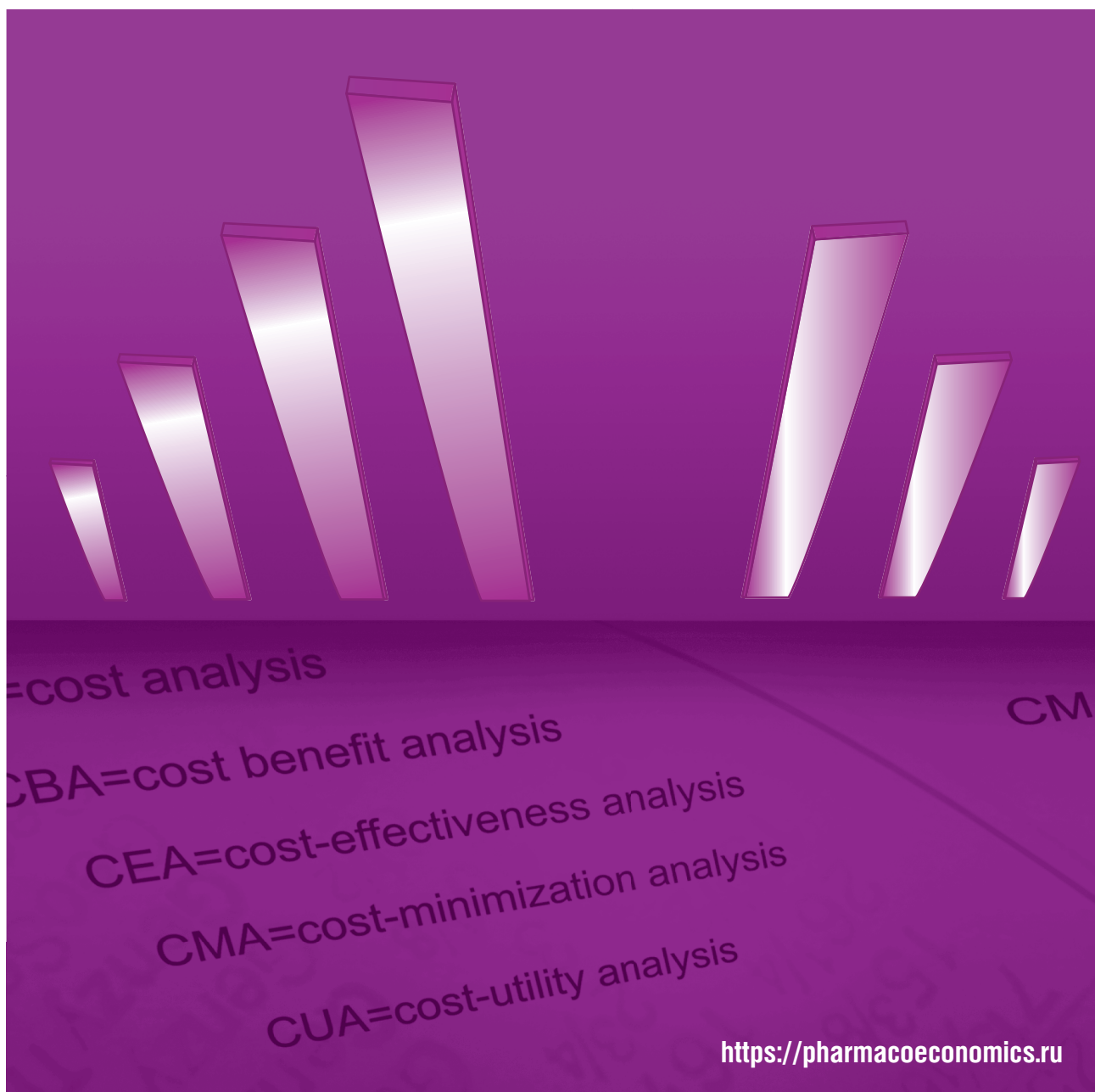


Фармакоэкономика

Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология



FARMAKOEKONOMIKA

Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology

2025 Vol. 18 No. 4

№4

Том 18

2025



<https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.340>

ISSN 2070-4909 (print)

ISSN 2070-4933 (online)

Искусственный интеллект в дерматовенерологии: сравнительный анализ применяемых программ компьютерного зрения на основе моделей машинного обучения

Д.И. Корабельников¹, А.И. Ламоткин^{1,2}

¹ Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Газа» (2-я Брестская ул., д. 5, Москва 123056, Российская Федерация)

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Добролюбова, д. 11, Москва 127254, Российская Федерация)

Для контактов: Андрей Игоревич Ламоткин, e-mail: lamotkin.an@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Цель: сравнительный анализ современных программ для ЭВМ (программ для смартфонов – мобильных приложений), использующих искусственный интеллект (ИИ) для диагностики и динамического мониторинга патологий кожи, с оценкой их архитектуры, эффективности и применимости в клинической практике.

Материал и методы. Для поиска программ ЭВМ под управлением ИИ с помощью целевого поиска в базах данных PubMed/MEDLINE и Google Scholar, в электронных библиотеках eLibrary и КиберЛенинка за период 2016–2025 гг. с использованием запросов, ориентированных на ИИ, сверточные нейронные сети (англ. convolutional neural network, CNN), программы для ЭВМ (мобильные приложения) и дерматовенерологию, было найдено 1319 публикаций. После многоэтапного скрининга по критериям включения/исключения (в т.ч. по наличию количественных метрик эффективности) отобрано 9 ключевых статей с конкретным описанием программ для ЭВМ (мобильных приложений). Последующий анализ определил 9 программ (Google DermAssist, SkinIO, Melanoma Check, Derma Onko Check, SkinVision, Tibot, SkinScan, Aysa, Skinive), использующих ИИ для диагностики и мониторинга патологий кожи.

Результаты. Эффективность программ различается: Google DermAssist и Derma Onko Check показали высокие точность (96–97%) и чувствительность (97–98%), Skinive – улучшение метрик в динамике с 2020 по 2021 гг. (максимальная чувствительность 97,9%, специфичность 97,1%). Ограничения включают зависимость от качества фотоизображения, низкую эффективность при редких патологиях и темных тонах кожи, а также необходимость биопсии для подтверждения диагноза. Мобильные приложения, использующие CNN, демонстрируют высокую чувствительность (87–97,9%), но специфичность значительно варьируется (70–98%), что может увеличивать количество дополнительных консультаций врачей-специалистов при использовании этих программ в диагностике.

Заключение. Программы для ЭВМ (мобильные приложения) на основе ИИ обладают значительным потенциалом для повышения доступности и точности диагностики патологий кожи, особенно в отдаленных районах и в регионах с дефицитом врачей-дерматовенерологов. Перспективы развития включают интеграцию программ для ЭВМ с телемедициной, улучшение алгоритмов диагностики редких патологий и стандартизацию тестирования для повышения воспроизводимости результатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

искусственный интеллект, сверточные нейронные сети, программы для ЭВМ, мобильные приложения, телемедицина, диагностика, дерматовенерология

Для цитирования

Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Искусственный интеллект в дерматовенерологии: сравнительный анализ применяемых программ компьютерного зрения на основе моделей машинного обучения. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2025; 18 (4): 571–581. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.340>.

Artificial intelligence in dermatology: a comparative analysis of computer vision programs based on machine learning models

D.I. Korabelnikov¹, A.I. Lamotkin^{1,2}

¹ Moscow Haass Medical and Social Institute (5 2nd Brestskaya Str., Moscow 123056, Russian Federation)

² Central Research Institute of Organization and Informatization of Healthcare (11 Dobrolyubov Str., Moscow 127254, Russian Federation)

Corresponding author: Andrey I. Lamotkin, e-mail: lamotkin.an@mail.ru

ABSTRACT

Objective: To compare modern computer programs (smartphone programs – mobile applications) using artificial intelligence (AI) for diagnosing and dynamic monitoring of skin conditions.

Material and methods. A total of 1,319 publications were identified for AI-powered computer programs using targeted searches in PubMed/MEDLINE and Google Scholar databases, as well as in the eLibrary and CyberLeninka electronic libraries for the period 2016–2025. Queries focused on AI, convolutional neural networks (CNNs), computer programs (mobile apps), and dermatovenereology were used. After a multi-stage screening based on inclusion/exclusion criteria (including the availability of quantitative performance metrics), 9 key articles with specific descriptions of the computer programs (mobile apps) were selected. A search and subsequent analysis identified 9 computer programs (Google DermAssist, SkinIO, Melanoma Check, Derma Onko Check, SkinVision, Tibot, SkinScan, Aysa, and Skinive), which use AI to diagnose and monitor skin conditions.

Results. Effectiveness of the programs varies: Google DermAssist and Derma Onko Check demonstrated high accuracy (96–97%) and sensitivity (97–98%), while Skinive showed improvement in metrics over time from 2020 to 2021 (maximum sensitivity of 97.9% and specificity of 97.1%). Limitations include dependence on photo image quality, low effectiveness for rare conditions and dark skin tones, and the need for a biopsy to confirm a diagnosis. Mobile apps using CNN demonstrate high sensitivity (87–97.9%), though specificity varies significantly (70–98%), which may increase the number of additional consultations with specialist doctors when using these programs in diagnostics.

Conclusion. AI-based software (mobile apps) offers significant potential for increasing the accessibility and accuracy of skin pathology diagnostics, especially in remote areas and regions with a shortage of dermatovenereologists. Promising developments encompass the integration of computer programs with telemedicine, the refinement of algorithms for diagnosing rare pathologies, and the standardization of testing to enhance result reproducibility.

KEYWORDS

artificial intelligence, convolutional neural networks, telemedicine, mobile applications, diagnostics dermatology

For citation

Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. Artificial intelligence in dermatology: a comparative analysis of computer vision programs based on machine learning models. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoconomics and Pharmacoepidemiology*. 2025; 18 (4): 571–581 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2025.340>.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В эпоху цифровизации здравоохранение претерпевает значительные изменения, и дерматовенерология не является исключением. Как клиническая специальность она ориентирована на визуальную диагностику и идеально подходит для интеграции цифровых технологий.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) в дерматовенерологии имеет глубокие корни, уходящие в начало 2000-х гг. За это время достигнуто множество значимых результатов в области интеграции ИИ в клиническую диагностику и его применения в персонализированном лечении. ИИ оказал революционное влияние на диагностику, лечение и управление кожными заболеваниями [1, 2].

В начале 2000-х гг. исследователи приступили к изучению возможности использования алгоритмов машинного обучения в области дерматовенерологии. С развитием смартфонов и ИИ мобильные приложения стали мощным инструментом

для пациентов и врачей, позволяя выполнять предварительную оценку патологий кожи, мониторить изменения в динамике и проводить консультации удаленно. В последующие десятилетия были разработаны сверточные (искусственные) нейронные сети (англ. convolutional neural network, CNN) для различных медицинских задач. Однако их применение в дерматовенерологии все еще нуждается в совершенствовании. Одним из ключевых направлений использования CNN является распознавание доброкачественных и злокачественных образований кожи *in vivo* [3]. Для анализа медицинских изображений применяется компьютерное зрение (англ. computer vision). Ключевой задачей в области компьютерного зрения считается классификация изображений, что имеет высокую значимость для клинической практики [4].

Внедрение технологий ИИ в дерматовенерологию открывает возможности для ускорения и повышения точности диагностики, персонализации лечебных процессов и улучшения результатов для пациентов. Однако, несмотря на потенциал,

Основные моменты

Что уже известно об этой теме?

- ▶ Искусственный интеллект (ИИ) в дерматовенерологии, особенно сверточные нейронные сети, значительно повышает точность диагностики кожных патологий, включая меланому, с чувствительностью до 97,9% и специфичностью до 98%
- ▶ Мобильные приложения, такие как Google DermAssist и Derma Onko Check, демонстрируют эффективность, сравнимую с опытными врачами-дерматовенерологами, и подходят для скрининга в регионах с ограниченным доступом к специалистам
- ▶ Ограничения включают зависимость от качества фотоизображений, низкую точность при редких патологиях и темных тонах кожи, а также необходимость интеграции с клиническими данными для повышения надежности

Что нового дает статья?

- ▶ Впервые представлен оригинальный систематический сравнительный анализ 9 мобильных приложений на основе ИИ, выполненный путем независимого изучения публикаций, выявления ключевых параметров (точность, чувствительность, специфичность) и оценки их применимости в различных клинических сценариях
- ▶ Выявлены лидеры (Google DermAssist, Derma Onko Check, Skinive) с высокой эффективностью и потенциалом для использования в первичной медико-санитарной помощи и телемедицине
- ▶ Предложен новый подход к оценке приложений, который систематизирует различия в чувствительности (87–97,9%) и специфичности (70–98%) и их влияние на клиническую практику

Как это может повлиять на клиническую практику в обозримом будущем?

- ▶ Проанализированные ИИ-приложения могут стать инструментами второго мнения для врачей общей практики, особенно в отдаленных районах и регионах с дефицитом дерматовенерологов, ускоряя скрининг, диагностику и снижая нагрузку на систему здравоохранения
- ▶ Интеграция ИИ с телемедициной улучшит персонализированную диагностику и мониторинг динамики хронических состояний, таких как псориаз и экзема
- ▶ Развитие алгоритмов для редких патологий и темных тонов кожи, а также стандартизация регуляторных требований повысят доступность и надежность ИИ-инструментов, минимизируя ложные результаты и улучшая клинические исходы

Highlights

What is already known about the subject?

- ▶ Artificial intelligence (AI) in dermatology, especially convolutional neural networks, significantly improves the accuracy of diagnosing skin pathologies, including melanoma, with sensitivity up to 97.9% and specificity up to 98%
- ▶ Mobile apps such as Google DermAssist and Derma Onko Check demonstrate efficiency comparable to that of experienced dermatologists and can therefore be used for screening in areas with limited access to specialists
- ▶ Limitations include dependence on image quality, low accuracy on rare pathologies and dark skin tones, and the need for integration with clinical data to improve reliability

What are the new findings?

- ▶ This study presents the first original systematic comparative analysis of 9 AI-based mobile apps, conducted by independently reviewing the literature, identifying key parameters (accuracy, sensitivity, specificity) and assessing their applicability in various clinical scenarios
- ▶ Leading apps (Google DermAssist, Derma Onko Check, Skinive) with high performance and potential for use in primary health care and telemedicine were identified
- ▶ A new approach to app evaluation, systematizing differences in sensitivity (87–97.9%) and specificity (70–98%) and their impact on clinical practice was proposed

How might it impact the clinical practice in the foreseeable future?

- ▶ The analyzed AI applications could serve as second-opinion tools for general practitioners, particularly in remote areas and regions with a shortage of dermatovenereologists, thus speeding up screening and diagnosis, as well as reducing the burden on the healthcare system
- ▶ Integrating AI with telemedicine will improve personalized diagnosis and monitoring of chronic conditions such as psoriasis and eczema
- ▶ The development of algorithms for rare pathologies and dark skin tones, as well as the standardization of regulatory requirements will increase the availability and reliability of AI tools, minimizing false positives and improving clinical outcomes

существуют вызовы, такие как отсутствие прозрачности в алгоритмах и предвзятости данных при обучении моделей [5, 6].

Цель – сравнительный анализ современных программ для ЭВМ (программ для смартфонов – мобильных приложений), использующих ИИ для диагностики и динамического мониторинга патологий кожи, с оценкой их архитектуры, эффективности и применимости в клинической практике.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIAL AND METHODS

Для проведения оригинального сравнительного анализа современных мобильных приложений, использующих ИИ в дерматовенерологии, выполнена систематическая и независимая оценка релевантных научных публикаций. Исследование было направлено на выявление и сравнение ключевых параметров мобильных приложений на основе ИИ, включая их архитектуру, эффективность (точность, чувствительность, специфичность) и применимость в клинической практике.

Поиск публикаций / Search for publications

Целевой поиск проводился в базах данных PubMed/MEDLINE и Google Scholar, а также в электронных библиотеках eLibrary и КиберЛенинка за период с 2016 по 2025 гг., чтобы охватить

наиболее актуальные и технологически передовые разработки. Поиск был ориентирован на публикации, связанные с ИИ, CNN, мобильными приложениями и дерматовенерологией. Поисковые запросы были адаптированы под синтаксис каждой базы данных.

Для Google Scholar использовался запрос: (“convolutional neural network” OR CNN) dermatology “skin lesion” classification (“mobile application” OR mHealth), направленный на выявление публикаций, описывающих конкретную архитектуру ИИ/CNN и ее применение для классификации кожных поражений через мобильные платформы.

Для PubMed/MEDLINE применялся детализированный запрос с использованием булевой логики в полях «Заголовок/Аннотация»: (“artificial intelligence” OR “AI” OR “deep learning” OR “convolutional neural network” OR “CNN”) AND (“dermatology” OR “skin”) AND (“mobile application” OR “app” OR “mHealth”) AND (“diagnosis” OR “detection” OR “classification” OR “accuracy” OR “sensitivity” OR “specificity”).

Для библиотек eLibrary и КиберЛенинка использовались запросы «искусственный интеллект», «нейронные сети», «приложение для смартфона», «болезни кожи», «опухоли кожи», «диагностика», связанные с ключевыми аспектами применения ИИ и нейросетей в мобильных приложениях для диагностики

кожных поражений, что соответствует современным тенденциям в телемедицине и дерматовенерологии. Эти запросы были выбраны для максимального охвата всех аспектов темы, включая терминологию ИИ, области применения, типы платформ и ключевые метрики эффективности.

Всего было найдено 1319 публикаций.

Критерии включения и исключения / Inclusion and exclusion criteria

Для отбора наиболее релевантных исследований из первоначального пула (1319 публикаций) проведен многоэтапный скрининг. Определены критерии включения и исключения для получения публикаций с надежными и сопоставимыми данными.

Критерии включения:

- описание конкретного мобильного приложения, использующего ИИ для анализа фотоизображений кожи;
- представление количественных метрик эффективности приложения (например, точность, чувствительность, специфичность), полученных в результате валидационных исследований;
- оригинальные исследования и клинические испытания;
- доступность полного текста статьи на английском или русском языке.

Критерии исключения:

- технические отчеты, описания прототипов или маркетинговые материалы без данных независимой клинической валидации;
- исследования без четких метрик производительности алгоритма (приложения без указанной эффективности);
- публикации, посвященные исключительно телемедицинским дерматовенерологическим платформам без автоматизированного анализа на основе ИИ или алгоритмам, не интегрированным в мобильные приложения;
- публикации, не прошедшие независимое слепое рецензирование;
- дубликаты исследований.

Отбор публикаций / Selection of publications

Отбор исследований для анализа осуществлялся по методике, представленной на **рисунке 1**.

Сначала из 1319 публикаций удалено 456 дубликатов, после чего осталось 863 уникальные записи. Далее исключено 738 нерелевантных публикаций (например, тех, которые не касались мобильных приложений с ИИ или не имели отношения к дерматовенерологии) и 38 неполнотекстовых статей, в результате чего для анализа осталось 87 статей, имеющих потенциальную релевантность и доступных в полном тексте.

После полнотекстового анализа и повторного применения критериев включения и исключения для детального изучения и сравнения окончательно отобрано 9 ключевых публикаций, каждая из которых содержала исчерпывающие и сопоставимые данные об эффективности, архитектуре и применении конкретного мобильного приложения.

Методика сравнительного анализа / Methodology for comparative analysis

Для оценки эффективности выявленных мобильных приложений сравнивали ключевые параметры, а именно точность, чувствительность, специфичность, архитектуру и клиническую применимость. Анализ включал оценку метрик эффективности, представленных в отобранных исследованиях, выявление сильных и слабых сторон каждого приложения, а также оценку его потенциала для использования в клинической практике, особенно в первичной медико-санитарной помощи и телемедицине.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ / RESULTS AND DISCUSSION

Характеристики приложений и используемых в них моделей машинного обучения из отобранных публикаций систематизированы в **таблицах 1–3** для последующего сравнительного анализа применяемых в клинической дерматовенерологии мобильных приложений на основе ИИ [7–15].

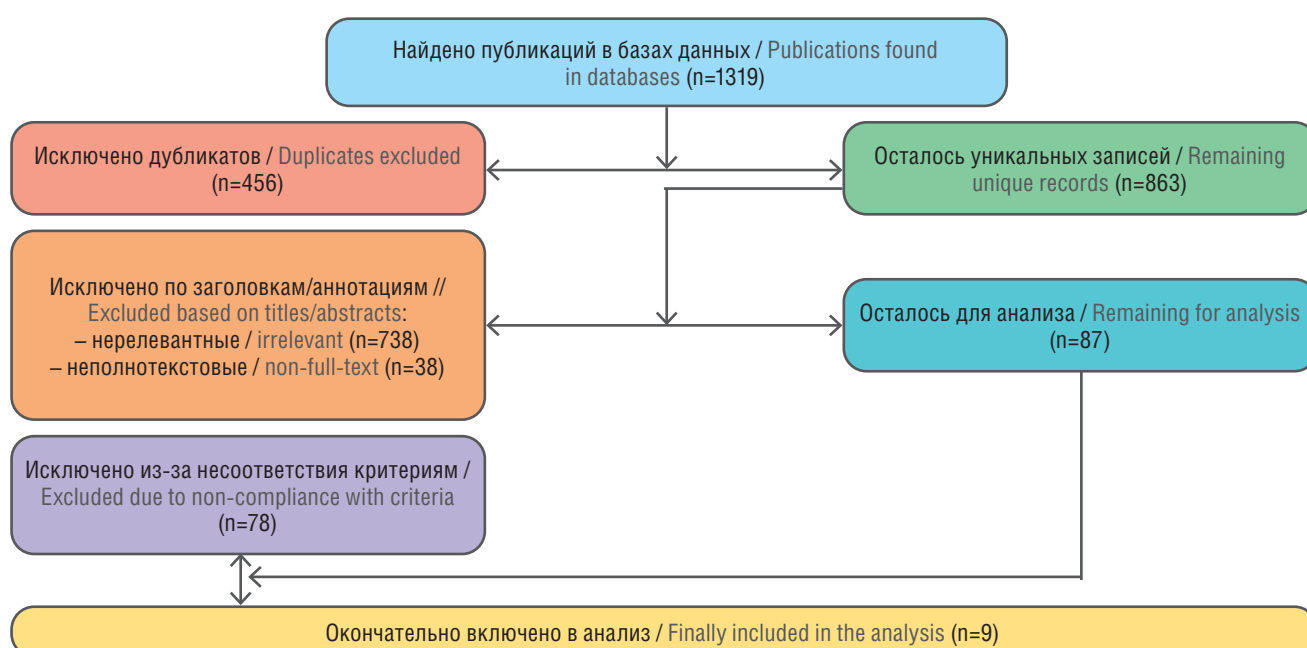


Рисунок 1. Блок-схема отбора публикаций

Figure 1. The block diagram of publication selection

Таблица 1 (начало). Характеристики мобильных приложений на основе искусственного интеллекта (ИИ) для диагностики опухолей кожи [7–15]
Table 1 (beginning). Characteristics of artificial intelligence (AI) based mobile applications for skin tumor diagnosis [7–15]

| Название, страна / Name, country | Пользователи / Users | Операционная система / Operating system | Место расположения ИИ / Location of the AI model | Описание работы программы / Program description | Удобство интерфейса (+/-) // Interface friendliness (+/-) | Платная/бесплатная // Chargeable/no charge | Использование смартфона // Smartphone usage | Дополнительное оборудование / Additional equipment | Одобрение регуляторов / Regulatory approval | Регистрация как МИ / Registered as MD |
|---|--|---|--|--|---|--|---|--|---|---------------------------------------|
| Google DermAssist, США [7] / Google DermAssist, USA [7] | Врачи, пациенты / Physicians, patients | iOS, Android | Облачная обработка / Cloud processing | Анализ фотозображений кожи и клинических симптомов / Analysis of skin photographs and clinical symptoms | + | н/д // n/d | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | н/д // n/d | н/д // n/d |
| SkinIO, США [8] // SkinIO, USA [8] | Врачи, пациенты / Physicians, patients | Android | н/д // n/d | Сравнительный анализ поражений кожи в динамике по 3D-фотозображениям всего тела, до 24 позиций / Comparison of skin lesions in dynamics by 3D full-body photos, up to 24 positions | + | н/д // n/d | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | н/д // n/d | н/д // n/d |
| Melanoma Check, Россия [9] / Melanoma Check, Russia [9] | Врачи / Physicians | Android | Периферийное устройство / Peripheral device | Классификация пигментных поражений (меланома / не меланома) по фотозображениям или дерматоскопическим изображениям // Classification of pigmented lesions (melanoma / non-melanoma) by photo or dermatoscopic images | + | н/д // n/d | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | Да, Роспатент / Yes, Rospatent | н/д // n/d |
| Derma Onko Check, Россия [10] / Derma Onko Check, Russia [10] | Врачи / Physicians | Android | Периферийное устройство / Peripheral device | Классификация доброкачественных и злокачественных опухолей кожи по фотозображениям или дерматоскопическим изображениям / Classification of benign and malignant skin tumors by photo or dermatoscopic images | + | н/д // n/d | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | Да, Роспатент / Yes, Rospatent | н/д // n/d |

Таблица 1 (окончание). Характеристики мобильных приложений на основе искусственного интеллекта (ИИ) для диагностики опухолей кожи [7–15]
Table 1 (end). Characteristics of artificial intelligence (AI) based mobile applications for skin tumor diagnosis [7–15]

| Название, страна / Name, country | Пользователи / Users | Операционная система / Operating system | Место расположения ИИ / Location of the AI model | Описание работы программы / Program description | Удобство интерфейса (+/-) // Interface friendliness (+/-) | Платная / бесплатная // Chargeable/no charge | Использование смартфона // Smartphone usage | Дополнительное оборудование / Additional equipment | Одобрение регуляторов / Regulatory approval | Регистрация как МИ / Registered as MD |
|--|--|---|--|--|---|--|---|--|---|--|
| SkinVision, Нидерланды [11] / SkinVision, Netherlands [11] | Врачи, пациенты / Physicians, patients | н/д // n/d | Облачная обработка / Cloud processing | Скрининг и определение риска наличия рака кожи и других заболеваний // Screening and risk assessment for skin cancer and other skin diseases by photo images | + | \$ | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | Да, маркировка CE / Yes, CE mark | Да (EU medical device) / Yes (EU medical device) |
| Tibot, Индия [12] / Tibot, India [12] | Врачи, пациенты / Physicians, patients | Android / iOS | н/д // n/d | Анализ фотоизображений, топ-3 диагноза / Photo image analysis, top 3 diagnoses | + | н/д // n/d | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | н/д // n/d | н/д // n/d |
| SkinScan, США [13] // SkinScan, USA [13] | Врачи, пациенты / Physicians, patients | н/д // n/d | н/д // n/d | Анализ дерматоскопических изображений / Analysis of dermatoscopic images | + | н/д // n/d | Да / Yes | Да (дерматоскоп) / Yes (dermatoscope) | н/д // n/d | н/д // n/d |
| Aysa, Индия [14] / Aysa, India [14] | Врачи, пациенты / Physicians, patients | Android / iOS | н/д // n/d | 8 диагнозов на основе анализа фотоизображений и клинических симптомов / 8 diagnoses based on photo analysis and clinical symptoms | + | н/д // n/d | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | н/д // n/d | н/д // n/d |
| Skinive, Нидерланды [15] / Skinive, Netherlands [15] | Врачи, пациенты / Physicians, patients | н/д // n/d | н/д // n/d | Оценка риска наличия кожного заболевания, интеграция с API по фотоизображениям / Risk assessment for skin disease, photo-based API integration | + | \$ | Да / Yes | Нет (камера смартфона) / No (smartphone camera) | н/д // n/d | н/д // n/d |

Примечание. API (англ. Application Programming Interface) – интерфейс прикладного программирования; \$ – платная; МИ – медицинское изделие; Роспатент – Федеральная служба по интеллектуальной собственности; CE (фр. Conformité Européenne) – европейское соответствие; EU (англ. European Union) – Европейский союз; н/д – нет данных.
Note. API – application programming interface; \$ – chargeable; MD – medical device; Rospatent – Federal Service for Intellectual Property; CE (Conformité Européenne) – European conformity; EU – European Union; n/d – no data.

Таблица 2. Архитектура и параметры обучения моделей искусственного интеллекта (ИИ) в мобильных приложениях для анализа опухолей кожи [7–15]**Table 2.** Architecture and training parameters of artificial intelligence (AI) models in mobile applications for skin tumor analysis [7–15]

| Название, страна / Name, country | Число классов / Number of classes | Архитектура / Architecture | Метод обработки изображений / Image processing method | Обучение / Training | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|--|---------------------|-----------------|---|---|
| | | | | Вид / Type | Тип / Subset | Число изображений / Number of images | Дополнительная обработка изображений / Additional image processing |
| Google DermAssist, США [7] / Google DermAssist, USA [7] | 3 | CNN | н/д // n/d | н/д // n/d | ГО / DL | 16 114 | н/д // n/d |
| SkinIO, США [8] / SkinIO, USA [8] | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d | ГО / DL | н/д // n/d | н/д // n/d |
| Melanoma Check, Россия [9] / Melanoma Check, Russia [9] | 2 | MobileNet | Классификация / Classification | ОсУ / SL | ГО / DL | 10 000 | Аугментация / Augmentation |
| Derma Onko Check, Россия [10] / Derma Onko Check, Russia [10] | 2 | Xception | Классификация / Classification | ОсУ / SL | ГО / DL | 25 000 | Аугментация / Augmentation |
| SkinVision, Нидерланды [11] / SkinVision, Netherlands [11] | н/д // n/d | CNN | н/д // n/d | н/д // n/d | ГО / DL | н/д // n/d | н/д // n/d |
| Tibot, Индия [12] / Tibot, India [12] | н/д // n/d | CNN | н/д // n/d | н/д // n/d | ГО / DL | н/д // n/d | н/д // n/d |
| SkinScan, США [13] / SkinScan, USA [13] | н/д // n/d | CNN | Сегментация + классификация / Segmentation + classification | н/д // n/d | ГО / DL | н/д // n/d | н/д // n/d |
| Aysa, Индия [14] / Aysa, India [14] | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d |
| Skinive, Нидерланды [15] / Skinive, Netherlands [15] | н/д // n/d | CNN | н/д // n/d | н/д // n/d | ГО / DL | н/д // n/d | н/д // n/d |

Примечание. CNN (англ. convolutional neural network) – сверточная нейронная сеть; ОсУ – обучение с учителем; ГО – глубокое обучение; н/д – нет данных.

Note. CNN – convolutional neural network; SL – supervised learning; DL – deep learning; n/d – no data.

Сравнительный анализ эффективности приложений / Comparative analysis of AI-programs efficiency

Сравнительный анализ показал, что приложения демонстрируют значительные различия в эффективности, обусловленные их архитектурой, целевым назначением и качеством обучающих данных.

Например, Google DermAssist и Derma Onko Check выделяются высокими точностью (97% и 96% соответственно) и чувствительностью (97% и 98%), что делает их лидерами в раннем выявлении меланомы. Skinive также демонстрирует высокие чувствительность (97,9% в 2021 г.) и специфичность (97,1%) с динамичным улучшением показателей между 2020 и 2021 гг., что указывает на активное дообучение моделей. Однако такие приложения, как Aysa (чувствительность 71% для топ-1) и SkinScan (чувствительность 80,76%), показывают более низкие результаты, что может быть связано с ограничениями в обработке редких патологий или требованиями к специализированному оборудованию, например высококачественным цифровым дерматоскопам.

Как показано на рисунке 2, приложения с архитектурой на основе CNN, такие как Google DermAssist, SkinVision, Tibot и Skinive, демонстрируют высокую чувствительность (87–

97,9%), что критически важно для минимизации ложноотрицательных результатов – например, при скрининге меланомы. Однако специфичность варьируется: приложение SkinVision имеет сравнительно низкий показатель (78%), что может приводить к увеличению количества дополнительных консультаций врачей-специалистов, тогда как специфичность в приложениях SkinIO и Tibot достигает 98%, минимизируя ложноположительные результаты.

Приложения Melanoma Check и Derma Onko Check, разработанные в России, показывают сбалансированные результаты (точность 89,5–96,0%, чувствительность 92,5–98,0%, специфичность 88,2–96,0%).

Области применения, архитектура, общие вызовы / Application areas, architecture, common challenges

Современные технологии ИИ открывают новые возможности для диагностики и динамического мониторинга патологий кожи, особенно в условиях ограниченного доступа к специализированной медицинской помощи.

Области применения программ для ЭВМ на основе ИИ в дерматовенерологии охватывают скрининг рака кожи, динамический мониторинг хронических заболеваний кожи

Таблица 3. Эффективность мобильных приложений на основе искусственного интеллекта (ИИ) для диагностики опухолей кожи [7–15]

Table 3. Efficiency of artificial intelligence (AI) based mobile applications for skin tumor diagnosis [7–15]

| Название, страна / Name, country | Число объектов для апробации / Number of testing objects | Эффективность программы, % // Program efficiency, % | | | | |
|--|--|--|--|------------|--|------------|
| | | Ac | Se | Sp | ЛО / FN | ЛП / FP |
| Google DermAssist, США [7] / Google DermAssist, USA [7] | н/д // n/d | до 97 / up to 97 | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d | н/д // n/d |
| SkinIO, США [8] / SkinIO, USA [8] | 25 пациентов, 262 изображения / 25 patients, 262 images | н/д // n/d | 92 | н/д // n/d | 8 | н/д // n/d |
| Melanoma Check, Россия [9] / Melanoma Check, Russia [9] | 133 пациента / 133 patients | 89,5 | 92,5 | 88,2 | 7,5 | 11,8 |
| Derma Onko Check, Россия [10] / Derma Onko Check, Russia [10] | 135 пациентов / 135 patients | 96 | 98 | 96 | 2,4 | 4,3 |
| SkinVision, Нидерланды [11] / SkinVision, Netherlands [11] | 18 960 изображений / 18,960 images | н/д // n/d | 87–95 | 70–78 | 5–13 | 22–30 |
| Tibot, Индия [12] / Tibot, India [12] | 600 пациентов / 600 patients | 80,6 (топ-1) 96,1 (топ-3) / 80.6 (top 1) 96.1 (top 3) | н/д// n/d | н/д// n/d | н/д// n/d | н/д// n/d |
| SkinScan, США [13] / SkinScan, USA [13] | н/д // n/d | н/д // n/d | 80,76 | 85,57 | 9,24 | 14,43 |
| Aysa, Индия [14] / Aysa, India [14] | 700 пациентов / 700 patients | н/д // n/d | 71,0 (топ-1), 86,1 (топ-3), 95,1 (топ-8) / 71.0 (top 1), 86.1 (top 3), 95.1 (top 8) | н/д// n/d | 29,0 (топ-1), 13,9 (топ-3), 4,9 (топ-8) / 29.0 (top 1), 13.9 (top 3), 4.9 (top 8) | н/д // n/d |
| Skinive, Нидерланды [15] / Skinive, Netherlands [15] | н/д // n/d | н/д // n/d | 95,3–97,9 | 93,5–97,1 | 2,1–4,7 | 2,9–6,5 |

Примечание. Ac (англ. accuracy) – точность; Se (англ. sensitivity) – чувствительность; Sp (англ. specificity) – специфичность; ЛО – ложноотрицательные результаты; ЛП – ложноположительные результаты; топ-1, топ-3, топ-8 (для Aysa) – чувствительность ИИ (шанс, что правильный диагноз окажется на 1-м месте, в первых 3 или в любых 8 из списка предложений; н/д – нет данных.

Note. Ac – accuracy; Se – sensitivity; Sp – specificity; FN – false negatives; FP – false positives; top 1, top 3, top 8 (for Aysa) – AI sensitivity, i.e., the probability that the correct diagnosis will be in the first place, in the top 3, or in any 8 suggestions from the list; n/d – no data.

(экзема, псориаз) и самодиагностику, но все программы требуют валидации в реальных условиях для предотвращения вреда.

Большинство программ для ЭВМ (мобильных приложений) работает на основе алгоритмов машинного обучения, таких как CNN, которые анализируют изображения кожи для классификации поражений как доброкачественные или злокачественные. Показатели эффективности некоторых программ ИИ сопоставимы с диагностической точностью опытных врачей-дерматовенерологов, что подчеркивает их потенциал как инструментов второго мнения, особенно в отдаленных районах и регионах с дефицитом врачей-специалистов [16, 17].

Архитектура мобильных приложений обычно основана на платформах операционных систем карманных персональных компьютеров (iOS/Android), есть некоторые приложения с использованием облачных серверов для обработки и анализа. Часто используются гибридные модели: ИИ + человеческий

контроль (например, телемедицинские консультации врачей-специалистов). Странами разработки преимущественно являются США, Россия, Нидерланды и Индия.

Общие вызовы: этические вопросы (конфиденциальность данных), регуляторные барьеры и необходимость достижения баланса между доступностью и точностью, чтобы избежать перегрузки систем здравоохранения [18].

Ограничения и перспективы / Limitations and prospects

Недостатки большинства программ для ЭВМ включают низкую точность при некоторых типах кожи (диспаритеты по тонам кожи), зависимость от качества фотоизображений, что особенно актуально для приложений Google DermAssist и SkinVision, а также значимый риск ложноположительных результатов, ведущих к дополнительным консультациям врачей-специалистов, и отсутствие интеграции с клиническими данными (биопсия, анамнез).

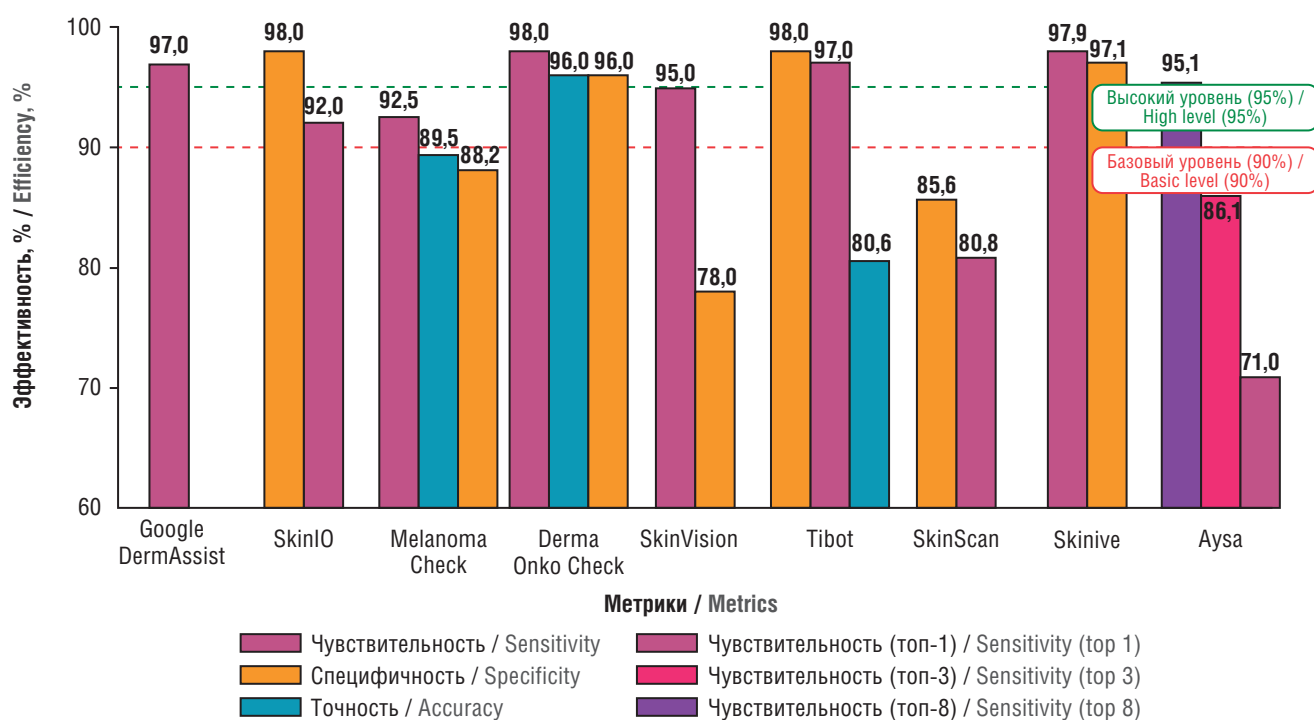


Рисунок 2. Сравнительный анализ эффективности мобильных приложений на основе искусственного интеллекта, применяемых в клинической дерматовенерологии. Использованы максимальные значения: Google DermAssist – 97% (из 92–97%); SkinVision – чувствительность 95%, специфичность 78%; Aysa – все варианты чувствительности из текста (топ-1, топ-3, топ-8 – шансы, что правильный диагноз окажется на 1-м месте, в первых 3 или в любых 8 из списка предложений)

Figure 2. Comparative analysis of the efficiency of artificial intelligence-based mobile applications used in clinical dermatovenereology. Maximum values used: Google DermAssist – 97% (out of 92–97%); SkinVision – sensitivity 95%, specificity 78%; Aysa – all sensitivity options from the text (top 1, top 3, top 8 – chances that the correct diagnosis will be in 1st place, in the first 3 or in any 8 from the list of suggestions)

Некоторые приложения, такие как SkinScan, требуют специализированного оборудования (высококачественного цифрового дерматоскопа), что снижает их доступность для оказания первичной медико-санитарной помощи. Приложения Aysa и Tibot ограничены в диагностике редких патологий, таких как фотодерматозы или сложные опухоли, что требует дальнейшего дообучения моделей.

Важно отметить, что ни одно из приложений не заменяет морфологическое (гистологическое) исследование биопсийного материала и их заключения должны быть интерпретированы врачами-специалистами.

Перспективы развития включают интеграцию приложений с телемедицинскими системами, улучшение алгоритмов для работы с редкими заболеваниями и темными тонами кожи, а также стандартизацию подходов к тестированию моделей ИИ для повышения воспроизводимости результатов. Приложения с чувствительностью и специфичностью выше 95% (например, Derma Onko Check, Skinive) могут стать основой для создания универсальных инструментов скрининга, особенно при оказании первичной медико-санитарной помощи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

В данной работе впервые проведен систематический сравнительный анализ 9 программ для ЭВМ (мобильных приложений), разработанных для скрининга и динамического мониторинга поражений кожи, включая доброкачественные и злокачественные опухоли, меланому и другие патологии. Новизна такого анализа заключается в комплексном подходе к оценке эффективности приложений, основанном на ключевых метриках (точности, чувствительности и специфичности) с акцентом на их применимость в различных клинических и популяционных сценариях.

Мобильные приложения, использующие ИИ, демонстрируют значительный потенциал для трансформации клинической дерматовенерологии, обеспечивая высокую точность и чувствительность (до 97,9%) диагностики кожных патологий, повышая доступность медицинской помощи в отдаленных районах и регионах с дефицитом врачей-специалистов, снижая нагрузку на систему здравоохранения и способствуя раннему выявлению рака кожи.

Сравнительный анализ мобильных приложений Google DermAssist, SkinIO, Melanoma Check, Derma Onko Check, SkinVision, Tibot, SkinScan, Aysa, Skinive выявил лидеров (Google DermAssist и Derma Onko Check) с доказанной эффективностью, сопоставимой с опытными врачами-дерматовенерологами. Однако ограничения, такие как зависимость от качества изображений, низкая точность при редких патологиях и темных тонах кожи, а также этические и регуляторные вызовы (конфиденциальность данных, предвзятость алгоритмов), требуют дальнейших исследований и доработки как с технической, так и с правовой стороны.

Развитие данного направления связано с интеграцией ИИ с телемедициной, использованием мультимодальных систем и трансформеров для повышения точности диагностики и персонализации лечения, а также со стандартизацией тестирования для обеспечения воспроизводимости результатов. Эти усовершенствования могут значительно улучшить клинические исходы, оптимизировать маршрутизацию пациентов и снизить нагрузку на системы здравоохранения в обозримом будущем.

| ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ | ARTICLE INFORMATION |
|---|--|
| Поступила: 23.09.2025 В доработанном виде: 29.10.2025 Принята к печати: 07.11.2025 Опубликована онлайн: 10.11.2025 | Received: 23.09.2025 Revision received: 29.10.2025 Accepted: 07.11.2025 Published online: 10.11.2025 |
| Вклад авторов | Authors' contribution |
| Авторы принимали равное участие в сборе, анализе и интерпретации данных. Авторы прочитали и утвердили окончательный вариант рукописи | The authors participated equally in the collection, analysis and interpretation of the data. The authors have read and approved the final version of the manuscript |
| Конфликт интересов | Conflict of interests |
| Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов | The authors declare no conflict of interests |
| Финансирование | Funding |
| Авторы заявляют об отсутствии финансовой поддержки | The authors declare no funding |
| Этические аспекты | Ethics declarations |
| Неприменимо | Not applicable |
| Комментарий издателя | Publisher's note |
| Содержащиеся в этой публикации утверждения, мнения и данные были созданы ее авторами, а не издательством ИРБИС (ООО «ИРБИС»). Издательство снимает с себя ответственность за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или препаратов, упомянутых в публикации | The statements, opinions, and data contained in this publication were generated by the authors and not by IRBIS Publishing (IRBIS LLC). IRBIS LLC disclaims any responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred in the content |
| Права и полномочия | Rights and permissions |
| © 2025 Д.И. Корабельников, А.И. Ламоткин; ООО «ИРБИС» Статья в открытом доступе по лицензии CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) | © 2025 D.I. Korabelnikov, A.I. Lamotkin. Publishing services by IRBIS LLC This is an open access article under CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) |

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Liopyris K., Gregoriou S., Dias J., Stratigos A.J. Artificial intelligence in dermatology: challenges and perspectives. *Dermatol Ther.* 2022; 12 (12): 2637–51. <https://doi.org/10.1007/s13555-022-00833-8>.
- De A., Sarda A., Gupta S., Das S. Use of artificial intelligence in dermatology. *Indian J Dermatol.* 2020; 65 (5): 352–7. https://doi.org/10.4103/ijid.IJD_418_20.
- Renders J.M., Simonart T. Role of artificial neural networks in dermatology. *Dermatology.* 2009; 219 (2): 102–4. <https://doi.org/10.1159/000225933>.
- Sarvamangala D.R., Kulkarni R.V. Convolutional neural networks in medical image understanding: a survey. *Evol Intell.* 2022; 15 (1): 1–22. <https://doi.org/10.1007/s12065-020-00540-3>.
- Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. Искусственный интеллект: основные термины и понятия, применение в здравоохранении и клинической медицине. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология.* 2024; 17 (3): 409–15. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.267>.
- Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Artificial intelligence: basic terms and concepts, the application in healthcare and clinical medicine. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2024; 17 (3): 409–15 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.267>.
- Daneshjou R., Smith M.P., Sun M.D., et al. Lack of transparency and potential bias in artificial intelligence data sets and algorithms: a scoping review. *JAMA Dermatol.* 2021; 157 (11): 1362–9. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2021.3129>.
- Haddadin S., Ganti L. The use of artificial intelligence to detect malignant skin lesions. *Mayo Clin Proc Digit Health.* 2024; 2 (2): 241–5. <https://doi.org/10.1016/j.mcpdig.2024.04.003>.
- Guido N., Hagstrom E., Ibler E., et al. A novel total body digital photography smartphone application designed to detect and monitor skin lesions: a pilot study. *J Surg Dermatol.* 2021; 6 (2): 14. <https://doi.org/10.18282/jsd.v6.i2.177>.
- Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. и др. Точность предварительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи с помощью программы искусственного интеллекта. *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко.* 2025; 1: 42–51. <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-1-42-51>.
- Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., et al. The accuracy of the preliminary diagnosis of malignant melanocytic skin tumors using the artificial intelligence program "Melanoma Check". *Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko.* 2025; 1: 42–51 (in Russ.). <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-1-42-51>.
- Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Олисова О.Ю., Ламоткин И.А. Эффективность предварительной дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований кожи с помощью программы искусственного интеллекта Derma Onko Check. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология.* 2025; 18 (2): 261–70. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.294>.
- Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Olisova O.Yu., Lamotkin I.A. Effectiveness of preliminary differential diagnosis of benign and malignant skin neoplasms using the Derma Onko Check artificial intelligence program. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2025; 18 (2): 261–70 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.294>.
- Smak Gregoor A.M., Sangers T.E., Bakker L.J., et al. An artificial intelligence based app for skin cancer detection evaluated in a population based setting. *NPJ Digit Med.* 2023; 6 (1): 90. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00831-w>.
- Marri S.S., Inamadar A.C., Janagond A.B., Albadri W. Analyzing the predictability of an artificial intelligence app (Tibot) in the diagnosis of dermatological conditions: a cross-sectional study. *JMIR Dermatol.* 2023; 6: e45529. <https://doi.org/10.2196/45529>.
- Wadhawan T., Situ N., Lancaster K., et al. SkinScan®: a portable library for melanoma detection on handheld devices. *Proc IEEE Int Symp Biomed Imaging.* 2011; 2011: 133–6. <https://doi.org/10.1109/ISBI.2011.5872372>.

14. Marri S.S., Albadri W., Hyder M.S., et al. Efficacy of an artificial intelligence app (Aysa) in dermatological diagnosis: cross-sectional analysis. *JMIR Dermatol.* 2024; 7: e48811. <https://doi.org/10.2196/48811>.

15. Sokolov K., Shpudeiko V. Dynamics of the neural network accuracy in the context of modernization of the algorithms of skin pathology recognition. *Indian J Dermatol.* 2022; 67 (3): 312. https://doi.org/10.4103/ijd.ijd_1070_21.

16. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. Предварительная дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей из эпидермальной ткани кожи с применением программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check». *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики.* 2025; 2: 223–42. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-2-223-242>.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Preliminary differential diagnosis of benign and malignant tumors from epidermal skin tissue using an artificial intelligence program “Derma Onko Check”. *Current*

Problems of Health Care and Medical Statistics. 2025; 2: 223–42 (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-2-223-242>.

17. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. и др. Точность предварительной диагностики доброкачественных и злокачественных меланоцитарных опухолей кожи с применением программы искусственного интеллекта для смартфона Derma Onko Check. *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко.* 2025; 2: 39–48. <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-2-39-48>.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., et al. The accuracy of the preliminary diagnosis of benign and malignant melanocytic skin tumors using the “Derma Onko Check” AI-based smartphone application. *Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko.* 2025; 2: 39–48 (in Russ.). <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-2-39-48>.

18. Williamson S.M., Prybutok V. Balancing privacy and progress: a review of privacy challenges, systemic oversight, and patient perceptions in AI-driven healthcare. *Appl Sci.* 2024; 14 (2): 675. <https://doi.org/10.3390/app14020675>.

Сведения об авторах / About the authors

Корабельников Даниил Иванович, к.м.н., доцент / *Daniil I. Korabelnikov*, PhD, Assoc. Prof. – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0459-0488>. eLibrary SPIN-code: 7380-7790.

Ламоткин Андрей Игоревич / *Andrey I. Lamotkin* – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7930-6018>. eLibrary SPIN-code: 4170-7782.

E-mail: lamotkin.an@mail.ru.