттерны или связи. Это особенно актуально для клинических исследований, направленных на изучение редких заболеваний или сложных клинических случаев.

Практический шаг. Используйте системы ИИ для анализа клинических данных, собранных по урологическим заболеваниям, с целью улучшения понимания факторов, влияющих на эффективность лечения, выявления групп риска или создания новых терапевтических стратегий.

Генерация гипотез для новых исследований

ИИ не только анализирует существующие данные, но и помогает генерировать новые гипотезы для дальнейших исследований. На основе анализа существующих публикаций и клинических данных ИИ может предложить области, где есть пробелы в знаниях, и указать на перспективные направления для будущих исследований.

Практический шаг. Интегрируйте ИИ в свою исследовательскую работу, используя его возможности для поиска новых научных гипотез. Это может помочь в формировании идей для новых исследований, касающихся улучшения методов лечения урологических заболеваний или изучения малоизученных аспектов патогенеза.

Примеры успешного использования ИИ для анализа медицинской литературы

"Semantic Scholar" — платформа, использующая ИИ для поиска и анализа научных статей, предоставляя краткие сводки и ключевые выводы из публикаций, что облегчает обзор литературы.

"Iris.ai" — система ИИ, которая помогает исследователям находить релевантные научные работы на основе заданной тематики и генерировать новые гипотезы для исследований.

"Connected Papers" — инструмент, позволяющий исследовать взаимосвязи между научными публикациями, помогая выявить ключевые работы по заданной теме.

Телемедицина и ИИ: новые возможности для урологии

Телемедицина, благодаря активному развитию технологий, в том числе ИИ, ста-

новится одним из ключевых инструментов в медицинской практике, включая урологию. Современные решения на базе ИИ значительно расширяют возможности дистанционного медицинского обслуживания, делая его более доступным, удобным и эффективным как для пациентов, так и для врачей.

Дистанционные консультации и диагностика с помощью ИИ

ИИ позволяет урологам проводить качественные консультации и диагностику на расстоянии, не теряя при этом точности в оценке состояния пациента. ИИ может анализировать симптомы, собранные во время онлайн-консультации, сопоставлять их с базой данных медицинских случаев и предлагать врачу предварительные гипотезы.

Практический шаг. Используйте ИИ-платформы для анализа симптомов у пациентов во время телемедицинских консультаций. Это поможет быстрее и точнее диагностировать заболевания, такие как инфекции мочевыводящих путей или мочекаменную болезнь, и предложить адекватное лечение уже на этапе дистанционного общения.

Алгоритмы ИИ для интерпретации визуальных данных

ИИ может анализировать визуальные данные, полученные от пациентов через телемедицинские платформы. Например, пациенты могут присылать фотографии изменений на коже в области гениталий или результаты исследований, таких как УЗИ или МРТ, для удалённой интерпретации. Алгоритмы ИИ помогают врачам быстро и точно анализировать эти изображения и давать рекомендации по дальнейшему лечению.

Практический шаг. Используйте ИИ для анализа медицинских изображений, передаваемых пациентами дистанционно. Это особенно полезно при диагностике опухолей, новообразований или других патологий органов мочеполовой системы, требующих визуальной оценки.

Управление хроническими заболеваниями на расстоянии

Пациенты с хроническими заболеваниями, такими как хроническая болезнь почек (ХБП), гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) или нейрогенная дисфункция мочевого пузыря, часто нуждаются в постоянном мониторинге. ИИ позволяет автоматизировать сбор данных о состоянии пациента

в реальном времени (например, данные о мочеиспускании, уровне артериального давления или уровне креатинина) и анализировать их, предсказывая возможные обострения или осложнения. Это даёт возможность своевременно корректировать лечение без необходимости регулярных визитов в клинику.

Практический шаг. Внедряйте телемедицинские платформы с интегрированными ИИ-алгоритмами для дистанционного мониторинга пациентов с хроническими урологическими заболеваниями. Эти платформы помогут автоматически отслеживать ключевые показатели здоровья и заранее предупреждать врача о возможных ухудшениях.

Виртуальные помощники и чат-боты для урологических консультаций

Виртуальные помощники и чат-боты, основанные на технологиях ИИ, становятся всё более популярным инструментом в медицине. В урологии они могут выполнять целый ряд задач — от предоставления консультаций по симптомам до помощи в планировании визитов и управления хроническими заболеваниями. Эти технологии облегчают повседневную работу врача, улучшая доступ пациентов к информации и поддержке в любое время.

Основные функции виртуальных помощников и чат-ботов в урологии

Предварительная оценка симптомов. Чат-боты могут служить первой линией взаимодействия с пациентом. Они используют алгоритмы, которые на основе данных, введённых пациентом, проводят предварительную оценку симптомов, дают рекомендации по дальнейшим шагам и при необходимости предложат записаться на приём к врачу. Для урологии это особенно полезно при частых симптомах, таких как боли при мочеиспускании, наличие крови в моче, проблемы с эрекцией или симптомах мочекаменной болезни. Чат-бот анализирует описание и предлагает возможные причины симптомов, направляя пациента к врачу для более точного диагноза.

Информирование и обучение пациентов. Чат-боты также играют роль медицинских помощников, информируя пациентов о различных заболеваниях, методах диагностики и лечения. Например, они могут объяснять пациентам, как подготовиться к урологическим обследованиям, таким как

УЗИ или биопсия, или давать советы по соблюдению назначенного лечения при хронических состояниях, таких как доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) или хронический простатит.

Напоминания о приёмах и планирование визитов. Одна из самых полезных функций виртуальных помощников — напоминание пациентам о визитах к врачу и планировании регулярных обследований. Для пациентов с хроническими урологическими заболеваниями это особенно важно, так как требуется регулярное наблюдение за состоянием. Чат-боты могут автоматически присылать напоминания о планируемых визитах, анализах или процедурах, а также о приёме медикаментов, что помогает поддерживать высокий уровень комплаентности.

Телемедицинские консультации. Современные виртуальные помощники часто интегрированы с телемедицинскими платформами, позволяя проводить удалённые консультации. Это особенно полезно для пациентов, живущих в удалённых регионах, или для тех, кто не может часто посещать клинику. Чат-боты могут выполнять предварительный опрос пациента и подготовить врача к сеансу телемедицины, ускоряя процесс консультации и улучшая её качество.

Поддержка пациентов с хроническими заболеваниями. Чат-боты могут быть полезны для мониторинга состояния пациентов с хроническими заболеваниями, такими как хроническая болезнь почек (ХБП), ДГПЖ или нейрогенная дисфункция мочевого пузыря. Они могут собирать данные о самочувствии пациента, отмечать динамику симптомов и передавать их врачу для анализа. Кроме того, такие боты могут информировать пациентов о необходимости изменения лечения на основании медицинских показателей.

Преимущества использования виртуальных помощников и чат-ботов в урологии

Снижение нагрузки на врачей. Чат-боты могут брать на себя рутинные задачи, освобождая время урологов для решения сложных клинических случаев.

Доступность 24/7. Виртуальные помощники всегда доступны для пациентов и обеспечивают поддержку даже в нерабочее время клиники.

Персонализированные рекомендации. Чат-боты способны адаптироваться к конкретным ситуациям пациента, предлагая

персонализированные советы на основе данных о состоянии его здоровья.

Улучшение комплаентности. Постоянные напоминания и поддержка помогают пациентам лучше соблюдать режим лечения и рекомендации врача.

Примеры успешного использования ИИ в телемедицине для урологии

"K Health" — пример телемедицинского приложения, использующего ИИ для анализа симптомов и предоставления рекомендаций пациентам перед консультацией с врачом.

"Babylon Health" — приложение с ИИ, которое помогает пользователям оценить своё состояние и получить первичные советы, основанные на данных большого количества медицинских случаев.

"Viz.ai" — платформа, использующая ИИ для анализа медицинских изображений и диагностики патологий на расстоянии, что помогает врачам быстрее принимать решения по лечению.

Примечание: приложения имеют ограниченные возможности

ИИ в прогнозировании исходов лечения и разработке персонализированных планов терапии

Прогнозирование исходов лечения с помощью ИИ.

Персонализированные рекомендации по лечению.

Оптимизация выбора оперативных вмешательств.

Определение риска развития осложнений.

Модели для мониторинга эффективности лечения.

Генетические данные и ИИ в персонализированной медицине.

Примечание: в перспективе требует серьёзного МО моделей на больших базах данных.

Примеры успешного использования ИИ в прогнозировании исходов и персонализированном лечении

"Watson for Oncology" — система ИИ от IBM, которая помогает врачам выбирать персонализированные схемы лечения для пациентов с раком, анализируя данные о генетике, клинические исследования и медицинские отчёты.

"Oncotype DX" — система, использующая ИИ для анализа генетических данных пациентов с раком простаты, позволяя предсказать риск рецидива и предложить наиболее

подходящий план лечения.

"CureMetrix" — платформа, которая применяет ИИ для анализа медицинских изображений и данных, прогнозируя вероятность успешного лечения и риски осложнений.

Этические и правовые аспекты использования ИИ в урологии

Рекомендации для урологов по этическому использованию ИИ. Всегда ставьте пациента на первое место: использование ИИ не должно нарушать права пациента на конфиденциальность, информированность и безопасность. Поддерживайте клиническую независимость: ИИ может быть инструментом для поддержки врачебных решений, но не заменяет профессиональные навыки и опыт уролога. Соблюдайте нормы законодательства, убедитесь, что использование ИИ соответствует действующим правовым и этическим нормам, касающимся медицинской практики.

Приложения

В данном разделе собраны дополнительные ресурсы и инструменты, которые могут быть полезны урологам для более глубокого понимания и успешного применения ИИ в их профессиональной практике. Здесь представлены конкретные примеры ИИ-платформ, программного обеспечения, мобильных приложений и научных источников, которые помогут врачам в ежедневной работе.

Приложение 1. Список ИИ-инструментов для урологов

Этот список включает в себя наиболее популярные и эффективные платформы и системы ИИ, которые уже применяются или могут быть использованы в урологической практике.

"Watson Health (IBM)". Одна из самых известных медицинских платформ на базе ИИ, которая помогает врачам принимать клинические решения на основе огромного объема медицинских данных, исследований и историй болезней.

"CureMetrix". Программа для анализа медицинских изображений с использованием ИИ, которая может быть полезна для ранней диагностики онкологических заболеваний в урологии, таких как рак простаты.

"ProKnow". Платформа, позволяющая урологам оптимизировать лучевую те-

рапию с использованием ИИ для точной оценки и планирования лечения пациентов с раком предстательной железы.

"UroChart". Электронная система для ведения медицинских записей, которая использует ИИ для анализа данных пациентов и создания персонализированных рекомендаций по лечению.

Приложение 2. Мобильные приложения с ИИ для урологов

Современные мобильные приложения, оснащенные технологиями ИИ, помогают урологам более эффективно взаимодействовать с пациентами и решать повседневные задачи.

"Ada Health". Приложение для симптом-чекеров с ИИ, которое помогает пациентам вводить свои симптомы и получать предварительные рекомендации. Урологи могут использовать результаты для более точной диагностики и мониторинга состояния пациентов.

"Medscape". Приложение, которое использует ИИ для поиска актуальных исследований и клинических рекомендаций по урологическим заболеваниям, а также имеет базу с информацией о лекарствах и взаимодействии препаратов.

"Figure 1". Платформа, где врачи могут делиться клиническими случаями, изображениями и советами, также использующая ИИ для анализа и поиска похожих случаев в урологической практике.

Приложение 3. Литература и исследования по ИИ в урологии

Список научных статей и книг, которые могут быть полезны урологам для ознакомления с последними достижениями и исследованиями в области ИИ и его применения в урологии:

"Artificial Intelligence in Urology: A Review". Обзорная статья, посвященная применению ИИ в урологии, с анализом перспектив и текущих результатов использования технологий ИИ.

"Machine Learning Applications in Urology". Научная работа, описывающая конкретные случаи успешного применения ИИ в диагностике и лечении урологических заболеваний.

"AI in Prostate Cancer Management". Исследование о том, как ИИ помогает в управлении лечением пациентов с раком предстательной железы, от диагностики до персонализированного выбора терапии.

Приложение 4. Курсы и образовательные программы по ИИ для урологов

Включает в себя перечень онлайн-курсов и образовательных программ, которые могут помочь урологам изучить основы ИИ и его применение в медицине:

"Stanford Online: AI in Healthcare". Курс, предоставляющий базовые знания о применении ИИ в здравоохранении, с акцентом на клинические задачи и этические вопросы.

"Coursera: Machine Learning for Healthcare". Программа обучения МО с применением к медицинским задачам, включая примеры в урологии.

"HarvardX: Data Science for Healthcare". Образовательный курс, который охватывает методы анализа медицинских данных и их применение для создания ИИ-решений в медицинской практике.

Приложение 5. Практические руководства по внедрению ИИ в урологическую практику

Список практических руководств и рекомендаций по внедрению ИИ в медицинскую практику:

"AI Integration in Clinical Urology". Руководство, посвященное тому, как урологи могут интегрировать ИИ в свою повседневную работу, с примерами клинических кейсов.

"Ethical Guidelines for AI in Healthcare". Этические рекомендации по использованию ИИ в медицине, с акцентом на конфиденциальность данных и прозрачность алгоритмов.

"Regulatory Aspects of AI in Urology". Посobie, содержащее информацию о правовом регулировании использования ИИ в урологии, с описанием международных стандартов и норм.

Заключение

То, что возможности нейросетей уже на сегодняшний день безграничны, у людей, которые с ними познакомились, не вызывает никакого сомнения. Мне хотелось представить с помощью ИИ возможности профессионального взаимодействия с ними врача-уролога. Я абсолютно согласен с В.А. Малхасяном в том, что «разработка решений на основе ИИ и их популяризация — задачи не для одного отдельного специалиста, а для всего медицинского сообщества в целом», но, по моему мнению,

необязательно создавать только большие зрелищные представления с опытными и натренированными профессионалами. Можно погрузиться в тему (ИИ), научившись жонглировать двумя мячиками. Давайте вместе учиться взаимодействию с нейросетями. Каждое наше с ними взаимодействие — это их обучение. И надо постараться, чтобы они не перегнали многих из нас в этом процессе обучения.

N.B.: Многие достойные нейросети (ИИ) недоступны в нашей локации.

Рекомендуемые ссылки и источники литературы

Малхасян В.А., Тальшинский А.Э. «Искусственный интеллект в урологии: безграничные возможности несмотря на множество вопросов» АБВ-пресс 2024.
– <https://www.medvedomosti.media/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-urologii-bezgranichnye-vozmozhnosti-nesmotrya-na-mnozhestvo-voprosov/>

<https://netology.ru/programs/marafon-ii-v-medicine#/main>

<https://netology.ru/programs/kariera-vracha-perezagruzka#/main>

Введение в ИИ для урологов

Topol, E. J. "Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again." Basic Books, 2019.

McKinney, S. M., et al. "International evaluation of an AI system for breast cancer screening." Nature, 2020.

Friedman, C. P., & Wyatt, J. C. "Evaluation Methods in Biomedical Informatics." Springer, 2010.

Обзор возможностей ИИ для медицинской диагностики

Esteva, A., et al. "Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks." Nature, 2017.

Erickson, B. J., et al. "Machine Learning for Medical Imaging." Radiographics, 2017.

Litjens, G., et al. "A survey on deep learning in medical image analysis." Medical Image Analysis, 2017.

Алгоритмы МО и их применение в урологии

Huang, Y., et al. "Artificial intelligence applications in urology: Current practice and future prospects." Journal of Clinical Urology, 2020.

Singla, N., et al. "Machine learning and artificial intelligence for prostate cancer diagnostics." Prostate Cancer and Prostatic Diseases, 2021.

Chen, P., et al. "Deep learning applications in urology: Current trends and future directions." *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations*, 2020.

ИИ в анализе медицинских данных и изображений

Ardila, D., et al. "End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography." *Nature Medicine*, 2019.

Litjens, G., et al. "A survey on deep learning in medical image analysis." *Medical Image Analysis*, 2017.

Esteva, A., et al. "A guide to deep learning in healthcare." *Nature Medicine*, 2019.

Обработка результатов анализов с помощью ИИ

Zhang, Z., et al. "Machine learning for clinical prediction in urology: Current applications and future opportunities." *Urology Practice*, 2020.

Choi, E., et al. "Learning to diagnose from the lab: Automated interpretation of laboratory tests in medical diagnostics using machine learning." *Proceedings of the 31st Conference on Neural Information Processing Systems*, 2017.

Johnson, A. E. W., et al. "Machine learning and its applications in urology: A narrative review." *Asian Journal of Urology*, 2021.

ИИ в хирургической урологии

Hung, A. J., & Chen, J. "Robotics in urology: Past, present, and future." *Urologic Clinics of North America*, 2018.

Intuitive Surgical Inc. "The da Vinci Surgical System: A new era in urologic surgery." *Journal of Urology*, 2019.

Panesar, S. S., et al. "Artificial intelligence and robotics in surgical practice: Current status and future directions." *British Journal of Surgery*, 2020.

Виртуальные помощники и чат-боты для урологических консультаций

Bibault, J. E., et al. "Chatbot applications in oncology: A study of artificial intelligence in cancer care." *Journal of Medical Internet Research*, 2019.

Laranjo, L., et al. "Conversational agents in healthcare: A systematic review." *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2018.

Bickmore, T., et al. "The role of conversational agents in health coaching: A focus on

behavior change." *Journal of Medical Internet Research*, 2018.

ИИ для мониторинга состояния пациента и прогноза осложнений

Rajkomar, A., et al. "Scalable and accurate deep learning with electronic health records." *npj Digital Medicine*, 2018.

Miotto, R., et al. "Deep patient: An unsupervised representation to predict the future of patients from the electronic health records." *Scientific Reports*, 2016.

Deo, R. C. "Machine learning in medicine." *Circulation*, 2015.

ИИ для оптимизации лечения пациентов с онкологическими заболеваниями

Esteva, A., et al. "A guide to deep learning in healthcare." *Nature Medicine*, 2019.

Singh, S., et al. "Artificial intelligence and machine learning in prostate cancer: A narrative review." *European Urology Focus*, 2020.

Campillo-Gimenez, B., et al. "Deep learning applied to radiotherapy: Novel opportunities in the era of artificial intelligence." *Journal of Radiation Research*, 2019.

ИИ в прогнозировании исходов лечения и разработке персонализированных планов терапии

Topol, E. J. "High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence." *Nature Medicine*, 2019.

Bibault, J. E., et al. "Personalized medicine and artificial intelligence in radiation oncology: Challenges and perspectives." *Cancer Radiothérapie*, 2018.

Obermeyer, Z., & Emanuel, E. J. "Predicting the future — big data, machine learning, and clinical medicine." *New England Journal of Medicine*, 2016.

Этические и правовые аспекты использования ИИ в урологии

Luxton, D. D. "Recommendations for the ethical use of artificial intelligence in healthcare." *Frontiers in Psychology*, 2020.

Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. "Principles of Biomedical Ethics." *Oxford University Press*, 2019.

Gerke, S., et al. "Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare." *Nature Medicine*, 2020.

Сведения об авторе | Information about the author

Андрей Анатольевич Гусев — канд. мед. наук, доцент | **Andrey A. Gusev** — Cand.Sc.(Med), Assoc. Prof.
<https://orcid.org/0000-0001-8221-2127>; gusev_rost@mail.ru