

При угрозе или переживании дыхание становится поверхностным, неровным или учащённым — технологии видят это мгновенно.

Сенсоры GSR (кожно-гальваническая реакция).

Измеряют потоотделение — один из самых древних и честных сигналов, который тело подаёт при страхе или волнении.

4. Что показывают исследования?

Современные работы в области нейробиологии и цифровой медицины подтверждают: цифровые устройства могут фиксировать эмоциональные изменения раньше, чем человек их осознаёт.

Это особенно заметно: при скрытом стрессе, при панических состояниях, при перегрузках, при начальных этапах тревожных реакций.

Заключение. Феномен «особой чувствительности» между людьми — это не мистическая способность, а результат тонкой работы нервной системы. Зеркальные нейроны, эмоциональная память и восприятие микросигналов создают ощущение, будто один человек «чувствует» другого на расстоянии.

Когда возникает близость — дружеская, семейная или романтическая — наши реакции становятся синхронными, а внимание к другому усиливается. Именно поэтому некоторые действия и эмоции близкого человека кажутся предсказуемыми.

Этот феномен показывает: человек не существует отдельно от других. Наука объясняет механизмы, но сама связь остаётся — тихим напоминанием о том, что близость формируется временем, доверием и вниманием друг к другу

Список литературы

1. Лурия А. Р. Мозг и психические процессы. — Москва: Наука, 2019.
2. Дамасио А. Ошибка Декарта: эмоции, разум и человеческий мозг. — Санкт-Петербург: Питер, 2021.
3. Глезер В. Д. Структурно-функциональная организация мозга человека. — Москва: МГУ, 2018.
4. Голдстейн Э. Когнитивная психология: исследования разума. — Москва: Издательский дом «Вильямс», 2020.
5. Косарев Н. Н. Психофизиология человека: основы и механизмы. — Казань: Университетское издательство, 2022.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЛЕЧЕНИИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

**Малика Юлдашовна Дошанова, Мадина Элдаровна Шаазизова,
Хамракулов Шахбоз Шавкат угли, Авезжанов Бобур Жамалович**
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми
yulduzxon_85@mail.ru

Аннотация: В работе рассматриваются современные достижения и тенденции применения искусственного интеллекта в диагностике, прогнозировании и лечении рака молочной железы. Описаны ключевые направления развития технологий искусственного интеллекта, включая методы глубокого обучения, сверточные нейронные сети, Vision Transformer-архитектуры, системы компьютерной диагностики и интеллектуальные хирургические решения. Показано, что искусственный интеллект значительно повышает точность интерпретации медицинских изображений, улучшает прогностические модели, способствует раннему выявлению опухолей и расширяет возможности персонализированной медицины.

Ключевые слова: искусственный интеллект; рак молочной железы; глубокое обучение; маммография; патология; интеграция; принятие решений; диагностика.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TREATMENT OF BREAST CANCER

**Malika Yuldashovna Doshchanova, Madina Eldarovna Shaazizova,
Shahboz Shavkat ugli Khamrakulov, Bobur Zhamalovich Avezhanov**

Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi
yulduzxon_85@mail.ru

Abstract: This article examines current advances and trends in the application of artificial intelligence in the diagnosis, prognosis, and treatment of breast cancer. Key areas of AI technology development are described, including deep learning methods, convolutional neural networks, Vision Transformer architectures, computer-aided diagnostic systems, and intelligent surgical solutions. It is demonstrated that artificial intelligence significantly improves the accuracy of medical image interpretation, enhances prognostic models, facilitates early tumor detection, and expands the possibilities of personalized medicine.

Keywords: artificial intelligence; breast cancer; deep learning; mammography; pathology, integration; decision making, diagnostics.

KO'KRAK BEZI SARATONINI DAVOLASHDA SUN'IY INTELLEKTNING QO'LLANILISHI

**Malika Yuldashovna Doshanova, Madina Eldarovna Shaazizova,
Shahboz Shavkat o'g'li Xamroqulov, Bobur Jamalovich Avezjanov**
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
yulduzxon_85@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada ko'krak bezi saratonini tashxislash, prognoz qilish va davolashda sun'iy intellektni qo'llashdagi zamonaviy yutuqlar va tendentsiyalar o'rganilgan. Sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari, jumladan, chuqur o'qitish usullari, konvolyutsion neyron tarmoqlari, Vision Transformer arxitekturalari, kompyuter yordamida diagnostika tizimlari va aqlli jarrohlik yechimlari tasvirlangan. Sun'iy intellekt tibbiy tasvirlarni talqin qilishning aniqligini sezilarli darajada oshirishi, prognostik modellarni kuchaytirishi, o'smani erta aniqlashni osonlashtirishi va shaxsiylashtirilgan tibbiyot imkoniyatlarini kengaytirishi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt; ko'krak bezi saratoni; chuqur o'qitish; mammografiya; patologiya, integratsiya; qaror qabul qilish, diagnostika.

Искусственный интеллект (ИИ) включает в себя компьютеры, имитирующие человеческий интеллект, воспроизводящие специфические мыслительные процессы и интеллектуальное поведение человека, а также демонстрирующие способность к автономному обучению и способность выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта [1].

Благодаря развитию алгоритмов глубокого обучения, совершенствованию компьютерного оборудования и алгоритмов, а также экспоненциальному росту данных, определяющих принятие клинических решений, ИИ нашел широкое применение в таких областях медицины, как медицинские исследования, патологическая диагностика, технологии лучевой терапии и скрининг рака [2, 3]. Эффективное использование технологий ИИ для управления скринингом, прогнозированием, диагностикой, лечением и разработкой лекарственных препаратов для точной диагностики и лечения рака постоянно находится в центре внимания текущих исследований [4].

В последнее время ИИ продемонстрировал значительный потенциал в повышении точности и эффективности диагностики рака посредством анализа изображений, интерпретации геномных данных и предиктивного моделирования. Используя алгоритмы машинного обучения и глубокие нейронные сети, исследователи выявили закономерности и маркеры в медицинских изображениях и генетических данных, которые могут помочь в раннем выявлении и персонализированном планировании лечения онкологических больных [5].

Интеграция технологий ИИ в клиническую практику может коренным образом изменить подход поставщиков медицинских услуг к лечению онкологических заболеваний, что приведет к более точной диагностике, персонализированным стратегиям лечения и улучшению результатов лечения пациентов. По мере того, как ИИ продолжает развиваться и совершенствоваться, мы можем ожидать дальнейшего прогресса в области точной диагностики и лечения рака, что в конечном итоге приведет к более эффективной и персонализированной помощи пациентам во всем мире. ИИ стал преобразующей технологией в хирургии молочной железы, особенно в визуализации и диагностике молочной железы. Приложения ИИ показали многообещающие результаты в повышении точности и эффективности обнаружения и прогнозирования рака

молочной железы. Различные исследования продемонстрировали эффективность и надежность ИИ в дифференциации доброкачественных и злокачественных заболеваний молочной железы [6].

Кроме того, ИИ может улучшить прогностическую классификацию, уточнить точность управления при оценке рака молочной железы и преодолеть ограничения, связанные с оценкой, связанной с человеком. Использование технологии ИИ в хирургии груди распространяется на онлайн-клиническое программное обеспечение, позволяя пациентам самостоятельно обращаться в маммологические клиники в качестве альтернативы традиционным путям направления к врачу общей практики. Скрининг на основе ИИ был определен как жизнеспособное решение для улучшения здоровья груди в районах с низким уровнем дохода и ограниченным доступом к здравоохранению, таких как городские трущобы. ИИ также был интегрирован в различные методы визуализации, включая маммографию и УЗИ, для помощи в обнаружении и диагностике опухолей груди. Инструменты диагностического анализа, такие как S-Detect, были разработаны с использованием систем ИИ для повышения точности ультразвуковой визуализации образований груди [7].

Кроме того, интеграция ИИ в МРТ способствовала улучшению диагностики рака груди, продемонстрировав ее значительное влияние на медицинские исследования в области визуализации груди [8, 9]. Развитие ИИ в области раннего обнаружения рака груди с использованием инфракрасных (ИК) изображений и методов машинного обучения показало многообещающие результаты в выявлении рака груди на начальных стадиях. Более того, роль ИИ выходит за рамки диагностики и охватывает принятие хирургических решений и оптимизацию рабочего процесса. Хирурги, обладающие опытом в методах и приложениях ИИ, играют решающую роль в обеспечении безопасного и эффективного клинического внедрения ИИ в хирургию [10]. Хирургические роботы на базе искусственного интеллекта преобразили хирургию груди, обеспечивая точные и минимально инвазивные процедуры, которые приводят к более быстрому восстановлению и улучшению результатов для пациентов. Эти роботы с передовыми технологиями визуализации и датчиков помогают хирургам в сложных процедурах с исключительной точностью [11].

Интеграция искусственного интеллекта в хирургических роботов позволила персонализировать планы лечения, основанные на уникальной анатомии и патологии каждого пациента, что в конечном итоге улучшает результаты хирургического вмешательства и качество жизни тех, кто проходит лечение рака груди [12]. Более того, инструменты предиктивной аналитики на базе искусственного интеллекта прогнозируют реакцию пациента на различные виды лечения, помогая врачам принимать обоснованные решения и оптимизировать стратегии лечения для улучшения долгосрочных результатов [13]. Будущее хирургии груди зависит от развития и интеграции технологий искусственного интеллекта, открывая новую эру прецизионной медицины и улучшенного ухода за пациентами.

Истоки ИИ восходят к 1950-м годам, когда ИИ стремился создать машины, способные мыслить и рассуждать подобно человеку [14]. Изначально ИИ в клинической медицине использовал нечеткую логику, экспертные системы и искусственные нейронные сети. Прогресс привел к достижениям в области опорных векторных машин, проектирования признаков и обработки естественного языка. Развитие глубокого обучения, сверточных нейронных сетей и рекуррентных нейронных сетей значительно продвинуло ИИ в медицине. В медицинской сфере ИИ применяется в диагностике, прогнозировании, персонализированной медицине и создании хирургических роботов-ассистентов.

Особого внимания заслуживает использование робототехники в сложных урологических и гинекологических операциях, вдохновлённое инновационными разработками Леонардо да Винчи. ИИ в медицине можно разделить на две основные области: виртуальную и физическую. Виртуальный аспект охватывает глубокое обучение для управления информацией, электронных медицинских карт и руководства для поставщиков медицинских услуг, в то время как физический аспект включает роботов и нанороботов для ухода за пациентами и доставки лекарств. Хотя ИИ обладает потенциалом для преобразования здравоохранения, необходимы постоянные исследования и разработки. ИИ подразумевает, что машины распознают и изучают закономерности на основе выборочных данных, используя их для принятия сложных решений [15].

В области клинической онкологии ИИ добился значительных успехов. В этой области, характеризующейся сложными и многомерными потоками данных, ИИ может объединять и анализировать различные типы данных, такие как история болезни пациента, патология опухолей,

геномика и данные визуализации [16]. От ранних алгоритмических попыток до продвинутых моделей машинного обучения, интеграция ИИ в онкологию преобразила диагностику, лечение и уход за пациентами рака. Обработывая огромные объемы данных и раскрывая скрытые закономерности, ИИ может значительно повысить точность и эффективность лечения рака. По мере развития технологий роль ИИ в клинической онкологии будет расширяться, что может коренным образом изменить наш подход к лечению рака. Благодаря алгоритмам глубокого обучения исследователи могут прогнозировать результаты лечения пациентов и уточнять решения по лечению. Точная онкология стремится объединить обширные данные с передовыми вычислениями и методами глубокого обучения для разработки персонализированных стратегий лечения. Тем не менее, остаются препятствия на пути широкого внедрения ИИ в клинической онкологии. Эффективность алгоритмов ИИ должна оцениваться на основе их способности эффективно решать клинические ситуации. В настоящее время интеграция высокопроизводительных алгоритмов ИИ в клинические условия все еще находится на начальном этапе [17].

По мере развития этих технологий все больше внимания будет уделяться высокопроизводительным инструментам ИИ для минимизации страданий пациентов, смертности и расходов на здравоохранение. Сотрудничество между медицинскими работниками и экспертами в области ИИ имеет решающее значение для раскрытия полного потенциала ИИ в онкологии. Объединяя экспертизу в предметной области с возможностями машинного обучения, исследователи могут создавать новые решения для сложных клинических проблем. Внедрение инструментов на основе ИИ в рабочие процессы в онкологии требует тщательной валидации и одобрения регулирующих органов для обеспечения безопасности пациентов и конфиденциальности данных. По мере развития этой области междисциплинарное партнерство будет играть ключевую роль в продвижении использования технологий ИИ для улучшения результатов лечения онкологических заболеваний [3].

Системы компьютерной диагностики (САПР) на основе ИИ продемонстрировали потенциал в выявлении рака молочной железы. Эти системы используют модели глубокого обучения и сверточные нейронные сети (СНС) для улучшения обнаружения и интерпретации маммограмм. Используя ИИ, САПР могут обеспечивать более быструю, точную и объективную интерпретацию маммограмм, помогая рентгенологам принимать правильные решения [18]. Интеграция моделей ИИ в САПР обещает улучшить раннюю диагностику рака молочной железы, что приведет к повышению выживаемости и снижению смертности. Передовые архитектуры CNN, такие как Vision Transformer (ViT), были оценены и превзошли другие модели с точки зрения точности и эффективности.

Кроме того, различные методы, включая методы машинного обучения на основе признаков и прямое принятие решений на основе глубокого обучения, использовались в системах САПР для обнаружения и диагностики рака молочной железы. Эти модели достигли впечатляющих показателей точности, превосходя другие современные архитектуры CNN [18]. Успех этих систем САПР также можно объяснить использованием методов дополнения и предварительной обработки данных в сочетании с моделями глубокого обучения. Эти системы были оценены с использованием различных метрик и наборов данных, демонстрируя многообещающие результаты с точки зрения точности и достоверности. Однако все еще существуют проблемы и ограничения, требующие внимания, и необходимы дальнейшие исследования для повышения производительности и эффективности систем САПР на основе ИИ для рака молочной железы. Одной из потенциальных проблем является необходимость в обширных и разнообразных наборах данных для эффективного обучения моделей ИИ. Более того, обеспечение прозрачности и интерпретируемости систем автоматизированного проектирования (САПР) на основе ИИ жизненно важно для завоевания доверия медицинских работников и пациентов. Решение этих проблем потребует сотрудничества между исследователями, врачами и отраслевыми партнерами для создания мощных и надежных систем САПР для диагностики рака молочной железы [19]. Преодолев эти препятствия, ИИ может преобразовать область радиологии и улучшить результаты лечения пациентов с раком молочной железы.

В области исследований ИИ в области рака молочной железы лидируют Соединенные Штаты, за которыми следуют Китай и Индия. Соединенные Штаты лидируют по общему количеству цитирований, в то время как Венгрия и Нидерланды имеют самый высокий средний показатель цитирования в год [20]. Известными авторами в этой области являются Гарвардская медицинская школа. Изучение моделей исследований ИИ в области рака молочной железы

показывает, что PLOS ONE и Computer in Biology and Medicine являются ключевыми публикациями. Scientific Reports также играет важную роль в патологии опухолей с использованием ИИ. Lecture Notes in Computer Science имеет самую высокую совокупную силу ссылок. Эти журналы опубликовали множество статей по патологии опухолей с использованием ИИ, что указывает на растущий интерес к этой области. Анализ ключевых слов выделяет такие темы исследований, как «гистопатология рака молочной железы», «сверточная нейронная сеть» и «гистопатологическое изображение», предлагая потенциальные направления для будущих исследований.

Потенциал ИИ в диагностике рака молочной железы распространяется на уточнение прогностической классификации для повышения точности лечения, поскольку основанная на ИИ оценка рака молочной железы может помочь преодолеть ограничения человеческой оценки. Более того, разработка систем ИИ, таких как платформа MEAI, для выявления лимфатических узлов и отдаленных метастазов при первичном раке молочной железы демонстрирует потенциал ИИ для повышения точности стадирования и прогнозирования рака. Системы автоматизированного проектирования (САПР) на основе ИИ продемонстрировали потенциал в классификации рака молочной железы, используя методы машинного обучения и глубокого обучения для содействия раннему выявлению. В различных исследованиях изучалось использование различных экстракторов признаков и классификаторов в этих системах. В одном исследовании сравнивалась производительность таких архитектур, как VGG-16, VGG-19, Xception, ResNet50, Inception-V3 и Inception-Resnet-V2, при диагностике рака молочной железы.

В другом исследовании была предложена ансамблевая модель, использующая технику стекирования с логистической регрессией в качестве метамодели и четырьмя алгоритмами машинного обучения (дерево решений, случайный лес, экстремальный градиентный бустинг и адаптивный бустинг) в качестве базовых моделей. Эта ансамблевая модель превзошла базовые модели, достигнув точности более 98% и точности 100%. Эти САПР на основе ИИ обладают потенциалом для повышения точности и эффективности задач классификации рака молочной железы, оказывая ценную поддержку рентгенологам в принятии решений, связанных с диагностикой и лечением.

Кроме того, САПР на основе ИИ показали себя многообещающими в обнаружении рака молочной железы, используя модели глубокого обучения для анализа маммографических изображений и помогая в ранней диагностике. Они могут точно обнаруживать и классифицировать микрокальцификации, связанные со злокачественными новообразованиями, предлагая конкретные аннотации для областей кальцификации. САПР-схемы, использующие машинное обучение (МО) и глубокое обучение (ГО), использовались для ускорения диагностики рака молочной железы, при этом подходы ГО принимают прямые решения на основе изображения. Недавние достижения в методах глубокого обучения, такие как архитектура сверточных нейронных сетей (CNN) и модель Vision Transformer (Vision Transformer, ViT), продемонстрировали превосходную точность и эффективность в выявлении и диагностике рака молочной железы. Однако применение систем автоматизированного проектирования (САПР) на основе ИИ в реальной практике может быть ограничено из-за значительного количества ложноположительных результатов и необходимости дальнейшей оценки общей точности.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в диагностике и лечении рака молочной железы привлекает внимание. Технологии ИИ играют решающую роль в формировании будущего хирургии молочной железы и улучшении качества медицинских услуг. Алгоритмы глубокого обучения демонстрируют многообещающие возможности точного выявления рака молочной железы на основе маммограмм и клинических данных, а также прогнозирования риска развития рака на поздних стадиях. В сочетании с измерениями плотности молочной железы алгоритмы визуализации на основе ИИ могут предсказывать инвазивный рак молочной железы, особенно на поздних стадиях. Методы на основе ИИ также позволяют прогнозировать рак молочной железы по данным ультразвукового сканирования, улучшая выявление злокачественных новообразований. Генетическое тестирование с использованием ИИ помогает выявлять пациентов с высоким риском развития рака молочной железы на основе генетических профилей, что позволяет разрабатывать персонализированные стратегии скрининга и профилактики. Инструменты ИИ помогают патологам анализировать образцы тканей для выявления признаков рака молочной железы, повышая качество диагностики. Интеграция ИИ в диагностику и прогнозирование рака молочной железы может произвести революцию в онкологии и улучшить уход за пациентами.

Список литературы

1. Goel A., Goel A.K., Kumar A. The role of artificial neural network and machine learning in utilizing spatial information. *Spat Inform Res* 2023;31:275–85.
2. Pinto-Coelho L. How artificial intelligence is shaping medical imaging technology: A survey of innovations and applications. *Bioengineering (Basel)* 2023;10:1435.
3. Farina E., Nabhen J.J., Dacoregio M.I., Batalini F., Moraes F.Y. An overview of artificial intelligence in oncology. *Future Sci OA* 2022;8:FSO787.
4. Sufyan M., Shokat Z., Ashfaq U.A. Artificial intelligence in cancer diagnosis and therapy: Current status and future perspective. *Comput Biol Med* 2023;165:107356.
5. Jiang X., Hu Z., Wang S., Zhang Y. Deep learning for medical image-based cancer diagnosis. *Cancers (Basel)* 2023;15:3608.
6. Liu Q., Qu M., Sun L., Wang H. Accuracy of ultrasonic artificial intelligence in diagnosing benign and malignant breast diseases: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2021;100:e28289.
7. Mahant S.S., Varma A.R. Artificial intelligence in breast ultrasound: the emerging future of modern medicine. *Cureus* 2022;14:e28945.
8. Witowski J., Heacock L., Reig B., Kang S.K., Lewin A., Pysarenko K., et al. Improving breast cancer diagnostics with deep learning for MRI. *Sci Transl Med* 2022;14:eabo4802.
9. Abdolahi M., Salehi M., Shokatian I., Reiazi R. Artificial intelligence in automatic classification of invasive ductal carcinoma breast cancer in digital pathology images. *Med J. Islam Repub Iran* 2020;34:140.
10. Seth I., Bulloch G., Joseph K., Hunter-Smith D.J., Rozen W.M. Use of artificial intelligence in the advancement of breast surgery and implications for breast reconstruction: A narrative review. *J Clin Med* 2023;12:5143.
11. Sheetz K.H., Claflin J., Dimick J.B. Trends in the adoption of robotic surgery for common surgical procedures. *JAMA Netw Open* 2020;3:e1918911.
12. Denecke K., Baudoin C.R. A review of artificial intelligence and robotics in transformed health ecosystems. *Front Med (Lausanne)* 2022;9:795957.
13. Batko K., Slezak A. The use of big data analytics in healthcare. *J Big Data* 2022;9:3.
14. Kaul V., Enslin S., Gross S.A. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointest Endosc* 2020;92:807–12.
15. Davenport T., Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J* 2019;6:94–8.
16. Weerathna I.N., Kamble A.R., Luharia A. Artificial intelligence applications for biomedical cancer research: A review. *Cureus* 2023;15:e48307.
17. Karalis V.D.. The integration of artificial intelligence into clinical practice. *Appl Biosci* 2024;3:14–44.
18. Arun Kumar S., Sasikala S. Review on deep learning-based CAD systems for breast cancer diagnosis. *Technol Cancer Res Treat* 2023;22:15330338231177977.
19. Kelly C.J., Karthikesalingam A., Suleyman M., Corrado G., King D. Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Med* 2019;17:195.
20. Syed A.H., Khan T. Evolution of research trends in artificial intelligence for breast cancer diagnosis and prognosis over the past two decades: A bibliometric analysis. *Front Oncol* 2022;12:854927.

FROM THE HISTORY OF SCIENTIFIC AND INNOVATIVE ACTIVITY OF GERMANY IN THE 21ST CENTURY

Umarov Sardor Yakubovich

Doctor of Philosophy in Historical Sciences (PhD)

Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan

sardor.umarov.2013@mail.ru

Abstract: Innovation has become another important driver of economic restructuring in Germany. New products and new processes offer the opportunity to increase sales and profits and create new jobs. The article analyzes the scientific and innovation processes that took place in Germany after reunification and the issues that were addressed in this process. At the same time, the author thoroughly studied the negative and positive aspects of innovation in the 21st century.