

## Систематический литературный обзор о применении искусственного интеллекта в медицинской визуализации при диагностике онкологической патологии

**А.В. Поморцев<sup>1\*</sup>, Ю.Ю. Дьяченко<sup>1</sup>, М. А. Матосян<sup>1</sup>, Е. А. Арутюнян<sup>1</sup>, Л.А. Хагурова<sup>1</sup>, А.С. Новикова<sup>1</sup>, В.Р. Никитина<sup>1</sup>, А.Н. Катрич<sup>1,2</sup>, О.В. Астафьева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Краснодар, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия

\* А.В. Поморцев, Кубанский государственный медицинский университет, 350063, Краснодар, ул. Митрофана Седина, 4, [pomor-av@mail.ru](mailto:pomor-av@mail.ru)

### Резюме

Актуальными проблемами в современной онкологической практике являются своевременное выявление злокачественных новообразований, грамотная маршрутизация пациентов и определение верной тактики лечения. В ходе проведения анализа зарубежной и отечественной литературы были получены следующие статические данные: в 2022 г. по всему миру было зарегистрировано 20 млн случаев рака и 9,7 млн случаев смерти от онкологических заболеваний, в России под наблюдением онкологов находятся свыше 4,4 млн пациентов, а за последние годы отмечается тенденция к росту доли больных, находящихся на учёте более 5 лет на 10,5%. Современным решением по повышению качества диагностики различных новообразований может стать применение искусственного интеллекта при использовании методов медицинской визуализации. Основными трудностями при разработке и последующим обучении нейросетевых моделей является процесс сбора массивной и разнообразной визуальной базы данных (серий КТ-изображений, МР-изображений или ультразвуковых снимков). Проведение графического выделения анатомических ориентиров с целью обучения нейросети «распознаванию» структур человеческого организма является крайне трудоёмким и обязательным этапом при создании систем искусственного интеллекта.

В данном обзоре были проанализированы современные исследования отечественных и зарубежных учёных о внедрении и применении искусственного интеллекта в медицинской визуализации с целью диагностики злокачественных новообразований. Исследования отбирались по следующим критериям включения: временной интервал публикаций с 2020 по 2025 г., полнотекстовые литературные обзоры, систематические обзоры, метаанализы, оригинальные статьи, рандомизированные контролируемые исследования, опубликованные в рецензируемых научных журналах. Авторы исключили дубликаты публикаций, тезисы, а также работы, не имеющие полного текста или не соответствующие критериям включения. В результате были использованы 36 источников литературы. В ходе проведения обзора зарубежной и отечественной литературы было выявлено, что применение систем с функцией искусственного интеллекта в лучевой диагностике злокачественных новообразований имеет потенциал для использования в рутинной практике для совершенствования качества дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований. Среди преимуществ необходимо отметить автоматизацию и стандартизацию в процессе контроля качества полученных рентгенологических и ультразвуковых изображений согласно заложенным анатомическим плоскостям сканирования, а также проведение биометрических измерений, поиск патогномичного признака.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, онкологическая патология, медицинская визуализация

## A Systematic Literature Review on the Use of Artificial Intelligence in Medical Imaging in the Diagnosis of Oncologic Pathology

**Alexey V. Pomortsev<sup>1\*</sup>, Julia Yu. Dyachenko<sup>1</sup>, Mariam A. Matosyan<sup>1</sup>, Ekaterina A. Arutyunyan<sup>1</sup>, Lyubov A. Khagurova<sup>1</sup>, Anastasia S. Novikova<sup>1</sup>, Veronika R. Nikitina<sup>1</sup>, Alexey N. Katrich<sup>1,2</sup>, Olga V. Astafieva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

<sup>2</sup> Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

\* Alexey V. Pomortsev, Kuban State Medical University, 4 Mitrofana Sedina St., Krasnodar, 350063, Russian Federation, [pomor-av@mail.ru](mailto:pomor-av@mail.ru)

### Abstract

Timely detection of malignant neoplasms, competent patient referral, and determination of an optimal treatment strategy remain among the most relevant issues of modern oncology. An analysis of international and domestic literature yielded the following statistics: in 2022, approximately 20 million new cancer cases and 9.7 million cancer-related deaths were recorded worldwide. In Russia, over 4.4 million patients are currently being oncological follow-up, with recent years showing a 10.5% increase in the proportion of patients observed for more than five years. A promising approach to improving the quality of tumor diagnostics is the implementation of artificial intelligence (AI) in medical imaging. One of the principal challenges in the development and training of neural network models is the acquisition of large and diverse imaging datasets, including CT series, MRI scans, and ultrasound images. The manual annotation of anatomical landmarks required to train neural networks for accurate recognition of human anatomical structures is an extremely labor-intensive but essential step in the creation of AI systems.

This review analyzed recent studies by domestic and international researchers on the implementation and application of artificial intelligence (AI) in medical imaging for the diagnosis of malignant neoplasms. Studies were selected based on the following

inclusion criteria: publications from 2020 to 2025, full-text literature reviews, systematic reviews, meta-analyses, original articles, and randomized controlled trials published in peer-reviewed scientific journals. Duplicates, conference abstracts, and studies lacking full text or not meeting the inclusion criteria were excluded. A total of 36 sources were included in the analysis. The review of both international and domestic literature demonstrated that AI-based systems in radiologic diagnostics of malignant neoplasms have significant potential for routine clinical use, particularly in enhancing the quality of differential diagnosis between benign and malignant lesions. Key advantages include the automation and standardization of quality control for radiographic and ultrasound images according to predefined anatomical scanning planes, as well as the ability to perform biometric measurements and detect pathognomonic features.

**Keywords:** artificial intelligence, oncological pathology, medical visualization

## Введение

На сегодняшний день в онкологической практике сохраняются актуальные задачи своевременной диагностики злокачественных новообразований, правильной маршрутизации пациентов при выявлении опухоли и выбора адекватной лечебной тактики [1]. Международное агентство по изучению рака – подразделение Всемирной организации здравоохранения, занимающееся проблемами онкологических заболеваний, – опубликовало обновлённые оценки глобального распространения рака. Полученные данные отражают ситуацию на 2022 г. и основаны на полном и достоверном статистическом анализе, демонстрирующем общий рост онкологической заболеваемости с особенно тяжёлым влиянием на менее защищённые социальные группы. В 2022 г. во всём мире было зарегистрировано 20 млн новых случаев рака и 9,7 млн смертей от онкологических заболеваний. Оценочно количество людей, проживших 5 лет и более после постановки диагноза, составляет 53,5 млн человек. Примерно у каждого пятого жителя планеты возникает онкологическое заболевание, причём примерно 1 из 9 мужчин и 1 из 12 женщин умирает от рака [2].

В России под наблюдением врачей-онкологов находятся более 4,4 млн пациентов. Доля больных, находящихся под медицинским контролем более 5 лет, увеличилась на 10,5% по сравнению с предыдущими годами. Уровень раннего выявления рака достиг рекордных 61,5%; в 2024 г. впервые было диагностировано около 700 тыс. случаев злокачественных новообразований [3].

Статические показатели свидетельствуют о том, что необходимо проводить работы по повышению качества медицинской помощи в онкологической практике, в том числе и в диагностике злокачественных новообразований. За последние 5 лет зарубежные и отечественные учёные активно проявляют интерес и проводят исследования в области применения современных компьютерных технологий с функцией искусственного интеллекта в области анализа медицинских изображений. Основными методами, используемыми в диагностике злокачественных образований, являются мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвуковое исследование (УЗИ) [4].

Искусственный интеллект (ИИ) – это способность компьютера выполнять задачи, для решения которых необходимы человеческие когнитивные функции, такие как обучение, мышление и решение проблем. Машинное обучение (МО) – это функция искусственного интеллекта, которая включает способности в виде обучения на основе различных данных и уже активно используется в области медицины для решения многих задач. Глубокое обучение, разновидность МО, имитирует человеческое мышление, объединяя простые функции рассуждения в глубокую структуру алгоритма для принятия сложных решений [5, 6].

В ходе анализа отечественных и зарубежных исследований стало ясно, насколько сложным, трудоёмким и детальным является первоначальный процесс разработки информационных интеллектуальных систем, применяемых в лучевой диагностике [7]. На первом этапе разработки технологий нейросетевого анализа стоит сбор первичного материала в виде визуальной базы данных (серий КТ-изображений, МР-изображений или ультразвуковых снимков). Следующим этапом является проведение отбора среди собранных изображений и составление выборки согласно отобранным критериям [8, 9]. Наиболее важными являются следующие этапы – сортировка изображений и разработка способа графического выделения анатомических ориентиров на изображениях. Зарубежные и отечественные ученые в своих исследованиях особенно подчёркивают ключевую роль врачей-рентгенологов и врачей ультразвуковой диагностики на данных этапах, ведь именно от них зависит последующее качественное обучение будущей нейросетевой модели [10, 11]. Составление алгоритма действий для нейросети является неотъемлемым этапом разработки интеллектуальной системы, который обязательно должен осуществляться командой специалистов из IT-сферы и медицины, так как разрабатываемая нейросетевая модель будет имитировать действия врача медицинской визуализации [12].

Существенной проблемой при разработке различных интеллектуальных систем в области анализа медицинских изображений остаётся недостаточно массивная визуальная база данных, особенно при обучении искусственного интеллекта в области поиска патогномичного признака (патологического объекта) [13]. По данным отечественной и зарубежной

литературы, для нейросетевых моделей с функцией искусственного анализа изображений необходимо более 50 тыс. изображений как с нормальной анатомической картиной структур и органов, так и с различными патологиями [14–16].

В данном обзоре были проанализированы зарубежные и отечественные исследования о применении и внедрении технологий искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений в лучевую диагностику для выявления онкологических заболеваний.

### **Методология исследования**

В ходе выполнения исследования был произведён поиск публикаций в поисковых системах PubMed, Google Scholar и eLibrary. Данный процесс осуществлялся с помощью ключевых слов на русском и английском языках: «искусственный интеллект», «ультразвуковая диагностика», «нейросеть», «компьютерная томография», «computed tomography», «обзор», «artificial intelligence», «ultrasound diagnostics», «neural network», «congenital malformations», «review». Временной интервал для поиска исследований – с 2020 по 2025 г. При написании публикации для отбора источников был использован определённый алгоритм действий. В первую очередь авторами был осуществлен поиск отечественных и зарубежных научных исследований в виде оригинальных статей, систематических обзоров, методических пособий, практических и клинических рекомендаций и монографий. В процессе поиска изучались названия, заголовки и аннотации исследований. Отбор найденного материала проводился согласно следующим критериям включения: полнотекстовые литературные обзоры, систематические обзоры, метаанализы, оригинальные статьи и рандомизированные контролируемые исследования, опубликованные в рецензируемых научных изданиях. Авторы работы исключили повторяющиеся публикации, тезисы и работы, не содержащие полный текст либо не удовлетворяющие указанным критериям отбора. Итоговым результатом стал обзор, содержащий 36 источников научной литературы.

### **Применение искусственного интеллекта в компьютерной томографии для выявления онкологических процессов**

По данным зарубежной литературы ИИ на основе КТ-изображений активно развивается и внедряется в диагностику онкологических заболеваний, в частности, рака лёгкого. В рамках проведённых исследований были разработаны алгоритмы искусственного интеллекта для автоматического обнаружения узлов лёгких [17]. Данные модели машинного обучения показали высокую чувствительность, однако количество ложноположительных результатов оказалось выше,

чем у врачей-рентгенологов. Этот аспект остается важным ограничивающим фактором использования ИИ для выявления очагов в лёгких. В респираторной медицине машинное обучение обладает высокой чувствительностью и специфичностью для выявления патологий грудной клетки при КТ и рентгенографии грудной клетки [18].

Кистозные поражения поджелудочной железы – распространённые и малоизученные находки при КТ, потенциально способные трансформироваться в злокачественные новообразования. Активно ведётся разработка алгоритмов и моделей ИИ для их автоматического выявления. Однако сегментация поджелудочной железы и обнаружение поражений внутри неё остаются технически сложной задачей для алгоритмов ИИ. Существующие алгоритмы немногочисленны и ограничены: они обучены на данных одного медицинского центра и не прошли внешнюю проверку [19].

В гастроэнтерологии остро стоит проблема выявления скрытых перитонеальных метастазов, которые часто возникают у пациентов с распространённым раком желудка и плохо визуализируются с помощью доступных на сегодняшний день методов. Данную проблему может решить ИИ. Были разработаны и обучены алгоритмы выявления скрытых перитонеальных метастазов, которые показали хорошие результаты. Эти результаты позволяют предположить, что модели ИИ могут служить надёжным неинвазивным методом диагностики скрытых перитонеальных метастазов. В настоящее время эти результаты требуют дальнейшей проверки в проспективных исследованиях [17].

Ведутся исследования по прогнозированию перитонеального рецидива и выживаемости без признаков заболевания у пациентов с раком желудка на основе КТ-изображений, выполненных в предоперационный период. Применение модели ИИ повысило чувствительность и межэкспертное согласие врачей-онкологов при оценке рецидива и выживаемости. Модель глубокого обучения может позволить точно прогнозировать перитонеальный рецидив и выживаемость без заболевания у пациентов с раком желудка. Данные результаты требуют дальнейших проспективных исследований для проверки клинической полезности [20].

В настоящее время активно ведутся исследования и разработка моделей ИИ в компьютерной томографии. Нейросетевой анализ находит свое применение во всех направлениях онкологии – от прогнозирования рецидивов и осложнений до выявления патологий. Уровень развития нейросетевых моделей варьируется: от экспериментальных разработок до интеграции в клиническое оборудование. При этом большинство моделей требуют проспективных исследований для проверки полученных результатов и оценки клинической полезности.

### **Применение искусственного интеллекта в магнитно-резонансной томографии для выявления онкологических процессов**

Искусственный интеллект находит применение в скрининге рака молочной железы. Исследования подтверждают, что применение ИИ моделей для отбора пациентов на дополнительную МРТ после отрицательной маммографии позволяет выявлять пропущенные случаи рака. По эффективности выявления злокачественных новообразований такой подход превосходит традиционные методы (основанные на оценке плотности тканей и моделях риска) примерно в 4 раза [21].

Первичная системная терапия (ПСТ) является методом выбора у пациентов с местно-распространённым раком молочной железы и в настоящее время часто применяется у пациентов с образованием молочной железы на ранней стадии. В ответ на ограниченную способность врачей-рентгенологов прогнозировать ответ на ПСТ посредством оценки опухолей при МРТ были начаты исследования по разработке алгоритмов глубокого обучения. МРТ с улучшенным искусственным интеллектом активно изучается для повышения качества диагностики рака молочной железы в ситуации динамического наблюдения для оценки ответа на хирургическое лечение, а также в случае прогнозирования ответа при первичной системной терапии [22].

Метаанализ подтвердил высокую прогностическую точность и надёжность ИИ алгоритмов при интерпретации МРТ и КТ изображений для диагностики метастазов в лимфатические узлы у пациенток с раком молочной железы [23]. Кроме того, применение искусственного интеллекта в лучевой диагностике позволяет сократить число необоснованных биопсий и хирургических резекций, тем самым снижая физическую и умственную нагрузку на пациентов, улучшая результаты лечения и качество жизни.

Применение МРТ предстательной железы существенно увеличилось, главным образом благодаря возможности проведения целенаправленной биопсии. Тем не менее интерпретация изображений МРТ простаты остаётся неоднородной среди медицинских работников. Искусственный интеллект способен повысить точность диагностики путём стандартизации распознавания подозрительных очаговых изменений, ассоциированных с раком простаты. Современные научные публикации демонстрируют обнадеживающие результаты в применении моделей искусственного интеллекта для выявления рака простаты на основании МРТ-изображений [24]. Вместе с тем имеющиеся публикации подвергаются критике ввиду множества методологических ограничений, что подчёркивает необходимость дальнейших перспективных исследований для объективной оценки клинического значения такого подхода.

В гинекологии МРТ может быть применена для диагностики рака шейки матки. Современные разработки в области искусственного интеллекта позволяют усовершенствовать анализ мультимодальных МР-изображений. Применение алгоритма ИИ обеспечивает повышение чёткости визуализации, увеличение эффективности распознавания патологических изменений, повышение качества детализированной сегментации опухоли и окружающих тканей. Это способно существенно повысить выявляемость рака шейки матки на диагностических этапах [25–30].

### **Применение искусственного интеллекта в ультразвуковом исследовании для выявления онкологических процессов**

Гепатоцеллюлярная карцинома занимает 6-е место по распространённости и 4-е место – по смертности среди всех злокачественных новообразований в мире. Ранняя дифференциальная диагностика важна для ведения пациентов и прогноза заболевания. Были разработаны алгоритмы глубокого обучения, которые показали более высокую точность по сравнению с опытными врачами ультразвуковой диагностики. ИИ инструменты способны повысить точность и эффективность диагностики очаговых поражений печени [31].

Дифференциальная диагностика стромальных опухолей желудочно-кишечного тракта и доброкачественных мезенхимальных опухолей посредством УЗИ является сложной задачей в гастроэнтерологии. В ходе исследования было установлено, что инструменты искусственного интеллекта продемонстрировали более высокие показатели диагностической специфичности и чувствительности [32].

Искусственный интеллект может быть применён при диагностике рака поджелудочной железы в рамках ультразвукового метода. Изначально, несмотря на хорошие результаты, исследования имели малую выборку и низкое качество изображений. Данные исследования продолжаются и в настоящее время, и достигли определённых результатов при слепом многоцентровом исследовании [33].

Колоректальный рак занимает третье место по распространённости и второе – по уровню смертности среди злокачественных новообразований. В рамках исследования изучены опухолевые депозиты при раке прямой кишки – очаги, локализованные отдельно от первичной опухоли и не связанные с лимфатическими узлами. Установлено, что наличие опухолевых депозитов ассоциировано с более агрессивным фенотипом опухоли, а также со снижением показателей безрецидивной и общей выживаемости пациентов. Разработаны алгоритмы искусственного интеллекта для прогнозирования опухолевых депозитов. Исследование показало, что ИИ на основе ультразвука может предсказать опухолевые депозиты до начала лечения [34].

За последние два десятилетия внедрение искусственного интеллекта в гинекологическую ультразвуковую диагностику способствовало повышению выявляемости злокачественных новообразований. Основные направления исследований охватывают три нозологические формы: рак яичников, рак эндометрия и рак шейки матки. В большинстве исследований сообщалось о применении ИИ при новообразованиях яичников с оценкой диагностической эффективности машинного обучения в прогнозировании гистологии. С другой стороны, опубликовано ограниченное количество исследований по раку эндометрия и шейки матки с оценкой диагностической эффективности в прогнозировании патологических образований [35].

В последние годы модели ИИ с использованием УЗ-изображений быстро развиваются. Алгоритмы глубокого обучения находят своё применение во многих разделах онкологии, однако применение ИИ в ультразвуковой практике имеет серьёзные ограничения. Ключевая проблема – высокая вариабельность в получении и интерпретации ультразвуковых изображений между разными специалистами. Также многие исследования были ретроспективными, и их обучение проводилось на ограниченном количестве визуальных данных (ультразвуковых снимках) [36].

## Выводы

Проведённый обзор литературы и анализ результатов зарубежных и отечественных исследований позволяют заключить, что внедрение технологий искусственного интеллекта в лучевую диагностику представляет собой значительный прогресс в области выявления онкологических заболеваний и обладает большим потенциалом для повышения точности дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований. Несмотря на очевидные преимущества, существуют определённые трудности и ограничения, требующие дальнейшего изучения и решения. К числу ключевых проблем относятся ограниченность объёма высококачественных обучающих данных для достижения оптимального результата нейросетевого анализа, особенно при редком проявлении специфичных форм онкологической патологии, значительные финансовые расходы, необходимые для интеграции нейросетевых алгоритмов в повседневную работу врачей-рентгенологов и специалистов ультразвуковой диагностики, а также наличие ряда этических аспектов, требующих особого внимания. Важно подчеркнуть положительные стороны внедрения технологий искусственного интеллекта в лучевую диагностику, включая повышение автоматизации и стандартизации процесса контроля качества изображений, выполненного в строгом соответствии с заданными анатомическими плоскостями сканирования,

проведение высокоточных измерений и выявление характерных признаков патологических состояний. Следовательно, современные компьютерные системы с функциями нейросетевого анализа имеют большие перспективы стать ценным дополнением в арсенале инструментов врача-диагноста для эффективного выявления онкологической патологии.

## Литература/References

1. Ганичев П. А., Тихомирова А. А., Дохов М.А. (2022). Перспективы использования искусственного интеллекта в радиологии. Краткий обзор // Визуализация в медицине, vol. 4, no. 4, 2022, pp. 7–14.
2. Mello-Thoms, C., & Mello, C. A. B. (2023). Clinical applications of artificial intelligence in radiology. *The British journal of radiology*, 96(1150), 20221031. <https://doi.org/10.1259/bjr.20221031>
3. Литвин А.А., Буркин Д.А., Кропинов А.А., and Парамзин Ф.Н. “Радиомика и анализ текстур цифровых изображений в онкологии (обзор)” *Современные технологии в медицине*, vol. 13, no. 2, 2021, pp. 97–106.
4. Балтер Р.Б., Бикеев Ю.В., Бокерия Е.Л., Дьяченко Ю.Ю., Метелкин П.В., Пекарева Е.О., Передвигина А.В., Поморцев А.В., Пугачева Т.А. Искусственный интеллект в ультразвуковой диагностике. Версия 1.0 : учебное пособие. – М.: МЕДпресс-информ, 2025. – 147 с. – ISBN 978-5-907849-05-1. <https://doi.org/10.24421/MP.2024.71.75.001>
5. Поморцев А. В., Редько А. Н., Барсукова Е. А., Матосян М. А., Дьяченко Ю. Ю., Дьяченко Р. А., Белоглядова И. А., Янаева М. В., Бабаян В. Т. Применение искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике пороков ЦНС плода в сроках гестации с 19 по 22 неделю беременности // *Инновационная медицина Кубани*. 2024. № 2. С. 42–47. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-2-42-47>
6. Поморцев А. В., Карахалис М. Н., Матулевич С. А., Дашян Г. А., Халафян А. А., Сенча А. Н. Пороки развития сердца плода: факторы риска и возможности ультразвукового метода при первом скрининге // *Инновационная медицина Кубани*. 2023. № 4. С. 51–59. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-8-4-51-59>
7. Shen, Y. T., Chen, L., Yue, W. W., & Xu, H. X. (2021). Artificial intelligence in ultrasound. *European journal of radiology*, 139, 109717. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109717>
7. Komatsu, M., Teraya, N., Natsume, T., Harada, N., Takeda, K., & Hamamoto, R. (2025). Clinical Application of Artificial Intelligence in Ultrasound Imaging for Oncology. *JMA journal*, 8(1), 18–25. <https://doi.org/10.31662/jmaj.2024-0203>
8. Moro, F., Ciancia, M., Zace, D., Vagni, M., Tran, H. E., Giudice, M. T., Zoccoli, S. G., Mascilini, F., Ciccarone, F., Boldrini, L., D’Antonio, F., Scambia, G., & Testa, A. C. (2024). Role of artificial intelligence applied to ultrasound in gynecology oncology: A systematic review. *International journal of cancer*, 155(10), 1832–1845. <https://doi.org/10.1002/ijc.35092>
9. Teuwen, J., Gouw, Z. A. R., & Sonke, J. J. (2022). Artificial Intelligence for Image Registration in Radiation Oncology. *Seminars in radiation oncology*, 32(4), 330–342. <https://doi.org/10.1016/j.semradonc.2022.06.003>
10. Thwaites, D., Moses, D., Haworth, A., Barton, M., & Holloway, L. (2021). Artificial intelligence in medical imaging and radiation oncology: Opportunities and challenges. *Journal of medical imaging and radiation oncology*, 65(5), 481–485. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.13275>

11. Parkinson, C., Matthams, C., Foley, K., & Spezi, E. (2021). Artificial intelligence in radiation oncology: A review of its current status and potential application for the radiotherapy workforce. *Radiography* (London, England: 1995), 27 Suppl 1, S63–S68. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.07.012>
12. Zhu, S., Ma, S. J., Farag, A., Huerta, T., Gamez, M. E., & Blakaj, D. M. (2025). Artificial Intelligence, Machine Learning and Big Data in Radiation Oncology. *Hematology/oncology clinics of North America*, 39(2), 453–469. <https://doi.org/10.1016/j.hoc.2024.12.002>
13. Moore, N. S., McWilliam, A., & Aneja, S. (2023). Bladder Cancer Radiation Oncology of the Future: Prognostic Modeling, Radiomics, and Treatment Planning With Artificial Intelligence. *Seminars in radiation oncology*, 33(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.semradonc.2022.10.009>
14. Kelly, B. S., Judge, C., Bollard, S. M., Clifford, S. M., Healy, G. M., Aziz, A., Mathur, P., Islam, S., Yeom, K. W., Lawlor, A., & Killeen, R. P. (2022). Radiology artificial intelligence: a systematic review and evaluation of methods (RAISE). *European radiology*, 32(11), 7998–8007. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-08784-6>
15. Podinã, N., Gheorghe, E. C., Constantin, A., Cazacu, I., Croitoru, V., Gheorghe, C., Balaban, D. V., Jinga, M., Țieranu, C. G., & Sãftoiu, A. (2025). Artificial Intelligence in Pancreatic Imaging: A Systematic Review. *United European gastroenterology journal*, 13(1), 55–77. <https://doi.org/10.1002/ueg2.12723>
16. Abel, L., Wassenthal, J., Weikert, T., Sauter, A. W., Nesic, I., Obradovic, M., Yang, S., Manneck, S., Glessgen, C., Ospel, J. M., Stieltjes, B., Boll, D. T., & Friebe, B. (2021). Automated Detection of Pancreatic Cystic Lesions on CT Using Deep Learning. *Diagnostics* (Basel, Switzerland), 11(5), 901. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11050901>
17. Aggarwal, R., Sounderajah, V., Martin, G., Ting, D. S. W., Karthikesalingam, A., King, D., Ashrafian, H., & Darzi, A. (2021). Diagnostic accuracy of deep learning in medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *NPJ digital medicine*, 4(1), 65. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00438-z>
18. Bhinder, B., Gilvary, C., Madhukar, N. S., & Elemento, O. (2021). Artificial Intelligence in Cancer Research and Precision Medicine. *Cancer discovery*, 11(4), 900–915. <https://doi.org/10.1158/2159-8290.CD-21-0090>
19. Jiang, Y., Liang, X., Wang, W., Chen, C., Yuan, Q., Zhang, X., Li, N., Chen, H., Yu, J., Xie, Y., Xu, Y., Zhou, Z., Li, G., & Li, R. (2021). Noninvasive Prediction of Occult Peritoneal Metastasis in Gastric Cancer Using Deep Learning. *JAMA network open*, 4(1), e2032269. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.32269>
20. Chassagnon, G., De Margerie-Mellon, C., Vakalopoulou, M., Marini, R., Hoang-Thi, T. N., Revel, M. P., & Soyer, P. (2023). Artificial intelligence in lung cancer: current applications and perspectives. *Japanese journal of radiology*, 41(3), 235–244. <https://doi.org/10.1007/s11604-022-01359-x>
21. Lo Gullo, R., Marcus, E., Huayanay, J., Eskreis-Winkler, S., Thakur, S., Teuwen, J., & Pinker, K. (2024). Artificial Intelligence-Enhanced Breast MRI: Applications in Breast Cancer Primary Treatment Response Assessment and Prediction. *Investigative radiology*, 59(3), 230–242. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000001010>
22. Liu, J. Q., Ren, J. Y., Xu, X. L., Xiong, L. Y., Peng, Y. X., Pan, X. F., Dietrich, C. F., & Cui, X. W. (2022). Ultrasound-based artificial intelligence in gastroenterology and hepatology. *World journal of gastroenterology*, 28(38), 5530–5546. <https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i38.5530>
23. Turkbey, B., & Haider, M. A. (2022). Artificial Intelligence for Automated Cancer Detection on Prostate MRI: Opportunities and Ongoing Challenges, From the AJR Special Series on AI Applications. *AJR. American journal of roentgenology*, 219(2), 188–194. <https://doi.org/10.2214/AJR.21.26917>
24. Kim, Y. H., Kim, G. H., Kim, K. B., Lee, M. W., Lee, B. E., Baek, D. H., Kim, D. H., & Park, J. C. (2020). Application of A Convolutional Neural Network in The Diagnosis of Gastric Mesenchymal Tumors on Endoscopic Ultrasonography Images. *Journal of clinical medicine*, 9(10), 3162. <https://doi.org/10.3390/jcm9103162>
25. Salim, M., Liu, Y., Sorkhei, M., Ntoula, D., Foukakis, T., Fredriksson, I., Wang, Y., Eklund, M., Azizpour, H., Smith, K., & Strand, F. (2024). AI-based selection of individuals for supplemental MRI in population-based breast cancer screening: the randomized ScreenTrustMRI trial. *Nature medicine*, 30(9), 2623–2630. <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03093-5>
26. Liu, C. J., Zhang, L., Sun, Y., Geng, L., Wang, R., Shi, K. M., & Wan, J. X. (2023). Application of CT and MRI images based on an artificial intelligence algorithm for predicting lymph node metastasis in breast cancer patients: a meta-analysis. *BMC cancer*, 23(1), 1134. <https://doi.org/10.1186/s12885-023-11638-z>
27. Wang, Y. J., Wang, P., Yan, Z., Zhou, Q., Gunturkun, F., Li, P., Hu, Y., Wu, W. E., Zhao, K., Zhang, M., Lv, H., Fu, L., Jin, J., Du, Q., Wang, H., Chen, K., Qu, L., Lin, K., Iv, M., Wang, H., ... Gong, J. (2024). Advancing presurgical non-invasive molecular subgroup prediction in medulloblastoma using artificial intelligence and MRI signatures. *Cancer cell*, 42(7), 1239–1257.e7. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2024.06.002>
28. Ranjbarzadeh, R., Caputo, A., Tirkolaee, E. B., Jafarzadeh Ghoushchi, S., & Bendecheche, M. (2023). Brain tumor segmentation of MRI images: A comprehensive review on the application of artificial intelligence tools. *Computers in biology and medicine*, 152, 106405. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2022.106405>
29. Deng, F., Xiao, G., Tanzhu, G., Chu, X., Ning, J., Lu, R., Chen, L., Zhang, Z., & Zhou, R. (2025). Predicting Survival Rates in Brain Metastases Patients from Non-Small Cell Lung Cancer Using Radiomic Signatures Associated with Tumor Immune Heterogeneity. *Advanced science* (Weinheim, Baden-Wuerttemberg, Germany), 12(10), e2412590. <https://doi.org/10.1002/adv.202412590>
30. Kim, H. Y., Cho, S. J., Sunwoo, L., Baik, S. H., Bae, Y. J., Choi, B. S., Jung, C., & Kim, J. H. (2021). Classification of true progression after radiotherapy of brain metastasis on MRI using artificial intelligence: a systematic review and meta-analysis. *Neuro-oncology advances*, 3(1), vdab080. <https://doi.org/10.1093/naojnl/vdab080>
31. Tiyyarattanachai, T., Apiparakoon, T., Marukatat, S., Sukcharoen, S., Geratikornsuptuk, N., Anukularkusol, N., Mekaroonkamol, P., Tanpowpong, N., Sarakul, P., Rerknimitr, R., & Chaiteerakij, R. (2021). Development and validation of artificial intelligence to detect and diagnose liver lesions from ultrasound images. *PloS one*, 16(6), e0252882. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252882>
32. Liu, J. Q., Ren, J. Y., Xu, X. L., Xiong, L. Y., Peng, Y. X., Pan, X. F., Dietrich, C. F., & Cui, X. W. (2022). Ultrasound-based artificial intelligence in gastroenterology and hepatology. *World journal of gastroenterology*, 28(38), 5530–5546. <https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i38.5530>
33. Kim, Y. H., Kim, G. H., Kim, K. B., Lee, M. W., Lee, B. E., Baek, D. H., Kim, D. H., & Park, J. C. (2020). Application of A Convolutional Neural Network in The Diagnosis of Gastric Mesenchymal Tumors on Endoscopic Ultrasonography

Images. *Journal of clinical medicine*, 9(10), 3162. <https://doi.org/10.3390/jcm9103162>

34. Shimizu, H., & Nakayama, K. I. (2020). Artificial intelligence in oncology. *Cancer science*, 111(5), 1452–1460. <https://doi.org/10.1111/cas.14377>

35. Jiang, Y., Zhang, Z., Yuan, Q., Wang, W., Wang, H., Li, T., Huang, W., Xie, J., Chen, C., Sun, Z., Yu, J., Xu, Y., Poultsides, G. A., Xing, L., Zhou, Z., Li, G., & Li, R. (2022). Predicting peritoneal recurrence and disease-free survival from CT images in gastric cancer with multitask deep learning: a retrospective study. *The Lancet. Digital health*, 4(5), e340–e350. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(22\)00040-1](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00040-1)

36. Cao, L. L., Peng, M., Xie, X., Chen, G. Q., Huang, S. Y., Wang, J. Y., Jiang, F., Cui, X. W., & Dietrich, C. F. (2022). Artificial intelligence in liver ultrasound. *World journal of gastroenterology*, 28(27), 3398–3409. <https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i27.3398>

### Сведения об авторах

**Поморцев Алексей Викторович**, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики № 1, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-4129-3930>

**Дьяченко Юлия Юрьевна**, к. м. н., доцент кафедры лучевой диагностики № 1 ФПК и ППС, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-2957-9100>

**Матосян Мариам Альбертовна**, ассистент кафедры лучевой диагностики № 1, Кубанский государственный медицинский университет, (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-9576-6724>

**Арутюнян Екатерина Алексеевна**, старший лаборант кафедры лучевой диагностики № 1, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0005-9684-4025>

**Хагурова Любовь Аслановна**, лаборант кафедры лучевой диагностики № 1, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0000-5678-2804>

**Новикова Анастасия Сергеевна**, лаборант кафедры лучевой диагностики № 1, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0008-6400-5106>

**Никитина Вероника Романовна**, студентка 5-го курса педиатрического факультета, Кубанский государственный

медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0000-6288-7469>

**Катрич Алексей Николаевич**, д. м. н., заведующий отделением ультразвуковой диагностики, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; доцент кафедры хирургии № 1, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-1508-203X>

**Астафьева Ольга Викторовна**, д. м. н., доцент, профессор кафедры лучевой диагностики № 1, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-8195-5930>

### Information about the authors

**Alexey V. Pomortsev**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Radiology Department No. 1, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-4129-3930>

**Julia Yu. Dyachenko**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Radiology Department No. 1, Faculty of Postgraduate Education and Professional Development, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-2957-9100>

**Mariam A. Matosyan**, Assistant Professor, Radiology Department No. 1, Kuban State Medical University, (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-9576-6724>

**Ekaterina A. Arutyunyan**, Senior Laboratory Assistant, Radiology Department No. 1, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0005-9684-4025>

**Lyubov A. Khagurova**, Laboratory Assistant, Radiology Department No. 1, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0000-5678-2804>

**Anastasia S. Novikova**, Laboratory Assistant, Radiology Department No. 1, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0008-6400-5106>

**Veronika R. Nikitina**, 5th-year Student, Faculty of Pediatrics, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0000-6288-7469>

**Alexey N. Katrich**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Ultrasound Diagnostics Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Associate Professor, Department of Surgery № 1, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-1508-203X>

**Olga V. Astafieva**, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiation Diagnostics No. 1, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-8195-5930>