

Проблемы диагностики злокачественных новообразований кожи с применением программ искусственного интеллекта и пути их решения на примере программы Derma Onko Melanoma Check

Д.И. Корабельников, А.И. Ламоткин

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

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

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Программы компьютерного зрения на основе технологий искусственного интеллекта (ИИ) становятся все более востребованным инструментом в дерматоонкологической практике. Модели глубокого обучения продемонстрировали способность классифицировать новообразования кожи на уровне, сопоставимом с опытными дерматовенерологами, однако при переходе к реальной клинической практике выявляется ряд существенных трудностей.

Цель: проанализировать и систематизировать основные проблемы, возникающие при диагностике злокачественных новообразований (ЗНО) кожи с помощью программ ИИ, предложить и обосновать решения каждой из выявленных проблем на примере программы Derma Onko Melanoma Check.

Материал и методы. Проведен анализ опыта клинического применения программ ИИ для диагностики ЗНО кожи. Выделены шесть основных групп выявленных проблем. На примере системы поддержки принятия врачебных решений для предварительной диагностики и маршрутизации пациентов с новообразованиями кожи (мультимодельной

Мы предоставляем данную авторскую версию для обеспечения раннего доступа к статье. Эта рукопись была принята к публикации и прошла процесс рецензирования, но не прошла процесс редактирования, верстки, присвоения порядковой нумерации и корректуры, что может привести к различиям между данной версией и окончательной отредактированной версией статьи.

We are providing this an author-produced version to give early visibility of the article. This manuscript has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the final typeset and edited version of the article.

программы компьютерного зрения на основе технологий ИИ (Derma Onko Melanoma Check) описаны конкретные решения каждой проблемы.

Результаты. Систематизированы следующие основные проблемы: 1) дисбаланс обучающих наборов данных с преобладанием дерматоскопических изображений при недостатке клинических фотографий; 2) низкое качество фотоизображений, получаемых врачами (пересвет, размытие, затемнение), по которым сложно проводить диагностику с достаточной вероятностью; 3) загрузка фотографий с чрезмерно малым размером образования в кадре; 4) одномодельная архитектура большинства программ ИИ и отсутствие онкологической настороженности; 5) отсутствие объяснимого ИИ (англ. explainable AI, XAI) в заключениях программ; 6) невозможность для врача влиять на заключение программы с помощью данных анамнеза и визуального осмотра. Для каждой проблемы описано конкретное решение, реализованное в программе «Derma Onko Melanoma Check»: автоматический контроль качества изображений, контроль размера образования в кадре, мультимодельный ансамбль нейронных сетей, XAI с визуализацией зон риска, интерактивный ввод данных анамнеза и поддержка мультимодального анализа.

Заключение. Внедрение программ ИИ с описанными решениями в клиническую практику врачей-терапевтов, врачей общей врачебной практики первичного звена здравоохранения позволит существенно повысить выявляемость ЗНО кожи на ранних стадиях, обеспечив онкологическую настороженность по пограничным состояниям и клиническую обоснованность заключений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

искусственный интеллект, злокачественные новообразования кожи, диагностика, фотоизображения, мультимодельный ансамбль, объяснимый искусственный интеллект, онкологическая настороженность, Derma Onko Melanoma Check

Для цитирования

Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Проблемы диагностики злокачественных новообразований кожи с применением программ искусственного интеллекта и пути их решения на примере программы Derma Onko Melanoma Check. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2026; [принятая рукопись]. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2026.403>.

Challenges in the diagnosis of malignant skin neoplasms using artificial intelligence software and approaches to their resolution on the example of Derma Onko Melanoma Check software

D.I. Korabelnikov, A.I. Lamotkin

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

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

ABSTRACT

Background. Artificial intelligence (AI)-based computer vision software is becoming an increasingly important tool in dermato-oncological practice. Deep learning models have demonstrated the ability to classify skin neoplasms with accuracy comparable to that of experienced dermatologists. However, their implementation in real clinical practice has revealed several significant challenges.

Objective: To analyze and systematize the major challenges arising in the AI-assisted diagnosis of malignant skin neoplasms and to propose solutions to each identified challenge using the Derma Onko Melanoma Check software as an example.

Material and methods. The clinical experience of applying AI software for the diagnosis of malignant skin neoplasms was analyzed, and six major categories of challenges were identified. Specific solutions to each of these challenges are proposed on the example of the Derma Onko Melanoma Check clinical decision support system (a multimodel AI-based computer vision system) for the preliminary diagnosis and triage of patients with skin neoplasms.

Results. Six major challenges were identified and systematized: (1) imbalanced training datasets, with an overrepresentation of dermoscopic images and an insufficient number of clinical photographs; (2) poor quality of images acquired by physicians (e.g., overexposure, blur, and underexposure), limiting diagnostic reliability; (3) submission of images in which the lesion occupies an insufficient area of the frame for reliable analysis; (4) the single-model architecture of most AI systems and the resulting lack of adequate oncological alertness; (5) the absence of explainable artificial intelligence (XAI) in AI-generated reports; and (6) the inability of physicians to modify or refine the AI-generated conclusion using information obtained from the patient's medical history and clinical examination. For each challenge, a specific solution implemented in Derma Onko Melanoma Check is proposed, including automated image quality assessment, lesion size verification, a multimodel ensemble of neural networks, XAI-based

visualization of high-risk regions, interactive entry of clinical history data, and support for multimodal analysis.

Conclusion. The implementation of AI systems incorporating the proposed solutions into routine clinical practice, particularly in primary care settings involving general practitioners, may significantly improve the early detection of malignant skin neoplasms by raising oncological vigilance for suspicious lesions and increasing the clinical interpretability and reliability of AI-generated diagnostic conclusions.

KEYWORDS

artificial intelligence, malignant skin neoplasms, diagnostics, photographic images, multimodal ensemble, explainable artificial intelligence, oncological alertness, Derma Onko Melanoma Check

For citation

Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. Challenges in the diagnosis of malignant skin neoplasms using artificial intelligence software and approaches to their resolution on the example of Derma Onko Melanoma Check software. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology*. 2026; [accepted manuscript] (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2026.403>.

Основные моменты	Highlights
Что уже известно об этой теме?	What is already known about the subject?
Модели глубокого обучения способны классифицировать новообразования кожи на уровне, сопоставимом с опытными дерматовенерологами, в контролируемых условиях	Deep learning models are capable of classifying skin lesions at a level comparable to that of experienced dermatologists under controlled conditions
Большинство обучающих наборов данных (ISIC, HAM10000) состоят преимущественно из дерматоскопических фотоизображений, что ограничивает применимость программ искусственного интеллекта (ИИ) в первичном звене здравоохранения	Most training datasets (ISIC, HAM10000) consist predominantly of dermoscopic images, limiting the applicability of artificial intelligence (AI)-based software in primary care settings

При переходе от тестовых условий к реальной клинической практике диагностическая эффективность программ ИИ существенно снижается	When transitioning from controlled testing to real clinical practice, the diagnostic performance of AI-based software decreases significantly
Что нового дает статья?	What are the new findings?
Систематизированы шесть основных групп проблем, снижающих эффективность ИИ-диагностики злокачественных новообразований кожи в реальной практике	Six key groups of challenges reducing the effectiveness of AI-based skin cancer diagnosis in real practice were systematized
Продемонстрированы конкретные решения каждой проблемы на примере мультимодельной программы Derma Onko Melanoma Check	Specific solutions for each problem were proposed using the Derma Onko Melanoma Check multimodel program
На клиническом случае актинического кератоза показано, что мультимодельная архитектура обеспечивает онкологическую настороженность для пограничных новообразований, которую одномодельная программа ИИ не проявляет	A clinical case of actinic keratosis was used to demonstrate that a multimodel architecture provides the necessary oncological alertness for borderline lesions, which a single-model program fails to detect
Как это может повлиять на клиническую практику в обозримом будущем?	How might it impact the clinical practice in the foreseeable future?
Внедрение мультимодельных ИИ-программ с контролем качества фотоизображений и вводом анамнеза в практику врачей первичного звена позволит повысить выявляемость злокачественных новообразований кожи на ранних стадиях	Implementation of multimodel AI software with image quality control and clinical history input in primary care settings will improve early detection of malignant skin neoplasms
Объяснимый ИИ с визуализацией зон риска и текстовым выводом признаков повысит доверие врачей к заключениям программ и облегчит их интеграцию в клиническую практику	Explainable AI with risk zone visualization and textual feature output will increase physician confidence in AI conclusions and facilitate their integration into clinical practice
Поддержка мультимодального анализа (клинические и дерматоскопические фотоизображения совместно с данными анамнеза) приблизит логику работы программ ИИ к полноценному клиническому мышлению врача	Support for multimodal analysis combining clinical and dermoscopic images with patient history will bring AI-based software logic closer to comprehensive clinical reasoning

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Программы компьютерного зрения на основе технологий искусственного интеллекта (ИИ) становятся все более востребованным инструментом в дерматоонкологической практике [1–3].

Модели глубокого обучения, в частности сверточные нейронные сети (англ. convolutional neural networks, CNN), продемонстрировали способность классифицировать новообразования кожи на уровне, сопоставимом с опытными врачами-дерматовенерологами, в ряде ретроспективных исследований на архивных наборах изображений [4, 5]. Однако при переходе от контролируемых условий тестирования к реальной клинической практике выявляется ряд существенных проблем, которые значительно снижают диагностическую эффективность программ ИИ [6, 7].

В связи с этим целесообразно проведение анализа основных трудностей диагностики злокачественных новообразований (ЗНО) кожи с помощью программ ИИ. Конкретные технические решения этих проблем можно продемонстрировать на примере программы Derma Onko Melanoma Check – мультимодельной системы поддержки принятия врачебных решений для предварительной диагностики и маршрутизации пациентов с новообразованиями кожи¹.

Цель – проанализировать и систематизировать основные проблемы, возникающие при диагностике ЗНО кожи с помощью программ ИИ, предложить и обосновать решения каждой из выявленных проблем на примере программы Derma Onko Melanoma Check

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIAL AND METHODS

Техническое описание программы / Program technical description

Мультимодельная программа компьютерного зрения на основе технологий ИИ Derma Onko Melanoma Check – это система поддержки принятия врачебных решений для предварительной диагностики и маршрутизации пациентов с новообразованиями кожи. Архитектура программы построена на ансамбле CNN и трансформеров различных архитектур, объединенных по принципу голосования большинства.

Программа формирует заключение о доброкачественности или злокачественности новообразования с определением вероятности в процентах, определяет категорию риска злокачественности (высокий, средний или низкий) с соответствующей рекомендацией по маршрутизации пациента для дальнейшего обследования.

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025661515 Российская Федерация. Программа для автоматизированной визуальной идентификации злокачественных и доброкачественных опухолей кожи “Derma Onko Melanoma Check” : заявл. 06.05.2025 : опубл. 22.05.2025 / А.И. Ламоткин, И.А. Ламоткин, Д.И. Корабельников ; заявитель Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза».

Программа поддерживает анализ как клинических фотоизображений (полученных камерой смартфона и других карманных персональных компьютеров, любыми цифровыми фотоаппаратами), так и дерматоскопических изображений (полученных с помощью дерматоскопа) новообразований кожи.

Дизайн исследования и методология анализа / Study design and analysis methodology

Проведен систематический анализ опыта клинического использования программы ИИ для диагностики ЗНО кожи. На основании анализа типичных ошибок и ограничений, выявленных в ходе практического применения, сформулированы шесть основных групп проблем. Для каждой группы проблем описаны решения, реализованные в программе Derma Onko Melanoma Check, с иллюстрацией конкретными клиническими случаями и скриншотами интерфейса программы.

Примеры заключений программ ИИ, представленные в разделе «Результаты», использованы для иллюстрации разницы в заключениях одномодельной и мультимодельной версий программы, а также работы модуля объяснимого ИИ (англ. explainable AI, XAI)². Патоморфологическая верификация диагнозов выполнялась методом цитологического и гистологического исследования биоптатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Основные проблемы и решения / Key problems and solutions

Дисбаланс обучающих наборов данных

Одной из ключевых проблем при разработке систем искусственного интеллекта для диагностики злокачественных новообразований кожи является выраженный дисбаланс обучающих наборов данных. Большинство существующих открытых датасетов содержат преимущественно высококачественные дерматоскопические изображения, тогда как в реальной клинической практике значительно чаще используются обычные клинические фотографии, сделанные на смартфон.

Данная проблема особенно актуальна для практического здравоохранения, поскольку врачи общей практики и терапевты (основные потенциальные пользователи программ ИИ для первичной диагностики ЗНО кожи), как правило, не располагают дерматоскопами и используют для фотографирования новообразований камеры смартфонов и других карманных персональных компьютеров.

² Объяснимый ИИ (англ. explainable AI, XAI) – направление в области ИИ, целью которого является сделать решения и логику работы моделей ИИ понятными для человека для повышения доверия к системам ИИ. XAI фокусируется на объяснении конкретных решений – результатов и заключений, и отличается от понятия «прозрачность в ИИ» – ясности функционирования системы ИИ в целом.

Решением данной проблемы является целенаправленный сбор собственных наборов клинических фотоизображений новообразований кожи, полученных в условиях реальной клинической практики, и включение их в обучающие выборки наряду с дерматоскопическими изображениями.

Низкое качество фотоизображений, получаемых врачами

При использовании программ ИИ в реальной клинической практике одной из наиболее частых причин снижения диагностической точности является низкое качество входных фотоизображений новообразований. Анализ клинических фотографий, загружаемых врачами в систему, выявил следующие типичные дефекты: пересвеченность (избыточная освещенность, приводящая к потере детализации поверхностной структуры образования), размытие (отсутствие резкости вследствие движения камеры или недостаточной фокусировки), затемненность (недостаточная освещенность, приводящая к потере цветовых нюансов), избыточная яркость и блики.

При пересвеченном изображении модель ИИ теряет возможность анализировать ключевые визуальные морфологические признаки новообразования, в т.ч. неоднородность пигментации, сосудистый рисунок, границы образования, что может приводить как к ложноотрицательным, так и к ложноположительным заключениям.

Решением данной проблемы является внедрение автоматической системы контроля качества фотоизображений, которая оценивает параметры входного фотоизображения (резкость, яркость, наличие пересвеченности) и блокирует анализ фотоизображений, не соответствующих минимальным требованиям качества для достаточной обработки моделями ИИ, с выдачей рекомендации по корректировке условий съемки (**рис. 1**).

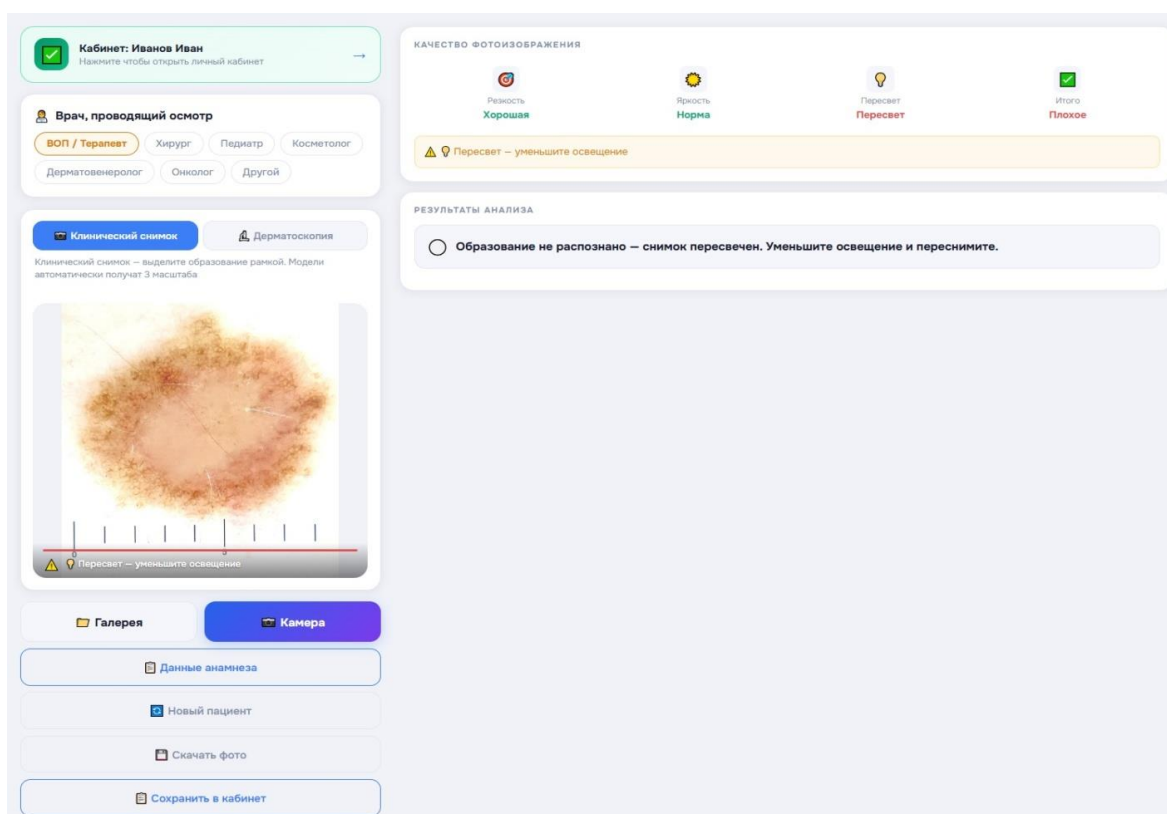


Рисунок 1. Пример автоматической блокировки пересвеченного изображения программой Derma Onko Melanoma Check. Система оценки качества фотоизображения выявила пересвет, итоговое качество оценено как «плохое», анализ образования заблокирован с рекомендацией уменьшить освещение и провести повторную фотофиксацию новообразования

Figure 1. Example of automatic rejection of an overexposed image by the Derma Onko Melanoma Check software. The module for image quality assessment detected overexposure, rated the overall image quality as “poor”, and blocked lesion analysis, recommending reduced illumination and repeating photographic documentation of the skin lesion

Загрузка фотографий с чрезмерно малым размером образования в кадре

Еще одной распространенной проблемой является загрузка врачами фотоизображений, на которых новообразование занимает слишком малую долю кадра (менее 1/15–1/25 – менее 7–4% площади фотоизображения). При таком кадрировании модель ИИ не получает достаточного количества пикселей для анализа визуальных морфологических признаков образования, что существенно снижает точность классификации.

Решением данной проблемы является внедрение предварительной детекции размера образования в кадре до начала анализа. Программа оценивает долю кадра,

занимаемую образованием, и при недостаточном масштабе выдает предупреждение с рекомендацией повторить фотографирование образования более крупным планом (рис. 2).

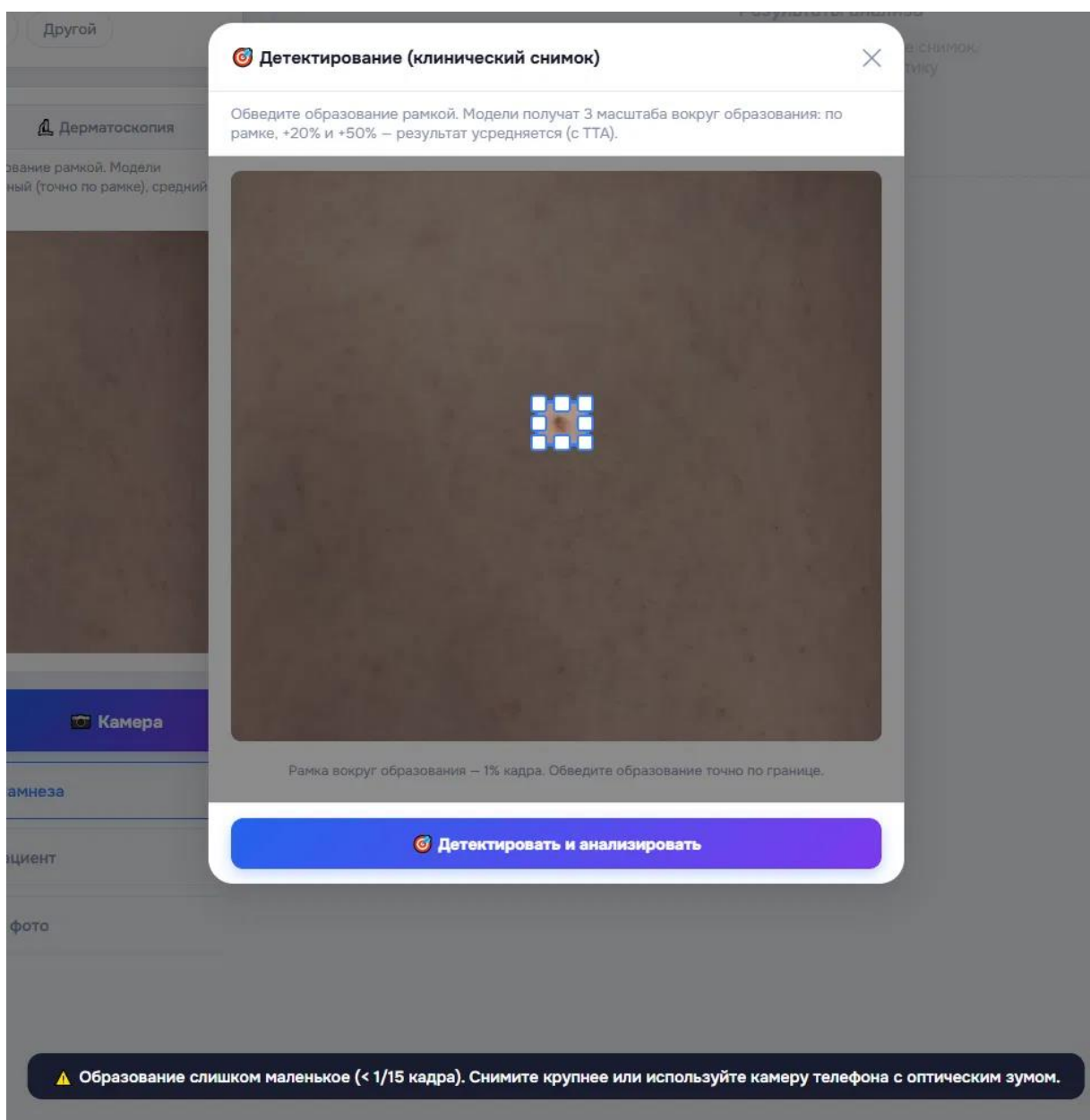


Рисунок 2. Пример предупреждения программы Derma Onko Melanoma Check о недостаточном размере образования в кадре. Система детекции определила, что образование занимает менее 1/15 площади кадра, и выдала рекомендацию повторить фотографирование образования более крупным планом или использовать камеру с оптическим зумом

Figure 2. Example of a Derma Onko Melanoma Check warning indicating that the lesion is too small within the image frame. The module for lesion detection determined that the lesion occupied less than 1/15 of the image area and recommended repeating the photograph at a closer distance or using a camera with optical zoom

Одномодельная архитектура программ ИИ и отсутствие онкологической настороженности

Подавляющее большинство существующих программ ИИ для диагностики новообразований кожи используют одномодельную архитектуру, при которой единственная нейронная сеть формирует заключение о характере новообразования. Такой подход имеет ряд принципиальных ограничений.

Во-первых, одна модель обучается на конкретной задаче (например, бинарная классификация «доброкачественное/злокачественное»), не учитывая пограничные состояния, предраковые поражения кожи, такие как актинический кератоз и диспластические невусы. Во-вторых, заключение одной модели лишено механизма самоконтроля, при ошибке единственной модели ошибочным оказывается и конечное заключение программы.

Данная проблема имеет прямые клинические последствия. Если программа ИИ расценивает пограничное новообразование как «доброкачественное», пациент не будет направлен на дополнительное обследование. Между тем в дерматоонкологической практике онкологическая настороженность по отношению к таким новообразованиям является нормой клинической практики.

Решением данной проблемы является создание мультимодельных программ ИИ, построенных на ансамбле нескольких нейронных сетей различных архитектур (CNN, трансформеры и др.), объединенных по принципу голосования большинства.

Ниже приведено описание клинического случая для иллюстрации.

Клинический случай

У пациентки А. имелось инфильтрированное пятно розоватого цвета размером около 1 см в диаметре в области левой щеки без проросших сосудов. Образование существовало около года, периодически на его поверхности образовывалась корочка, которая со временем отторгалась. По клиническим и анамнестическим признакам проводился дифференциальный диагноз между актиническим кератозом и раком кожи. Пациентка направлена на цитологическое и гистологическое исследование. Результат: определяются клетки плоского эпителия с признаками дисплазии, выявляются голые ядра. Заключение: актинический кератоз.

Ранняя одномодельная версия программы идентифицировала образование как «доброкачественное» (78,7%) и «не меланома» (70,4%) (**рис. 3**). При таком заключении пациентка не была бы направлена на дополнительное обследование. Мультимодельная версия программы *Derma Onko Melanoma Check* установила «средний риск» с

рекомендацией направления к дерматовенерологу для дифференциальной диагностики (рис. 4). Таким образом, программа проявила онкологическую настороженность, совпадающую с клиническим решением врача-эксперта.



Рисунок 3. Пациентка А. Заключение ранней одномодельной версии программы: образование идентифицировано как «доброкачественное» (78,7%) и «не меланома» (70,4%). При таком заключении пациентка не была бы направлена на дополнительное обследование

Figure 3. Patient A. Conclusion made by an earlier single-model version of the software: the lesion was classified as “benign” (78.7%) and “not melanoma” (70.4%). Based on this conclusion, the patient would not have been referred for further diagnostic evaluation

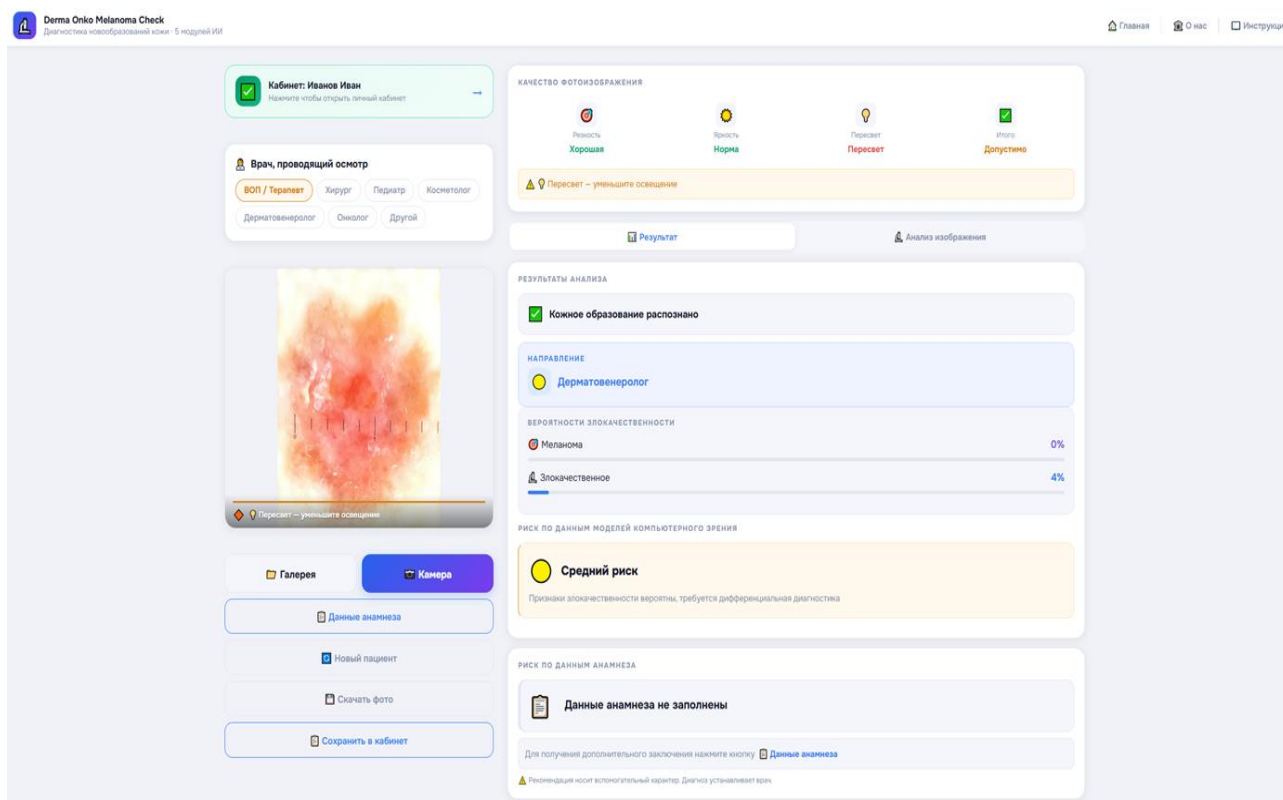


Рисунок 4. Пациентка А. Заключение мультимодельной версии программы Derma Onko Melanoma Check: установлен «средний риск» с рекомендацией направления к дерматовенерологу для дифференциальной диагностики. Программа проявила онкологическую настороженность, совпадающую с клиническим решением врача-эксперта

Figure 4. Patient A. Conclusion made by the multimodel version of Derma Onko Melanoma Check: the lesion was assigned an intermediate-risk category, with a recommendation for referral to a dermatologist for differential diagnosis. The software demonstrated appropriate oncological alertness, consistent with the clinical judgment of the expert dermatologist

Отсутствие прозрачности и интерпретируемости заключений программ ИИ (проблема «черного ящика» ИИ)

Большинство программ ИИ для диагностики новообразований кожи функционируют по принципу «черного ящика»: они выдают заключение (например, «злокачественное» или «доброкачественное»), но не предоставляют обоснования этого заключения. Врач не может определить, на какие визуальные морфологические признаки опирается модель, что создает проблему доверия к заключениям ИИ и затрудняет клиническое использование.

Решением данной проблемы является внедрение методов ХАИ, которые обеспечивают визуализацию областей фотоизображения, наиболее значимых для

формирования заключения (карта риска), а также текстовый вывод пяти наиболее значимых признаков, обнаруженных на изображении (например, «пигментированное пятно», «иссиня-черный цвет», «асимметрия», «бородавчатая поверхность», «неровные края»). Признаки, ассоциированные с повышенным риском злокачественности, выделяются цветом, что позволяет врачу верифицировать соответствие выявленных программой признаков его собственной клинической оценке. Диагноз в представленном примере был гистологически подтвержден по результатам биопсии новообразования, что позволило сопоставить области повышенного внимания модели (**рис. 5**) и выявленные ею визуальные признаки (**рис. 6**) с результатами патоморфологического исследования.

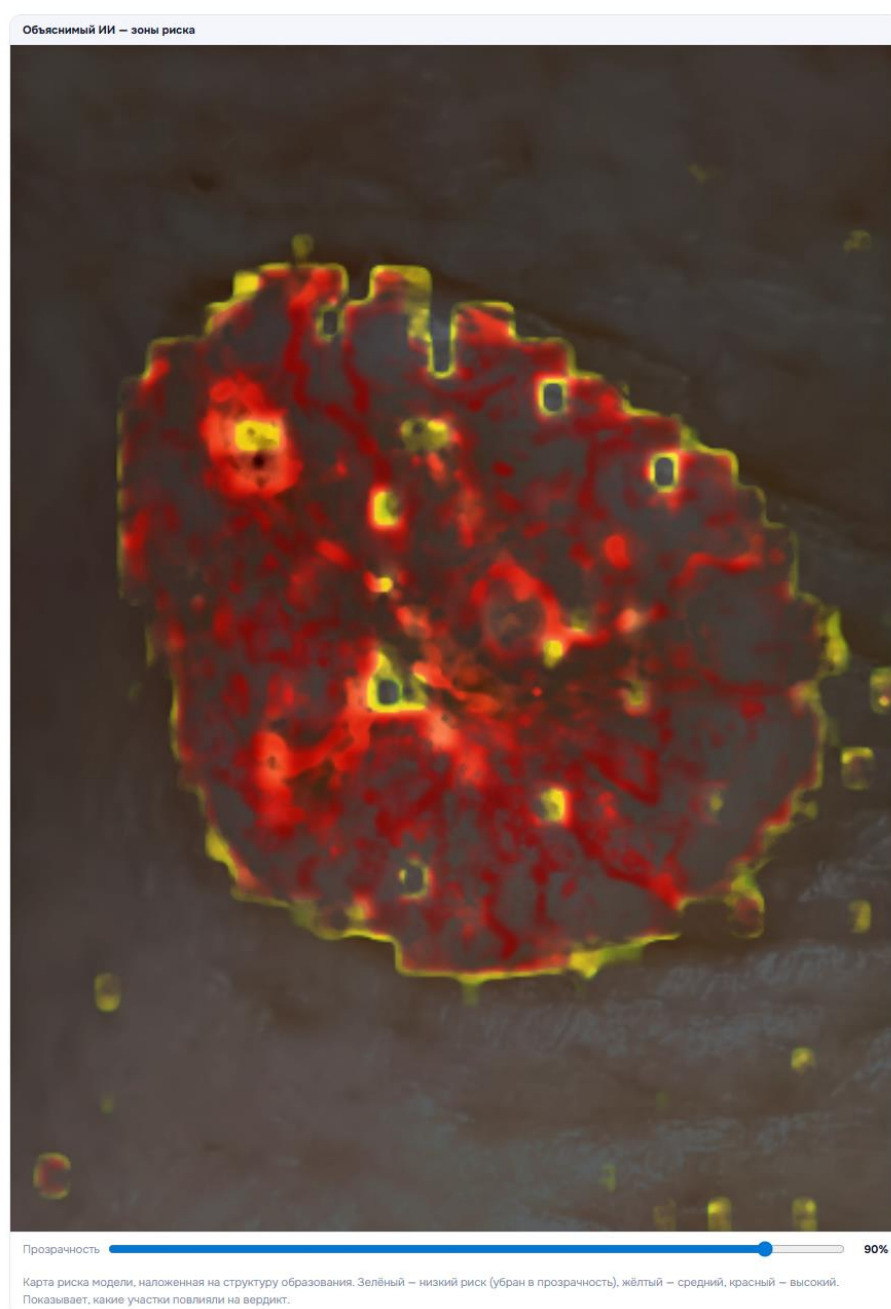


Рисунок 5. Пример визуализации зон риска программой Derma Onko Melanoma Check с помощью объяснимого искусственного интеллекта. Карта риска модели, наложенная на структуру образования: красный цвет – высокий риск, желтый – средний риск, зеленый – низкий риск (области с низким риском не отображаются для акцентирования внимания на зонах повышенного и среднего риска)

Figure 5. Example of risk-region visualization generated by Derma Onko Melanoma Check using explainable artificial intelligence. The model-generated risk map is superimposed on the lesion structure: red indicates high-risk regions, yellow indicates intermediate-risk regions, and green indicates low-risk regions (low-risk areas are not displayed in order to emphasize regions of high and intermediate risk)

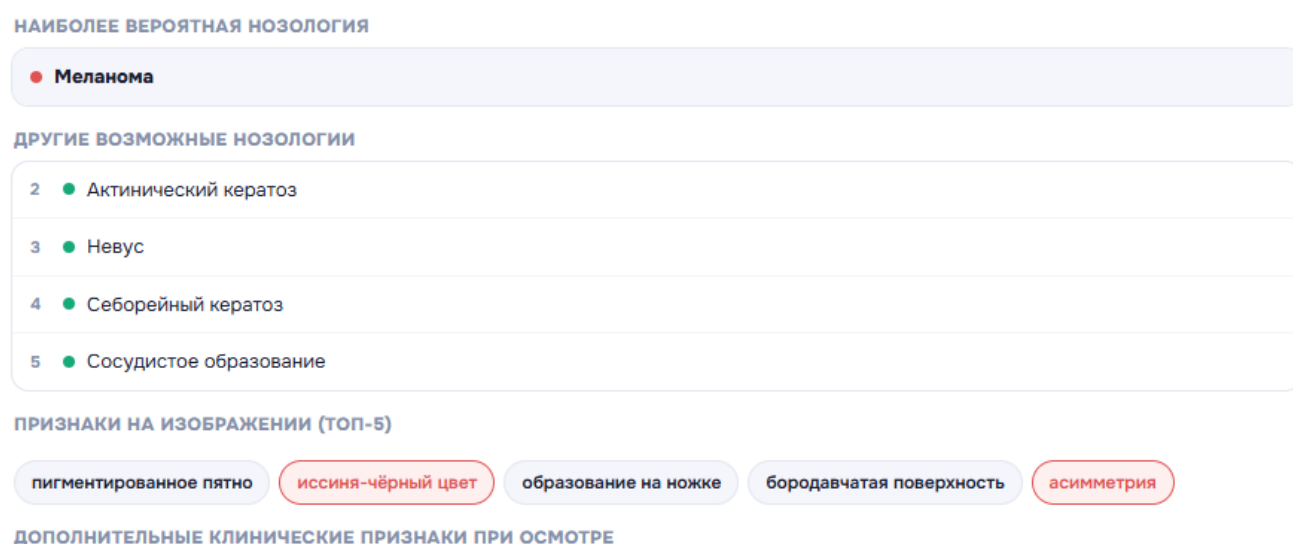


Рисунок 6. Пример текстового вывода признаков, которые, по мнению модели, имеются на данном фотоизображении новообразования (на скриншоте заключения маркированы красным цветом)

Figure 6. Example of the textual output listing the lesion features that the model identified in the analyzed image (highlighted in red in the screenshot of the software report)

Невозможность для врача влиять на заключение программы

Абсолютное большинство существующих программ ИИ для диагностики новообразований кожи функционируют исключительно на условии одномодальности вводимых данных: врач загружает фотоизображение новообразования, и программа формирует заключение. При этом у врача отсутствует возможность дополнить заключение клиническими данными, которые невозможно извлечь из фотоизображения: сведениями из анамнеза (длительность существования новообразования, динамика изменений, наличие

зуда или кровоточивости, семейный анамнез, наличие ЗНО в прошлом и др.) и результатами визуального осмотра.

Данные анамнеза являются важной составляющей клинического решения в дерматоонкологии. Например, быстрый рост образования, изменение его вида, кровоточивость, наличие ЗНО кожи в семейном анамнезе – все эти факторы существенно повышают вероятность злокачественности и влияют на решение о направлении на биопсию.

Решением данной проблемы является создание интерактивного интерфейса, позволяющего врачу вносить данные анамнеза (возраст, фототип кожи, диаметр образования, локализация, основные и дополнительные симптомы, наличие ЗНО в анамнезе и др.) (**рис. 7**) и дополнительные клинические признаки, выявленные при визуальном осмотре. Программа верифицирует добавленные врачом клинические признаки, проверяет, подтверждает ли модель их наличие на фотоизображении, и при подтверждении корректирует итоговое заключение в сторону повышения риска злокачественности (**рис. 8**).

Данные анамнеза

• Обязательные | • Важные | Необязательные

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПОЛЯ

ВОЗРАСТ *

Введите возраст

ФОТОТИП КОЖИ (ФИЦПАТРИК) *

— не указан —

ДИАМЕТР ОБРАЗОВАНИЯ (ММ) *

Макс.

Мин.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ *

— не указана —

ОСНОВНЫЕ СИМПТОМЫ *

 Возвышается над кожей *

Да

Нет

 Росло / увеличивалось *

Да

Нет

 Зуд *

Да

Нет

 Мало данных (3/8)

ВАЖНЫЕ ПОЛЯ

ПОЛ *

— не указан —

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СИМПТОМЫ *

 Изменение вида

Да

Нет

Н.д.

 Кровоточивость

Да

Нет

Н.д.

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ ОПУХОЛИ КОЖИ В АНАМНЕЗЕ (ПАЦИЕНТ / РОДСТВЕННИКИ) *

— не указано —

ОНКОЛОГИЯ В АНАМНЕЗЕ (ЛЮБАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ) *

— не указано —

КОНТАКТ С ПЕСТИЦИДАМИ / ХИМИКАТАМИ *

— не указано —

НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПОЛЯ

БОЛЕЗНЕННОСТЬ ПРИ ПАЛЬПАЦИИ

 Болезненность

Да

Нет

Н.д.

Сбросить

 Применить

Рисунок 7. Форма ввода данных анамнеза программы Derma Onko Melanoma Check. «Обязательные», «важные» и «необязательные» поля включают возраст, фототип кожи по

шкале Фицпатрика, диаметр образования, локализация, основные симптомы (возвышается над кожей, росло/увеличивалось, зуд), наличие злокачественных опухолей кожи в анамнезе (пациент/родственники), любые онкологические заболевания в анамнезе, контакт с пестицидами/химикатами, болезненность при пальпации

Figure 7. Data entry form for patient history in Derma Onko Melanoma Check. The “mandatory”, “important”, and “optional” fields include age, Fitzpatrick skin phototype, lesion diameter, anatomical location, key symptoms (elevation above the skin surface, growth/enlargement, itching), history of malignant skin tumors (in the patient or relatives), any history of oncological diseases, exposure to pesticides/chemicals, and tenderness on palpation

Высокий риск
Обнаружены признаки злокачественного новообразования

НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНАЯ НОЗОЛОГИЯ

- Меланома

⚠ Исключить меланому: консультация онколога, биопсия.

ДРУГИЕ ВОЗМОЖНЫЕ НОЗОЛОГИИ

- 2 ● Актинический кератоз
- 3 ● Невус
- 4 ● Себорейный кератоз
- 5 ● Сосудистое образование

ПРИЗНАКИ НА ИЗОБРАЖЕНИИ (ТОП-5)

- пигментированное пятно
- иссиня-чёрный цвет
- образование на ножке
- бородавчатая поверхность
- асимметрия

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПРИ ОСМОТРЕ

— выберите признак —

+ Добавить 🔄 Пересчитать

⚠ неравномерный цвет **согласен** ✕

Модель подтверждает признаки — вердикт поднят.

Рисунок 8. Форма для внесения врачом визуальных признаков для повышения точности заключения программы

Figure 8. Form for entering physician-assessed visual features to improve the accuracy of the software conclusion

Мультимодальный анализ, клинические и дерматоскопические изображения / Multimodal analysis, clinical and dermoscopic images

Для повышения диагностической точности программа Derma Onko Melanoma Check поддерживает анализ как клинических фотоизображений (полученных камерой смартфона), так и дерматоскопических изображений (полученных с помощью дерматоскопа) одного и того же новообразования. Использование двух типов изображений позволяет модели ИИ получить более полную информацию о визуальных морфологических характеристиках образования.

ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

Подавляющее большинство публично доступных наборов данных для обучения моделей ИИ в дерматоонкологии (ISIC, HAM10000, PH2 и др.)³ состоят преимущественно из дерматоскопических изображений, полученных с помощью специализированного оборудования в условиях дерматологических центров [8]. Клинические фотографии новообразований кожи (изображения, полученные камерой смартфона), представлены в значительно меньшем количестве. Это приводит к существенному дисбалансу: модели ИИ, обученные преимущественно на дерматоскопических изображениях, демонстрируют более высокую точность при анализе дерматоскопических снимков и существенно более низкую при анализе клинических фотографий [9].

Проведенный анализ позволил выделить шесть принципиальных групп проблем, которые систематически снижают диагностическую эффективность программ ИИ при их переносе из контролируемых тестовых условий в реальную клиническую практику. Каждая из них имеет не только техническое, но и клиническое измерение.

Дисбаланс обучающих данных – проблема, хорошо известная в литературе [9, 10–12], приобретает особую остроту именно применительно к первичному здравоохранению. Врачи общей практики, которые потенциально являются наиболее массовыми пользователями дерматоонкологических программ ИИ, работают с клиническими фотографиями смартфонов, тогда как большинство коммерческих и исследовательских моделей обучены преимущественно на дерматоскопических фотоизображениях. Целенаправленное формирование клинических обучающих наборов является необходимым условием практической применимости программы.

³ ISIC (англ. International Skin Imaging Collaboration) – архив дерматоскопических изображений Международного сотрудничества в области визуализации кожи; HAM10000 (англ. Human Against Machine with 10,000 training images) – обучающий набор из 10 тыс. изображений новообразований кожи «Человек против машины»; PH2 (порт Pedro Hispano) – набор из 200 дерматоскопических изображений, полученных в больнице Педро Испано (Португалия).

Проблемы качества входных изображений и масштаба образования в кадре в публикуемых исследованиях нередко остаются в тени, однако именно они определяют долю технически непригодных фотоизображений в реальной практике [7, 13]. Автоматический предварительный контроль качества снижает вероятность ошибочного заключения вследствие артефактов съемки.

Одномодельная архитектура с бинарной классификацией представляет особую опасность применительно к пограничным новообразованиям. Как показывает представленный клинический случай, формально правильное заключение («доброкачественное») оказывается клинически некорректным для актинического кератоза с дисплазией, предракового состояния, требующего активного ведения. Мультимодельный ансамбль с механизмом онкологической настороженности формирует более устойчивые заключения и лучше воспроизводит клиническое мышление опытного дерматовенеролога. Такой подход повышает устойчивость заключений и позволяет программе проявлять онкологическую настороженность по «пограничным» новообразованиям [14].

Отсутствие объяснимости – принципиальный барьер для внедрения ИИ в клиническую практику. «Черный ящик» не формирует доверия у врача и не позволяет верифицировать корректность заключения [15]. Визуализация карты риска и текстовый вывод распознанных признаков обеспечивают прозрачность, необходимую для принятия клинических решений.

Наконец, невозможность ввода анамнестических данных – принципиальное ограничение большинства ИИ-систем. Факторы риска, симптомы и история новообразования, которые врач учитывает при клиническом осмотре, не менее важны, чем визуальная картина. Интерактивный ввод анамнеза позволяет программе работать в логике полноценного клинического решения, а не только анализа изображения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Систематизированы шесть основных групп проблем, возникающих при диагностике ЗНО кожи с помощью программ ИИ: дисбаланс обучающих наборов данных с преобладанием дерматоскопических фотоизображений, низкое качество фотоизображений, получаемых врачами, загрузка фотографий с чрезмерно малым размером образования в кадре, одномодельная архитектура программ и отсутствие онкологической настороженности, отсутствие ХАИ, невозможность для врача влиять на заключение программы.

На примере программы Derma Onko Melanoma Check продемонстрированы конкретные решения каждой из выявленных проблем: автоматический контроль качества

фотоизображений с блокировкой некачественных фотоснимков, контроль размера образования в кадре, мультимодельная архитектура на основе ансамбля нейронных сетей с механизмом голосования, визуализация зон риска и текстовый вывод распознанных признаков для обеспечения объяснимости заключений, интерактивный интерфейс для ввода данных анамнеза и дополнительных клинических признаков, поддержка мультимодального анализа клинических и дерматоскопических изображений.

Внедрение программ ИИ с описанными решениями в практику врачей первичного звена здравоохранения позволит существенно повысить выявляемость ЗНО кожи на ранних стадиях, обеспечив при этом онкологическую настороженность по пограничным состояниям и клиническую обоснованность заключений.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ARTICLE INFORMATION
Поступила: 13.07.2026 В доработанном виде: 03.08.2026 Принята к печати: 05.08.2026 Опубликована онлайн: 06.08.2026	Received: 13.07.2026 Revision received: 03.08.2026 Accepted: 05.08.2026 Published online: 06.08.2026
Вклад авторов	Authors' contribution
Корабельников Д.И. – формулирование идеи, гипотезы, цели исследования; разработка методов и процедур; сбор данных; проверка результатов, воспроизводимости; теоретический анализ данных; научное руководство проектом; организационное управление проектом; редактирование, доработка текста. Ламоткин А.И. – разработка методов и процедур; сбор данных; управление данными; проверка результатов, воспроизводимости; теоретический анализ данных; написание текста; создание иллюстраций. Авторы прочитали и утвердили окончательный вариант рукописи	Korabelnikov D.I. – formulation of the idea, hypotheses and research objectives; development of methods and procedures; data collection; verification of results and reproducibility; theoretical analysis of data; scientific supervision of the project; organisational management of the project; text editing and finalizing. Lamotkin A.I. – development of methods and procedures; data collection; data management; preparation, verification of results and reproducibility; theoretical analysis of data; text writing; creation of illustrations. 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
Согласие пациентов	Patient consent
Все пациенты – участники исследования подписали добровольное информированное согласие	All patients participating in the study signed voluntary informed consent
Этические аспекты	Ethics declarations
Исследование одобрено локальным этическим комитетом АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Гааза»	The study was approved by the local ethics committee of the Moscow Haass Medical and Social Institute
Раскрытие данных	Data sharing
Первичные данные могут быть предоставлены по обоснованному запросу автору, отвечающему за корреспонденцию	Raw data could be provided upon reasonable request to the corresponding author
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
© 2026 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/)	© 2026 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

1. 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): 571–81. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.340>.

Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. Artificial intelligence in dermatology: a comparative analysis of computer vision programs based on machine learning models. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology*. 2025; 18 (4): 571–81 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.340>.

2. 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>.

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 Cinical Hospital named after N.N. Burdenko*. 2025; 2: 39–48 (in Russ.). <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-2-39-48>.

3. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. и др. Искусственный интеллект в здравоохранении и медицине: история ключевых событий, его значимость для врачей, уровень развития в разных странах. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2024; 17 (2): 243–50. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.254>.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., Livshitz S.A., Perevalova E.G. Artificial intelligence in healthcare and medicine: the history of key events, its significance for doctors, the level of development in different countries. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology*. 2024; 17 (2): 243–50 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.254>.

4. Wong S.C., Ratliff W., Xia M., et al. Use of convolutional neural networks in skin lesion analysis using real world image and non-image data. *Front Med.* 2022; 9: 946937. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.946937>.

5. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А., Гладько В.В. Эффективность предварительной диагностики доброкачественных опухолей из сосудистой и фиброзной тканей кожи с применением программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check». *Медицинский вестник МВД.* 2025; 137 (4): 45–52. https://doi.org/10.52341/20738080_2025_137_4_45.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., Glad'ko V.V. Efficacy of preliminary diagnostics of benign tumors of vascular and fibrous skin tissues with the use of artificial intelligence program “Derma Onko Check”. *Medical Bulletin of the Ministry of Internal Affairs.* 2025; 137 (4): 45–52 (in Russ.). https://doi.org/10.52341/20738080_2025_137_4_45.

6. 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>.

7. Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Анализ причин ошибочной классификации изображений немеланоцитарных опухолей кожи программами на основе технологий искусственного интеллекта. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2026; 41 (1): 221–31. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2026-2881>.

Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. Analysis of the reasons of misclassification of non-melanocytic skin tumors by artificial intelligence based programs. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2026; 41 (1): 221–31 (in Russ.). <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2026-2881>.

8. Wu Y., Chen B., Zeng A., et al. Skin cancer classification with deep learning: a systematic review. *Front Oncol.* 2022; 12: 893972. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.893972>.

9. Tjiu J.W., Lu C.F. Equity and generalizability of artificial intelligence for skin-lesion diagnosis using clinical, dermoscopic, and smartphone images: a systematic review and meta-analysis. *Medicina.* 2025; 61 (12): 2186. <https://doi.org/10.3390/medicina61122186>.

10. Jeong H.K., Park C., Henao R., Kheterpal M. Deep learning in dermatology: a systematic review of current approaches, outcomes, and limitations. *JID Innov.* 2022; 3 (1): 100150. <https://doi.org/10.1016/j.xjidi.2022.100150>.

11. Nguyen V.D., Bui N.D., Do H.K. Skin lesion classification on imbalanced data using deep learning with soft attention. *Sensors.* 2022; 22 (19): 7530. <https://doi.org/10.3390/s22197530>.

12. Li Y., Taylor M., Chmielinski K.S., et al. Improving dataset transparency in dermatologic artificial intelligence using a dataset nutrition label. *NPJ Digit Med.* 2025; 8 (1): 641. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-02125-9>.

13. Thambawita V., Strümke I., Hicks S.A., et al. Impact of image resolution on deep learning performance in endoscopy image classification: an experimental study using a large dataset of endoscopic images. *Diagnostics.* 2021; 11 (12): 2183. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11122183>.

14. Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Методологические подходы к оценке точности и эффективности диагностики программами искусственного интеллекта на основе логики клинического мышления в дерматоонкологии. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология.* 2026; [принятая рукопись]. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2026.385>.

Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I., Lamotkin I.A. Integrating clinical reasoning into the accuracy and effectiveness evaluation of diagnostic artificial intelligence tools in dermatology. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2026; [accepted manuscript] (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2026.385>.

15. Ahmed M.I., Spooner B., Isherwood J., et al. A systematic review of the barriers to the implementation of artificial intelligence in healthcare. *Cureus.* 2023; 15 (10): e46454. <https://doi.org/10.7759/cureus.46454>.

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, к.м.н. / *Andrey I. Lamotkin*, PhD – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7930-6018>. eLibrary SPIN-code: 4170-7782. E-mail: lamotkin.an@mail.ru.