

<https://doi.org/10.52420/usmumb.11.1.e00207>

<https://elibrary.ru/SBOOSD>

Обзор | Review

---

---

## Применение искусственного интеллекта в эндоскопической диагностике и лечении язвенных дефектов ЖКТ: тематический обзор

Андрей Викторович Жилияков <sup>✉</sup>, Сергей Юрьевич Соколов,  
Сергей Александрович Чернядьев, Александр Андреевич Жилияков

Уральский государственный медицинский университет,  
Екатеринбург, Россия

✉ [doctor-zhilyakov@rambler.ru](mailto:doctor-zhilyakov@rambler.ru)

**Аннотация.** *Введение.* Искусственный интеллект (ИИ) существенно расширяет возможности гастроинтестинальной эндоскопии, автоматизируя распознавание язвенных дефектов, ускоряя анализ изображений и улучшая прогнозирование клинических исходов. Накопление разрозненных данных об эффективности ИИ-алгоритмов требует их систематизации для определения приоритетов и барьеров на пути к клиническому внедрению. *Цель работы* — систематизировать текущее применение ИИ в диагностике язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, классификации активности и прогнозировании риска острого кровотечения (по Дж. А. Форресту (*англ.* J. A. Forrest)), а также выявить ключевые пробелы в клинической валидации разработанных моделей. *Материалы и методы.* Проведен систематический тематический обзор литературы по методике PRISMA-ScR. Поиск осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus и Web of Science за период с 1 января 2010 г. по 1 февраля 2025 г. Из 184 первоначально найденных записей после скрининга и оценки полного текста в финальный анализ включено 22 исследования, соответствующих критериям. *Результаты.* Основные направления исследований: диагностика язв — 13/22 (59 %); прогнозирование осложнений — 5/22 (23 %); интегрированные системы поддержки принятия решений — 3/22 (13 %). Доминирующей технологией были глубокие сверточные нейронные сети (CNN), использованные в 64 % работ. Диагностические метрики моделей показали высокие результаты (AUC 0,82–0,96, чувствительность 76–94 %). Однако лишь 11/22 (50 %) исследований включали в себя внутреннюю валидацию, и только 6/22 (27 %) — внешнюю, что указывает на недостаточную проверку воспроизводимости. *Обсуждение.* ИИ-алгоритмы демонстрируют высокую точность, превосходящую в ряде случаев возможности эндоскопии

ста, особенно в условиях кровотечения. Тем не менее их внедрение сдерживается рядом факторов: низкой воспроизводимостью на внешних когортах данных, дефицитом проспективных многоцентровых исследований, сложностями интеграции с медицинской ИТ-инфраструктурой и неоднородностью в отчетности о результатах. *Заключение.* ИИ является перспективным инструментом для улучшения диагностики и стратификации рисков при язвенной болезни. Однако для его полноценного внедрения в клиническую практику необходимы стандартизованные протоколы валидации, формирование единых клинических конечных точек и проведение исследований, оценивающих реальное влияние ИИ на тактику лечения и исходы для пациента.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, эндоскопическая хирургия, язвенная болезнь, диагностика, лечение, желудочно-кишечный тракт, интеллектуальная эндоскопия, сверточные нейронные сети, системы поддержки принятия решений

**Для цитирования:** Жиляков АВ, Соколов СЮ, Чернядьев СА, Жиляков АА. Применение искусственного интеллекта в эндоскопической диагностике и лечении язвенных дефектов ЖКТ: тематический обзор. *Вестник УГМУ.* 2026;11(1):e00207. DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.11.1.e00207>. EDN: <https://elibrary.ru/SBOOSD>.

**Авторские права и лицензия.** © Жиляков А. В., Соколов С. Ю., Чернядьев С. А., Жиляков А. А., 2026. Материал доступен по условиям лицензии CC BY-NC-SA 4.0 Int.

---

## The Use of Artificial Intelligence in Endoscopic Diagnosis and Treatment of Gastrointestinal Ulcers: A Thematic Overview

Andrey V. Zhilyakov , Sergey Yu. Sokolov, Sergey A. Chernyadev, Aleksandr A. Zhilyakov

Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

✉ [doctor-zhilyakov@rambler.ru](mailto:doctor-zhilyakov@rambler.ru)

**Abstract.** *Introduction.* Artificial intelligence (AI) significantly enhances gastrointestinal endoscopy by automating ulcer detection, accelerating image analysis, and improving clinical outcome prediction. The growing body of disparate data on AI algorithm efficacy necessitates systematization to define priorities and barriers for clinical implementation. *The objective* is to systematize current AI applications in diagnosing peptic ulcer disease, classifying bleeding activity (Forrest classification), and predicting acute hemorrhage risk. This review also aimed to identify key gaps in the clinical validation of developed models. *Materials and methods.* A systematic scoping review (PRISMA-ScR) of PubMed, Scopus, and Web of Science was conducted for the period 2010–2025. From an initial 184 records, 22 studies met inclusion criteria after screening and full-text assessment and were included in the final analysis. *Results.* Primary research focused on diagnostics (13/22, 59%), complication

prediction (5/22, 23 %), and clinical decision support systems (3/22, 13 %). Deep convolutional neural networks (CNN) were the dominant technology (64 %), demonstrating high diagnostic accuracy (AUC 0.82–0.96; sensitivity 76–94 %). However, robust validation was lacking: only 50 % (11/22) of studies reported internal validation, and just 27 % (6/22) included external validation, indicating insufficient reproducibility testing. *Discussion.* AI algorithms show high accuracy, sometimes exceeding endoscopist performance, especially during active bleeding. Yet, clinical implementation is hindered by low reproducibility on external cohorts, a scarcity of prospective multicenter trials, IT integration challenges, and heterogeneous reporting standards. *Conclusion.* AI is a promising tool for improving diagnosis and risk stratification in peptic ulcer disease. However, its full integration into clinical practice demands standardized validation protocols, uniform clinical endpoints, and studies assessing AI's real-world impact on treatment strategies and patient outcomes.

**Keywords:** artificial intelligence, endoscopic surgery, peptic ulcer disease, diagnosis, treatment, gastrointestinal tract, intelligent endoscopy, convolutional neural networks, decision support systems

**For citation:** Zhilyakov AV, Sokolov SY, Chernyadev SA, Zhilyakov AA. The use of artificial intelligence in endoscopic diagnosis and treatment of gastrointestinal ulcers: A thematic overview. *USMU Medical Bulletin.* 2026;11(1):e00207. DOI: <https://doi.org/10.52420/usmumb.11.1.e00207>. EDN: <https://elibrary.ru/SBOOSD>.

**Copyright and license.** © Zhilyakov A. V., Sokolov S. Y., Chernyadev S. A., Zhilyakov A. A., 2026. The material is available under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 Int. License.

**Список сокращений:** ЖКТ — желудочно-кишечный тракт; ИИ — искусственный интеллект; ИТ — информационные технологии; СППР — системы поддержки принятия решений; AUC — площадь под кривой (*англ.* area under the curve); CNN — сверточные нейронные сети (*англ.* convolutional neural networks); DL — глубокое обучение (*англ.* deep learning); MeSH — медицинские предметные рубрики (*англ.* Medical Subject Headings); ML — машинное обучение (*англ.* machine learning); OSF — Открытая научная база (*англ.* Open Science Framework); PCC — схема «исследуемая группа — концепция — контекст» (*англ.* Population — Concept — Context); PRISMA-ScR — предпочтительные элементы для систематических обзоров и метаанализов, расширение для обзоров предметного поля (*англ.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews); PROSPERO — Международный проспективный реестр систематических обзоров (*англ.* International Prospective Register of Systematic Reviews); RNN — рекуррентные нейронные сети (*англ.* recurrent neural networks); SVM — метод опорных векторов (*англ.* support vector machine).

## Введение

Осложненная язвенная болезнь желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) остается одной из наиболее значимых и актуальных проблем современной

абдоминальной хирургии и гастроэнтерологии. Эта патология, связанная с формированием язвенных дефектов слизистой оболочки желудка и (или) двенадцатиперстной кишки, охватывает широкую популяцию пациентов, нередко приводя к серьезным, а иногда и жизнеугрожающим осложнениям, включая желудочно-кишечные кровотечения, прободение стенки органа (перфорации), пенетрации и стенозы [1–3]. Высокая распространенность язвенной болезни, частые рецидивы и тяжесть осложнений делают вопрос своевременной и точной диагностики чрезвычайно острым, особенно в условиях неотложной хирургии при активном кровотечении. Надежная верификация язвенных поражений и дифференцировка клинических сценариев необходимы для быстрой стратификации риска и выбора адекватной лечебной тактики.

На протяжении последних десятилетий эндоскопическое исследование прочно утвердилось как «золотой стандарт» диагностики язвенной болезни, предоставляя визуализацию слизистой оболочки ЖКТ в режиме реального времени и позволяя выполнить биопсию при необходимости. Однако даже при высокой диагностической ценности эндоскопии существует ряд методологических и технических ограничений. Интерпретация изображений во многом остается субъективной и зависит от квалификации, опыта и степени утомляемости специалиста. Также сохраняется вероятность пропуска минимальных или атипичных дефектов, особенно на ранних стадиях развития заболевания [4].

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ), в частности алгоритмов машинного обучения (*англ.* machine learning, ML) и глубокого обучения (*англ.* deep learning, DL), инициировало качественный сдвиг в диагностике и персонализированной медицине. Современные нейросетевые архитектуры, включая сверточные нейронные сети (*англ.* convolutional neural networks, CNN), демонстрируют способность к высокоточной классификации изображений, превышая по ряду метрик точность традиционной интерпретации опытными клиницистами. Помимо классификации патологий ИИ позволяет выполнять задачи прогнозирования, стратификации риска, автоматизированного выделения признаков и генерации клинических рекомендаций в интеграции с электронными медицинскими записями.

Развитие современных ИИ-систем в гастроэнтерологии движется в сторону создания мультифункциональных платформ, способных выполнять не только локальные диагностические функции, но и действовать в составе систем поддержки принятия решений (СППР). Такие системы объединяют в себе инструменты анализа визуальных, клинико-лабораторных, демографических и генетических данных пациента, тем самым формируя персонализированную модель оценки состояния и прогнозирования исходов. В частности, в контексте язвенной болезни такие СППР могут не только идентифицировать локализацию и морфологию язвы, но и предсказать ве-

роятность рецидива или осложнений, а также рекомендовать оптимальную терапевтическую стратегию с учетом клинических протоколов [5, 6].

В контексте бурного развития научной литературы в этой области становится необходимым проведение тематического обзора, направленного на систематизацию текущих подходов, оценку валидности и воспроизводимости ИИ-решений, а также выявление нерешенных задач, сдерживающих масштабное внедрение этих технологий в клиническую практику. Такая картографическая стратегия позволяет охватить широкий спектр публикаций, включая эмпирические исследования, экспериментальные модели и прикладные разработки, и, в отличие от традиционного систематического обзора, не ограничивается оценкой эффективности конкретного вмешательства.

**Цель** — систематизировать применение ИИ в диагностике язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, оценке активности и прогнозе риска острого кровотечения (по Дж. А. Форресту (*англ.* J. A. Forrest)), а также выявить пробелы клинической валидации.

## Материалы и методы

Настоящий тематический обзор проведен в соответствии с руководством PRISMA-ScR\*. Обзор направлен на систематизацию публикаций, посвященных применению технологий ИИ в диагностике и лечении язвенных поражений ЖКТ.

### Протокол и регистрация

Протокол обзора разработан перед началом сбора данных и согласован в рамках исследовательской группы, однако официальная регистрация в открытых репозиториях (например, OSF или PROSPERO\*\*) не осуществлялась. Структура протокола соответствовала чек-листу PRISMA-ScR и включала в себя определение целей, формулировку критериев включения или исключения, стратегию поиска и план синтеза данных.

### Критерии включения и исключения

В обзор включались оригинальные исследования, обзоры и клинические отчеты, опубликованные на русском или английском языках в период с 1 ян-

\* PRISMA-ScR — предпочтительные элементы отчетности для систематических обзоров и метаанализов, расширение для обзоров предметного поля (*англ.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews).

\*\* OSF — Открытая научная база (*англ.* Open Science Framework). PROSPERO — Международный проспективный реестр систематических обзоров (*англ.* International Prospective Register of Systematic Reviews).

варя 2010 г. по 1 февраля 2025 г. К включению допускались публикации, содержащие эмпирические или моделированные данные по использованию ИИ в эндоскопии для выявления, классификации, оценки тяжести или лечения язвенных дефектов. Исключались статьи, в которых ИИ использовался исключительно в техническом контексте (например, настройка архитектур без клинической валидации), а также материалы, не прошедшие экспертное рецензирование.

### **Информационные источники**

Поиск осуществлялся в следующих библиографических базах данных: PubMed (MEDLINE), Scopus, Web of Science и Российский индекс научного цитирования. Также использовался ручной поиск по спискам литературы включенных публикаций для выявления дополнительных релевантных источников.

### **Поисковая стратегия**

Для каждой базы данных разрабатывался индивидуальный поисковый запрос, содержащий как дескрипторы MeSH\* (в случае PubMed), так и свободные текстовые термины. Основные ключевые слова: artificial intelligence, machine learning, deep learning, computer vision, endoscopy, gastroscopy, ulcer, gastric ulcer, duodenal ulcer, gastrointestinal bleeding, decision support system, diagnosis, clinical integration. Последний систематический поиск выполнен 3 февраля 2025 г.

### **Процесс отбора публикаций**

На первом этапе два независимых рецензента (С. Ю. Соколов и А. А. Жиляков) проводили скрининг заголовков и аннотаций с применением заранее согласованных критериев по схеме РСС\*\*. На втором этапе оценивались полные тексты отобранных работ, все несоответствия разрешались путем обсуждения или с привлечением третьего рецензента (С. А. Чернядьев). Для минимизации предвзятости использовалось программное обеспечение Rayyan (Катарский вычислительный исследовательский институт, Катар).

### **Извлечение и анализ данных**

Извлечение данных производилось с использованием стандартизированной формы в Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США). Форма включала в себя следующие переменные: авторы, год публикации, страна, тип исследования, контекст применения ИИ, тип ИИ-модели (например, CNN,

\* MeSH — медицинские предметные рубрики (*англ.* Medical Subject Headings).

\*\* РСС — схема «исследуемая группа — концепция — контекст» (*англ.* Population — Concept — Context).

RNN, SVM\*), область применения (диагностика, прогноз, лечение), метрики качества модели (точность, чувствительность, специфичность, AUC\*\*), уровень клинической интеграции, используемое оборудование и формат визуальных данных. Все данные проверялись на полноту и согласованность двумя участниками группы.

### Картирование и синтез

Данные группировались по тематическим направлениям: диагностика язвенной болезни, прогнозирование осложнений, автоматизация принятия решений, визуализация и интерпретация изображений. Результаты были приведены в табличной форме с возможным представлением на уровне концептуальной карты или диаграмм.

Такой подход позволил получить систематизированное представление о текущем состоянии применения ИИ в эндоскопической практике при язвенной болезни ЖКТ и выделить наиболее перспективные и недостаточно разработанные области.

## Результаты

### Процесс включения и исключения источников

На начальном этапе систематического поиска обнаружено 184 уникальных публикации, потенциально соответствующих тематике обзора. После удаления дубликатов ( $n = 37$ ) в результате автоматической фильтрации и ручной проверки, оставшиеся 147 публикаций были подвергнуты первичному скринингу на основании заголовков и аннотаций. На этом этапе исключено 89 работ, не удовлетворяющих заранее сформулированным критериям релевантности (например, публикации с чисто технической направленностью, без клинической компоненты, или те, что не касались язвенной болезни ЖКТ). Для полнотекстовой оценки отобрано 58 статей, из которых 36 исключены на втором этапе на основании несоответствия критериям включения. Причины исключения включали в себя отсутствие упоминания ИИ в контексте клинической валидации, недостаточную детализацию методологии, использование синтетических данных без клинического применения, а также работы с неясным дизайном и неопределенной выборкой. В результате окончательного отбора в анализ включено 22 статьи. Подробная визуализация этапов включения и исключения представлена на рис. 1, где поэтапно отражены фильтрационные шаги и основания исключения.

\* RNN — рекуррентные нейронные сети (*англ.* recurrent neural networks). SVM — метод опорных векторов (*англ.* support vector machine).

\*\* AUC — площадь под кривой (*англ.* area under the curve).



Рис. 1. Диаграмма PRISMA, отражающая процесс отбора публикаций

### Тематики и категории включенных публикаций

Проведенный тематический анализ включенных публикаций позволил разделить их на четыре ключевые категории в зависимости от основной направленности. Наибольшая часть работ ( $n = 13/22$  (59%)) сосредоточена на диагностике язвенных дефектов ЖКТ с использованием различных моделей ML, преимущественно CNN, в рамках анализа изображений, полученных при гастроскопии или видеокапсульной эндоскопии. В этих публикациях основной задачей выступало автоматизированное выявление дефектов слизистой, классификация язв по степени выраженности и локализации. Вторая категория ( $n = 5/22$  (23%)) касается прогностических моделей, направленных на предсказание вероятности развития осложнений, таких как желудочно-кишечные кровотечения, перфорации или рецидивы язв. Модели строились на основе ретроспективных данных, включающих в себя клинико-лабораторные параметры, и использовались для стратификации риска. Третья группа ( $n = 3/22$  (13%)) представлена публикациями, описывающими разработку и тестирование интегрированных СППР, в которых ИИ объединялся с электронными медицинскими картами и алгоритмами клинических рекомендаций. Наконец, 1/22 (5%) работа описывает применение ИИ в режиме реального времени для навигации и сопровождения терапевтических эндоскопических манипуляций.

### Типы моделей и методы валидации

В подавляющем большинстве работ использовались архитектуры DL, преимущественно CNN, применяемые для обработки и интерпретации эндо-

скопических изображений. Эти модели фигурировали в 14/22 (64 %) публикациях. В остальных работах использовались SVM, RNN, деревья решений и ансамблевые подходы. Тип валидации варьировался: внутренняя перекрестная валидация применена в 11/22 (50 %) публикациях, внешняя независимая выборка использовалась в 6/22 (27 %) работах, в 5/22 (23 %) статьях процедура валидации не была описана или представлена фрагментарно. Средние диагностические показатели по AUC находились в пределах 0,82–0,96, чувствительность варьировалась от 76 % до 94 %, специфичность — от 70 % до 95 %. В ряде исследований (4/22 (18 %)) также указывались показатели F1-score, превышающие 0,85, что свидетельствует о высоком балансе между точностью и полнотой классификации. В 7/22 (32 %) публикациях подчеркивается необходимость клинической валидации на многоцентровых выборках и реальных пациентах.

### **Клинический контекст применения ИИ**

Из 22 включенных публикаций 15 (68 %) фокусируются преимущественно на язвах желудка и двенадцатиперстной кишки. Авторы описывают диагностику как острых, так и хронических форм, включая анализ неочевидных участков слизистой, где традиционные методы диагностики демонстрировали низкую воспроизводимость. В 4/22 (18 %) исследованиях рассматриваются случаи активного желудочно-кишечного кровотечения, при которых ИИ использовался для быстрой локализации источника и оценки объема кровопотери. Еще 3/22 (14 %) работы охватывают более широкий спектр осложнений язвенной болезни, включая прогнозирование перфорации, стенозирования и вероятности хирургического вмешательства. Некоторые модели учитывали не только визуальные данные, но и структурированные параметры: возраст пациента, индекс массы тела, историю приема нестероидных противовоспалительных препаратов, наличие сопутствующей инфекции *Helicobacter pylori* и др.

### **Обсуждение**

ИИ способен значительно повысить точность и скорость диагностики в гастроэнтерологии, расширяя спектр возможностей как в диагностике, так и терапевтическом сопровождении пациентов. Особенно высокую эффективность ИИ продемонстрировал при автоматическом выявлении язвенных дефектов на эндоскопических изображениях, где CNN позволяют распознавать даже мелкие и атипичные поражения слизистой с чувствительностью, превышающей 90 % [7, 8]. Это особенно актуально при активных желудочно-кишечных кровотечениях, где требуется срочная локализация источника кровопотери, а традиционные методы часто оказываются недостаточно бы-

стрыми и чувствительными [9]. В некоторых моделях используется оценка объема кровопотери и локализация очага в реальном времени, что способствует ускоренному принятию клинических решений [10]. Например, модель Т. Аоки и др. (*англ.* Т. Aoki et al.) с использованием глубокой CNN достигла чувствительности 88,2% и специфичности 90,9% при распознавании эрозий и язв тонкой кишки [11].

ИИ-системы в ряде исследований использовались не только для диагностики, но и определения степени тяжести заболеваний, в т. ч. с помощью шкал, таких как классификация Форреста и Mayo [12, 13]. Это особенно важно при планировании лечения и оценке прогноза. Кроме того, модели на базе DL (например, ResNet-50), дообученные на эндоскопических изображениях, достигали AUC ( $0,94 \pm 0,01$ ), чувствительности ( $0,92 \pm 0,02$ ) и специфичности ( $0,88 \pm 0,03$ ), превосходя по точности визуальную интерпретацию врачей [14, 15].

Интерес представляет также направление прогнозирования эффективности терапии. Например, искусственная нейронная сеть, использованная С. Чэнь и др. (*англ.* Х. Chen et al.), показала способность предсказывать ответ на инфликсимаб на основании экспрессии генов *CHP2*, *CDX2*, *NOX4*, *RANK*, *HSD11B2* и *VDR* [14], открывая путь к геномно-ориентированной персонализированной терапии. Подобные методы также применялись для оценки риска рецидива заболевания и профилактики осложнений [15].

Важным направлением является прогнозирование осложнений, таких как рецидивы язв, перфорации, развитие стенозов, а также определение вероятности повторного кровотечения после эндоскопических вмешательств. Современные ИИ-модели демонстрируют способность к предикции риска осложнений на основе анализа мультипараметрических данных: клинических, лабораторных, визуальных и даже геномных. Например, модель Х. П. Бхамбхвани (*англ.* Н. Р. Bhambhvani) классифицировала изображения по шкале Mayo у пациентов с язвенным колитом с точностью более 77% [13]. В другом исследовании модель CNN, использованная в исследовании [14], интегрировала данные об эндоскопической картине, биомаркерах воспаления и анамнезе пациента, что позволило предсказывать вероятность осложнений с чувствительностью выше 85%. Такие подходы позволяют не только стратифицировать пациентов по риску, но и обосновывать выбор тактики ведения: продолжительность госпитализации, необходимость в повторной колоноскопии, назначение препаратов с протективным действием. Также стоит отметить использование алгоритмов ML в постэндоскопическом мониторинге, включая автоматическую интерпретацию повторных обследований и предупреждение врача о признаках негативной динамики [15, 16].

ИИ активно интегрируется в СППР, позволяя объединять разнородные источники данных: эндоскопические изображения, параметры крови, дан-

ные о приеме нестероидных противовоспалительных препаратов, наличии *Helicobacter pylori*, индекс массы тела, анамнез приема антикоагулянтов и сопутствующие заболевания. Это формирует персонализированный прогноз и рекомендации в реальном времени, учитывающие особенности пациента. Например, модель на основе ансамбля алгоритмов (включая Random Forest и XGBoost), использованная в исследовании [17, 18], позволяла спрогнозировать тяжесть заболевания и необходимость в госпитализации с точностью более 88 %.

Некоторые СППР ориентированы на визуальную интерпретацию данных и используют системы сегментации и классификации участков слизистой оболочки в режиме реального времени, как показано в исследованиях с использованием YOLOv4 и U-Net [19–22]. Такие интегративные СППР позволяют врачу получать не только статистическую оценку риска, но и подробную визуализацию ключевых маркеров и зон интереса. Также в ряде разработок применяются технологии обработки естественного языка (*англ.* natural language processing) для автоматического анализа эндоскопических протоколов и извлечения клинически значимой информации [23–27].

Некоторые СППР показывают высокую точность в определении тяжести язв, прогнозе эффективности терапии и даже автоматическом определении показаний к эндоскопическому вмешательству [18, 28].

Особое внимание уделяется задачам дифференциальной диагностики, особенно в условиях перекрывающейся клинической картины воспалительных заболеваний кишечника. Алгоритмы ИИ позволяют различать язвенную болезнь, болезнь Крона и другие воспалительные патологии ЖКТ, что критично для выбора как тактики лечения, так и прогноза. В исследовании [13], основанном на CNN, достигнута точность 90 % при дифференциации этих заболеваний, что существенно превосходит возможности стандартной визуальной оценки, особенно при наличии неспецифических эндоскопических признаков. В других работах применяются ансамблевые методы и RNN, способные анализировать временные ряды клинических и лабораторных данных, в т. ч. динамику воспалительных маркеров и отклонения в биохимических показателях [15, 16].

Также описаны модели, включающие в анализ такие параметры, как генетическая предрасположенность, микробиота, диета и образ жизни, что позволяет точнее дифференцировать хронические воспалительные заболевания кишечника [17]. Например, в исследовании [29] реализована мультимодальная модель, объединяющая изображения с колоноскопии, транскриптомные профили и клинические данные, продемонстрировавшая AUC выше 0,93. Такие подходы могут использоваться как в диагностических центрах, так и в условиях телемедицины, обеспечивая доступность качественной диагностики в удаленных регионах. Наконец, стоит отметить применение моделей обработки естественного языка для анализа текста эндоскопических

протоколов, в которых ИИ автоматически выделяет термины, характерные для болезни Крона или язвенной болезни, повышая объективность и снижая нагрузку на врача [20].

Персонализированная медицина — еще одно ключевое направление в применении ИИ. Искусственная нейронная сеть, разработанная С. Чэнь и др., предсказывает ответ на инфликсимаб у пациентов с язвенным колитом на основе экспрессии 6 генов (*CHP2*, *CDX2*, *NOX4*, *RANK*, *HSD11B2*, *VDR*), демонстрируя высокую прогностическую точность и открывая путь к генетически обоснованной терапии [14]. Помимо этого, в других исследованиях применялись алгоритмы ML для прогнозирования ответа на биологические препараты на основе комплексных профилей, включающих в себя как генетические, так и фенотипические данные [15, 17].

Современные подходы также охватывают использование многомодальных моделей, которые объединяют клинические параметры (возраст, индекс массы тела, наличие сопутствующих заболеваний), лабораторные показатели (С-реактивный белок, фекальный кальпротектин), данные микробиоты, анамнез лекарственной терапии и образ жизни пациента [17, 30]. Такие модели позволяют формировать персонализированные рекомендации по выбору терапии, включая не только стартовую схему, но и возможные корректировки в зависимости от ожидаемой эффективности или риска побочных эффектов.

В одном из исследований [15] применение интегративной модели с использованием нейронных сетей позволило достичь AUC выше 0,90 при прогнозировании клинического ответа у пациентов с воспалительными заболеваниями кишечника. Также описано использование алгоритмов, способных адаптироваться к изменениям в течение терапии, формируя динамически обновляемый прогноз, что особенно актуально при длительном мониторинге хронических состояний.

Тем не менее, несмотря на высокие показатели точности и перспективность решений, широкое внедрение ИИ-систем в клиническую практику ограничено рядом факторов. Одной из ключевых проблем остается низкая воспроизводимость моделей при переносе на новые выборки, особенно в условиях, отличающихся от тех, на которых проводилось обучение. Это связано с узкой спецификой тренировочных датасетов и отсутствием репрезентативности в выборках.

Еще одной важной преградой является дефицит многоцентровых и проспективных клинических исследований, подтверждающих эффективность ИИ-систем в реальной практике. Большинство доступных работ относится к ретроспективным или пилотным, не прошедшим утверждение по протоколам надлежащей клинической практики [14]. Также наблюдается отсутствие единых стандартов описания ИИ-протоколов, включая структуру отчетов об обучении моделей, описание архитектур, типов данных и ме-

трик. Эта проблема особенно актуальна при попытках систематических обзоров или метаанализов, где невозможность сопоставления данных затрудняет синтез [31, 32].

Интеграция ИИ-систем с существующими ИТ-инфраструктурами\* клиник осложнена из-за фрагментации программного обеспечения, отсутствия единой архитектуры электронных медицинских записей и несоответствия форматов данных. Кроме того, автоматизированные решения создают юридические и этические риски: от сложности определения ответственности за ошибочные прогнозы до необходимости обеспечения защиты персональных медицинских данных [33–37]. В странах Евросоюза принятие регламента о медоборудовании (*англ.* medical device regulation; 2017/745 от 5 апреля 2017 г.) требует от разработчиков не только доказательной базы, но и полной прозрачности алгоритмов, объяснимости решений и наличия постмаркетингового мониторинга [29].

Также необходимо обеспечить подготовку медицинских кадров к использованию ИИ: от базового понимания принципов работы алгоритмов до навыков интерпретации результатов и взаимодействия с цифровыми СППР. В ряде исследований подчеркиваются недостаточные осведомленность и уровень доверия к ИИ со стороны врачей, что ограничивает принятие технологий [27, 30]. Для преодоления этих барьеров требуются междисциплинарные программы подготовки, включающие в себя врачей, инженеров, биостатистиков и специалистов по этике.

Таким образом, результаты обзора показывают, что наиболее убедительные эффекты ИИ сосредоточены в автоматизированной эндоскопической диагностике язвенных дефектов, где глубокие сверточные модели демонстрируют высокие диагностические метрики; вместе с тем воспроизводимость на внешних когортах и стандартизация отчетности остаются ключевыми ограничителями, а мультимодальные СППР и персонализированные предикторы осложнений находятся в стадии активного накопления доказательств. Эта траектория означает переход от локальных алгоритмов распознавания к интегрированным решениям, поддерживающим клинические решения на всем протяжении эндоскопического маршрута пациента. На рис. 2 представлены категории, направленные на оценку текущих достижений, ограничений и будущих направлений использования ИИ в диагностике, прогнозировании и образовании в области эндоскопии. Тепловая матрица позволяет сопоставить силу доказательств и степень зрелости технологий в 5 сферах — диагностике, прогнозе, классификации находок, СППР и образовании, — визуализируя, где потенциал уже реализован, где имеются ограничения, а где сосредоточены перспективы для дальнейших исследований.

---

\* ИТ — информационные технологии.

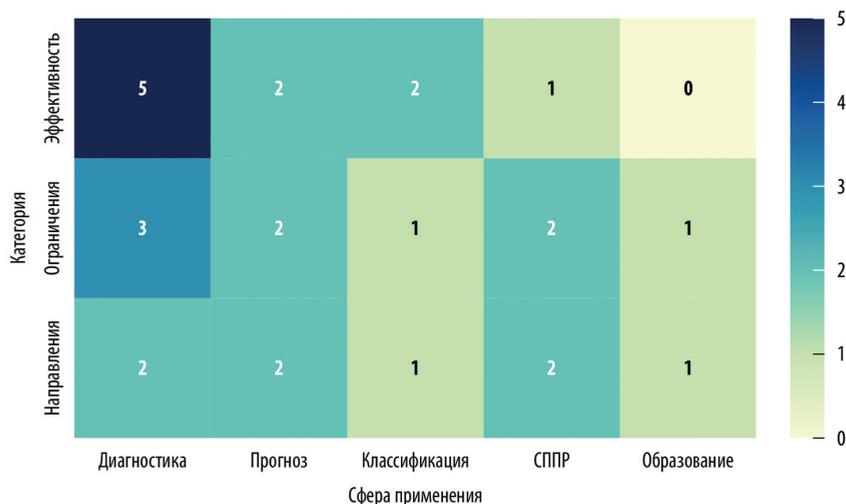


Рис. 2. Области применения ИИ в эндоскопии ЖКТ: эффективность, ограничения и перспективы

Максимальное значение на пересечении «Диагностика — Эффективность» отражает доминирование валидированных работ по распознаванию дефектов слизистой. Преобладание отметок в строке «Ограничения» для диагностики фиксирует риски переноса моделей и гетерогенность датасетов; умеренные значения для прогноза и СППР указывают на растущую, но еще не насыщенную доказательную базу. Нижняя строка «Направления» демонстрирует смещение будущих исследований к мультимодальным интеграциям и клинической внедряемости, тогда как наиболее низкие значения в секторе образования очерчивают перспективную, но недоиспользованную нишу подготовки операторов эндоскопии и повышения интерпретационной согласованности.

## Заключение

Современные технологии ИИ обладают значительным трансформационным потенциалом в контексте эндоскопической диагностики и терапии язвенной болезни ЖКТ. На основании анализа научных публикаций можно констатировать устойчивое преимущество ИИ-моделей по сравнению с традиционными диагностическими подходами, включая более высокие значения чувствительности и специфичности, сокращение времени интерпретации изображений, а также способность агрегировать и интерпретировать мультифакторные данные в реальном времени. Однако их повсеместная интеграция в клиническую практику сопряжена с рядом институциональных, методологических и регуляторных вызовов [38–42].

Одним из приоритетных направлений является формализация единых стандартов архитектур ИИ-систем, включая спецификацию входных параметров, методологию обучения моделей и валидационные критерии. Отсутствие унифицированных протоколов затрудняет межисследовательскую репликацию и затягивает процесс нормативного утверждения клинически значимых решений [24, 25]. Также остается актуальной задача масштабируемости и устойчивости моделей: многие ИИ-системы демонстрируют высокие результаты в экспериментальных условиях, но теряют эффективность при валидации на внешних, гетерогенных выборках, что подчеркивает необходимость широкомасштабных мультицентровых клинических испытаний [16, 43].

Реализация ИИ в клинической среде требует соответствующей ИТ-инфраструктуры, способной поддерживать интеграцию с эндоскопическим оборудованием, информационными системами лечебно-профилактических учреждений и электронной медицинской картой. Параллельно необходима системная подготовка медицинского персонала, включая врачей, эндоскопистов, медицинских статистиков и ИТ-специалистов. Низкий уровень цифровой компетенции и недостаточное доверие к ИИ со стороны клиницистов в настоящее время остаются сдерживающим фактором для масштабного применения этих технологий [27, 30, 44, 45].

В перспективе развитие ИИ в эндоскопии язвенных поражений ЖКТ будет зависеть от эффективности междисциплинарного взаимодействия между исследовательскими, клиническими и инженерными сообществами, нормативной проработки, этической экспертизы и институциональной готовности к инновационным подходам в организации диагностических процессов.

## Список источников | References

1. Lanas A, Chan FKL. Peptic ulcer disease. *The Lancet*. 2017;390(10094):613–624. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32404-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32404-7).
2. Srivastav Y, Mansoori MF, Hameed A, Hashmi A, Ahmad MI. Condensed statement: Critical framework of the diagnosis along with management of peptic ulcer disease (PUD). In: Marinho SA (ed.). *Advanced Concepts in Pharmaceutical Research. Vol. 8*. BP International; 2024. P. 90–111. DOI: <https://doi.org/10.9734/BPI/ACPR/V8/8357E>.
3. Parkash O, Siddiqui ATS, Jiwani U, Rind F, Padhani ZA, Rizvi A, et al. Diagnostic accuracy of artificial intelligence for detecting gastrointestinal luminal pathologies: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*. 2022;9:1018937. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1018937>.
4. Correia FP, Lourenço LC. Artificial intelligence application in diagnostic gastrointestinal endoscopy — Deus ex machina? *World Journal of Gas-*

- troenterology*. 2021;27(32):5351–5361. DOI: <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i32.5351>.
5. Tian Z, Wang D, Sun X, Fan Y, Guan Y, Zhang N, et al. Current status and trends of artificial intelligence research on the four traditional Chinese medicine diagnostic methods: A scientometric study. *Annals of Translational Medicine*. 2023;11(3):145. DOI: <https://doi.org/10.21037/atm-22-6431>.
  6. Zhu N, Cao J, Shen K, Chen X, Zhu S. A decision support system with intelligent recommendation for multi-disciplinary medical treatment. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*. 2020;16(1s):33. DOI: <https://doi.org/10.1145/3352573>.
  7. Mota J, Almeida MJ, Mendes F, Martins M, Ribeiro T, Afonso J, et al. From data to insights: How is AI revolutionizing small-bowel endoscopy? *Diagnostics*. 2024;14(3):291. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14030291>.
  8. Жилияков АВ, Чернядьев СА, Коробова НЮ, Киршина ОВ, Соколов СЮ, Белькова КС, и др., авторы; УГМУ, правообладатель. *Программа для автоматической классификации желудочно-кишечных кровотечений по шкале J. A. Forrest*. РФ, свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ RU2023615451. 15 марта 2023. [Zhilyakov AV, Chernyadyev SA, Korobova NY, Kirshina OV, Sokolov SY, Belkova KS, et al., inventors; Ural State Medical University, assignee. *Program for automatic classification of gastrointestinal ulcer bleeding according to the J. A. Forrest scale*. Russian Federation certificate of state registration of a computer program RU2023615451. 15 March 2023. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/UOJRRS>.
  9. Yen HH, Wu PY, Wu TL, Huang SP, Chen YY, Chen MF, et al. Forrest classification for bleeding peptic ulcer: A new look at the old endoscopic classification. *Diagnostics*. 2022;12(5):1066. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12051066>.
  10. Tan Q, Ye M, Ma AJ, Yang B, Yip TCF, Wong GLH, et al. Explainable uncertainty-aware convolutional recurrent neural network for irregular medical time series. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2021;32(10):4665–4679. DOI: <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.3025813>.
  11. Aoki T, Yamada A, Aoyama K, Saito H, Tsuboi A, Nakada A, et al. Automatic detection of erosions and ulcerations in wireless capsule endoscopy images based on a deep convolutional neural network. *Gastrointestinal Endoscopy*. 2019;89(2):357–363.e2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.10.027>.
  12. Pannala R, Krishnan K, Melson J, Parsi MA, Schulman AR, Sullivan S, et al. Artificial intelligence in gastrointestinal endoscopy. *VideoGIE*. 2020;5(12):598–613. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.VGIE.2020.08.013>.
  13. Korinteli I, Khalvashi M, Turkadze E. Modern aspects of evidence-based medicine. *Experimental and Clinical Medicine Georgia*. 2022;(6). DOI: <https://doi.org/10.52340/JECM.2022.06.026>.

14. Литвинов С. ResNet (34, 50, 101): «остаточные» CNN для классификации изображений. *Neurohive*. 29 января 2019. [Litvinov S. ResNet (34, 50, 101): “residual” CNNs for image classification. *Neurohive*. 29 January 2019. (In Russ.)]. Available from: <https://clck.ru/3ST6h2> (accessed 8 October 2025).
15. Азизов РР, Лукьянчиков АИ. Алгоритм классификации пользователей и жестов с помощью сверточной нейронной сети на основе сигналов электромиографии. *E-Scio*. 2022;(5):101–110. [Azizov RR, Lukyanchikov AI. Algorithm for classifying users and gestures using a convolutional neural network based on electromyography signals. *E-Scio*. 2022;(5):101–110. (In Russ.)]. EDN: <https://elibrary.ru/XCIRDB>.
16. Draganov PV, Aihara H, Karasik MS, Ngamruengphong S, Aadam AA, Othman MO, et al. Endoscopic submucosal dissection in North America: A large prospective multicenter study. *Gastroenterology*. 2021;160(7):2317–2327.e6. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2021.02.036>.
17. Rasmy L, Wu Y, Wang N, Geng X, Zheng WJ, Wang F, et al. A study of generalizability of recurrent neural network-based predictive models for heart failure onset risk using a large and heterogeneous EHR data set. *Journal of Biomedical Informatics*. 2018;84:11–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2018.06.011>.
18. Gour S, Joshi M, Qureshi A. Artificial intelligence and intelligent computing techniques for healthcare decision support. In: *Artificial Intelligence and Their Applications*. 2024. P. 97–116. DOI: <https://doi.org/10.58532/nbennurch58>.
19. Byrne MF, Chapados N, Soudan F, Oertel C, Linares Pérez M, Kelly R, et al. Real-time differentiation of adenomatous and hyperplastic diminutive colorectal polyps during analysis of unaltered videos of standard colonoscopy using a deep learning model. *Gut*. 2019;68(1):94–100. DOI: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314547>.
20. Ebigbo A, Mendel R, Probst A, Manzeneder J, Souza LA Jr, Papa JP, et al. Computer-aided diagnosis using deep learning in the evaluation of early oesophageal adenocarcinoma. *Gut*. 2019;68(7):1143–1145. DOI: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2018-317573>.
21. Carrinho P, Falcao G. Highly accurate and fast YOLOv4-based polyp detection. *Expert Systems with Applications*. 2023;232:120834. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120834>.
22. Kim YS, Lee SM, Yuk JC, Park SH. Real-time defect detection in wire-laser directed energy deposition process using U-Net-based semantic segmentation. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Smart Technology*. 2025;3(1):39–52. DOI: <https://doi.org/10.57062/ijpem-st.2024.00178>.
23. Triester SL, Leighton JA, Leontiadis GI, Fleischer DE, Hara AK, Heigh RI, et al. A meta-analysis of the yield of capsule endoscopy compared to other diagnostic modalities in patients with obscure gastrointestinal bleeding.

- American Journal of Gastroenterology*. 2005;100(11):2407–2418. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2005.00274.x>.
24. Nehme F, Feldman K. Evolving role and future directions of natural language processing in gastroenterology. *Digestive Diseases and Sciences*. 2021;66(1):29–40. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10620-020-06156-y>.
  25. Simsek C, Aydinli H, Yazarkan Y, Bozdogan AB, Tinaz B, Melihcan HS, et al. Gastroenterology-specific AI model GastroGPT outperforms attending physicians' and ChatGPT in analyses of clinical notes of real-world endoscopy cases. *Endoscopy*. 2024;56(S2):S142. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0044-1782999>.
  26. Zecevic A, Jackson L, Zhang X, Pavlidis P, Dunn J, Trudgill N, et al. Automated decision making in Barrett's oesophagus: Development and deployment of a natural language processing tool. *npj Digital Medicine*. 2024;7(1):312. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01302-6>.
  27. Vadyala SR, Sherer EA. Natural language processing accurately categorizes indications, findings, and pathology reports from multicenter colonoscopy [preprint]. 2021. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202301.0061.v1>.
  28. Larsen SLV, Mori Y. Artificial intelligence in colonoscopy: A review on the current status. *DEN Open*. 2022;2(1):e109. DOI: <https://doi.org/10.1002/deo2.109>.
  29. Fleischmann C, Probst A, Ebigbo A, Faiss S, Schumacher B, Allgaier HP, et al. Endoscopic submucosal dissection in Europe: Results of 1000 neoplastic lesions from the German endoscopic submucosal dissection registry. *Gastroenterology*. 2021;161(4):1168–1178. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2021.06.049>.
  30. Choi E, Schuetz A, Stewart WF, Sun J. Using recurrent neural network models for early detection of heart failure onset. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2017;24(2):361–370. DOI: <https://doi.org/10.1093/jamia/ocw112>.
  31. Nazir S, Dickson DM, Akram MU. Survey of explainable artificial intelligence techniques for biomedical imaging with deep neural networks. *Computers in Biology and Medicine*. 2023;156:106668. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2023.106668>.
  32. Mukhtorov D, Rakhmonova M, Muksimova S, Cho YI. Endoscopic image classification based on explainable deep learning. *Sensors*. 2023;23(6):3176. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23063176>.
  33. Ustabaşı KN. What are the challenges and opportunities of integrating AI into existing healthcare infrastructure? *Next Frontier for Life Sciences and AI*. 2024;8(1):141. DOI: <https://doi.org/10.62802/dvmbnm16>.
  34. Nelson S, Saranya R. Revolutionizing health records: The AI way. *International Journal of Science and Research*. 2024;13(4):1310–1313. DOI: <https://doi.org/10.21275/sr24417190214>.

35. Alyami MSM, Alyami MMM, Khuraim HAM, Alsalem AMS, Alrayshan HAM, Albakri KAM, et al. Integrating artificial intelligence across medical clinics: Strengthening collaborative efforts for improved patient outcomes. *Journal of Ecohumanism*. 2024;3(7):2691–2698. DOI: <https://doi.org/10.62754/joe.v3i7.4668>.
36. Karalis V. The integration of artificial intelligence into clinical practice. *Applied Biosciences*. 2024;3(1):14–44. DOI: <https://doi.org/10.3390/applbiosci3010002>.
37. İlikhan SU, Özer M, Tanberkan H, Bozkurt V. How to mitigate the risks of deployment of artificial intelligence in medicine? *Turkish Journal of Medical Sciences*. 2024;54(3):483–492. DOI: <https://doi.org/10.55730/1300-0144.5814>.
38. Singh P, Chakurkar P. Deep learning based Wireless Capsule Endoscopy for Small Intestinal Lesions Detection and personalized treatment pathways. In: *2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*. 2023. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1109/icccnt56998.2023.10307509>.
39. Yen HH, Wu PY, Su PY, Yang CW, Chen YY, Chen MF, et al. Performance comparison of the deep learning and the human endoscopist for bleeding peptic ulcer disease. *Journal of Medical and Biological Engineering*. 2021;41(4):504–513. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40846-021-00608-0>.
40. Swied MY, Alom M, Daaboul O, Swied A. Screening and diagnostic advances of artificial intelligence in endoscopy. *Innovations in Digital Health, Diagnostics, and Biomarkers*. 2024;4:31–43. DOI: <https://doi.org/10.36401/iddb-23-15>.
41. Shi Y, Wei N, Wang K, Tao T, Yu F, Lv B. Diagnostic value of artificial intelligence-assisted endoscopy for chronic atrophic gastritis: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*. 2023;10:1134980. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1134980>.
42. Wang M, Chen S, Zhong C, Zhang T, Xu YX, Guo HY, et al. Diagnosis using artificial intelligence based on the endocytoscopic observation of the gastrointestinal tumours: A systematic review and meta-analysis. Inplasy protocol 202320096. *Inplasy*. 22 February 2023. DOI: <https://doi.org/10.37766/inplasy2023.2.0096>.
43. Seshia SA, Sadigh D, Sastry SS. Toward verified artificial intelligence. *Communications of the ACM*. 2022;65(7):46–55. DOI: <https://doi.org/10.1145/3503914>.
44. Kuleshov A. Formalizing AI system parameters in standardization of AI. In: *2018 International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations (IC-AIAI)*. 2018. P. 51–54. DOI: <https://doi.org/10.1109/IC-AIAI.2018.8674446>.
45. Hand DJ, Khan S. Validating and verifying AI systems. *Patterns*. 2020;1(3):100037. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100037>.

## Информация об авторах

**Андрей Викторович Жиляков** ✉ — доктор медицинских наук, доцент кафедры хирургических болезней, институт хирургии, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: doctor-zhilyakov@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1261-3712>

**Сергей Юрьевич Соколов** — кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой медицинской физики и цифровых технологий, институт профилактической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: sergey.sokolov@urfu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7124-6185>

**Сергей Александрович Чернядьев** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней, директор, институт хирургии, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: chsa-surg@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4207-1862>

**Александр Андреевич Жиляков** — студент института клинической медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: alexandrusma@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5251-0411>

## Information about the authors

**Andrey V. Zhilyakov** ✉ — Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor of the Department of Surgical Diseases, Institute of Surgery, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: doctor-zhilyakov@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1261-3712>

**Sergey Yu. Sokolov** — Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of the Department of Medical Physics and Digital Technologies, Institute of Preventive Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: [sergey.sokolov@urfu.ru](mailto:sergey.sokolov@urfu.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7124-6185>

**Sergey A. Chernyadev** — Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Department of Surgical Diseases, Director, Institute of Surgery, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: [chsa-surg@mail.ru](mailto:chsa-surg@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4207-1862>

**Alexandr A. Zhilyakov** — Specialist's Degree Student of the Institute of Clinical Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

E-mail: [alexandrusma@mail.ru](mailto:alexandrusma@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5251-0411>