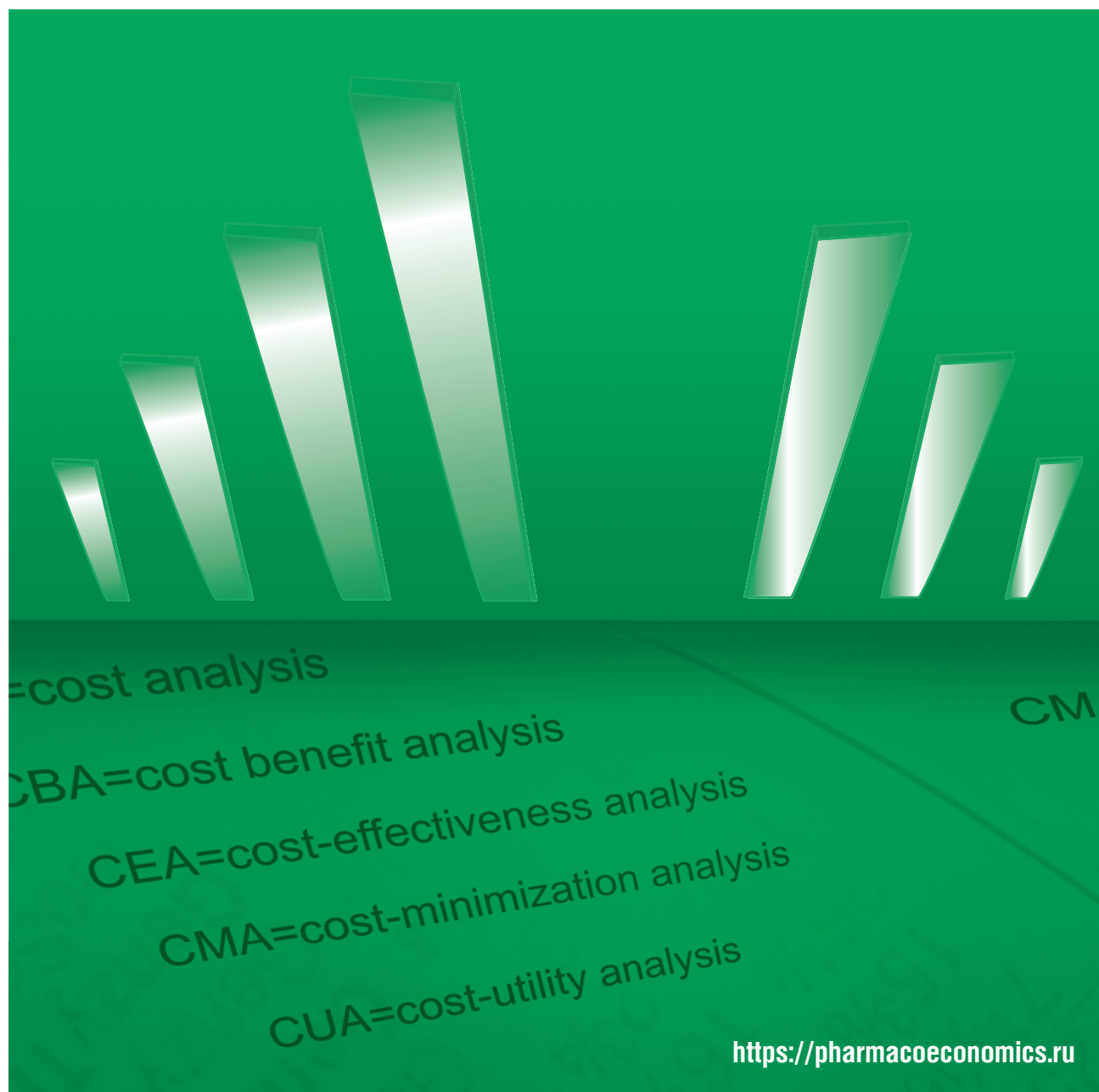


ISSN 2070-4909 (print)
ISSN 2070-4933 (online)

Фармакоэкономика

Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология



FARMAKOEKONOMIKA

Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology

2025 Vol. 18 No. 2

№2

Том 18

2025

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта <https://www.pharmacoeconomics.ru>. Не предназначено для использования в коммерческих целях. Информацию о репринтах можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-95; эл. почта: info@irbis-1.ru.



<https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.294>

ISSN 2070-4909 (print)

ISSN 2070-4933 (online)

Эффективность предварительной дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований кожи с помощью программы искусственного интеллекта Derma Onko Check

А.И. Ламоткин^{1,2}, Д.И. Корабельников¹, О.Ю. Олисова³,
И.А. Ламоткин^{4,5}

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)

³ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва 119048, Российская Федерация)

⁴ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации (Госпитальная пл., д. 3, Москва 105094, Российская Федерация)

⁵ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» (Волоколамское ш., д. 11, Москва 125080, Российская Федерация)

Для контактов: Даниил Иванович Корабельников, e-mail: dkorabelnikov@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Цель: оценить эффективность предварительной дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей кожи на первичном врачебном приеме при оказании первичной медико-санитарной помощи с применением программы искусственного интеллекта (ИИ) Derma Onko Check для электронных вычислительных машин (приложение для смартфона).

Материал и методы. Эффективность программы Derma Onko Check для визуальной идентификации доброкачественных и злокачественных опухолей кожи оценили у 135 пациентов в возрасте от 22 до 78 лет, которые имели различные образования кожи, визуально подозрительные на злокачественные. Заключение программы сравнивали с результатами дерматоскопического и морфологического методов исследования.

Результаты. Диагностическая точность программы Derma Onko Check при определении вероятности наличия у пациента доброкачественной или злокачественной опухоли кожи составила 96%, чувствительность – 98%, специфичность – 96%, доля ложноположительных результатов – 4,3%, доля ложноотрицательных результатов – 2,4%.

Заключение. Использование современных программ для электронных вычислительных машин на основе технологий ИИ дает возможность раннего выявления злокачественных опухолей кожи на первичном осмотре при оказании первичной медико-санитарной помощи, что особенно актуально в медицинских организациях и регионах с недостатком или отсутствием врачей-дерматологов и врачей-онкологов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

искусственный интеллект, нейронные сети, программа для ЭВМ, приложение для смартфона, опухоли кожи, диагностика

Для цитирования

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): 261–270. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.294>.

Effectiveness of preliminary differential diagnosis of benign and malignant skin neoplasms using the Derma Onko Check artificial intelligence program

A.I. Lamotkin^{1,2}, D.I. Korabelnikov¹, O.Yu. Olisova³, I.A. Lamotkin^{4,5}

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)

³ Sechenov University (8 bldg 2 Trubetskaya Str., Moscow 119048, Russian Federation)

⁴ Burdenko Main Military Clinical Hospital (3 Gospitalnaya Sq., Moscow 105229, Russian Federation)

⁵ Russian Biotechnological University (11 Volokolamskoe Shosse, Moscow 125080, Russian Federation)

Corresponding author: Daniil I. Korabelnikov, e-mail: dkorabelnikov@mail.ru

ABSTRACT

Objective: to evaluate the effectiveness of preliminary differential diagnostics of benign and malignant skin tumors during initial medical consultations in primary health care using the Derma Onko Check artificial intelligence (AI) program for electronic computing devices (smartphone application).

Material and methods. The effectiveness of the Derma Onko Check program for visual identification of benign and malignant skin tumors was evaluated in 135 patients aged 22 to 78 years with various skin lesions that appeared visually suspicious for malignancy. The conclusions generated by the program were compared with the results of dermatoscopic and morphological examinations.

Results. The diagnostic accuracy of the Derma Onko Check program in determining the likelihood of a patient having a benign or malignant skin tumor was 96%, sensitivity was 98%, specificity was 96%, the proportion of false-positive results was 4.3%, and the proportion of false-negative results was 2.4%.

Conclusion. The use of modern AI-based software for electronic computing devices enables early detection of malignant skin tumors during initial examinations in primary health care. This is particularly relevant for medical institutions and regions with a shortage or absence of dermatologists and oncologists.

KEYWORDS

artificial intelligence, neural networks, software, smartphone application, skin tumors, diagnosis

For citation

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 Pharmacoconomics and Pharmacoepidemiology*. 2025; 18 (2): 261–270 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2025.294>.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В настоящее время в медицине и здравоохранении одним из перспективных направлений является использование современных технологий искусственного интеллекта (ИИ), которые позволяют создавать программы для улучшения качества диагностики и лечения, оптимизации врачебной деятельности.

Врачи общей практики и специалисты на этапе оказания первичной медико-санитарной помощи сталкиваются с растущим числом обращений по поводу опухолей кожи. Это требует совершенствования ранней диагностики злокачественных новообразований (ЗНО) кожи и своевременной и корректной маршрутизации пациентов для оказания дальнейшей медицинской помощи [1–4]. Например, согласно проекту профессионального стандарта в трудовой функции врача общей практики указано, что при проведении обследования пациентов одним из его действий и необходимых умений является выполнение ранней диагностики ЗНО, для чего он должен обладать необходимыми знаниями¹.

Увеличение нагрузки на врачей для диагностики опухолей кожи обусловлено ростом заболеваемости ЗНО кожи во всем мире.

В Европе ежегодно регистрируется более 144 тыс. новых случаев рака кожи, что приводит к более чем 27 тыс. смертей в год. Рак кожи занимает 17-е место по распространенности среди всех видов рака в мире, 14-е место среди всех видов рака у мужчин и 14-е место среди всех видов рака у женщин. В 2022 г. зарегистрировано более 331 722 новых случаев рака кожи. Наиболее распространенными ЗНО являются базальноклеточный и плоскоклеточный рак кожи – среди всех ЗНО кожного покрова они составляют около 99% [5, 6].

За последние 10 лет с помощью ИИ были разработаны программы для электронных вычислительных машин (ЭВМ) для смартфонов (приложения), направленные на выявление ЗНО кожи. Используя простые снимки со смартфона, эти программы (приложения) могут классифицировать подозрительные поражения кожи как «меланома» и «не меланома» или «доброкачественные» и «злокачественные». Они должны иметь высокую диагностическую точность и помогать врачам общей практики проводить первичную диагностику ЗНО кожи² [7–10].

С 2014 г. отмечается неуклонный рост числа программ для ЭВМ, доступных врачам для раннего выявления ЗНО кожного

¹ Проект приказа Министерства труда и социальной защиты РФ «Об утверждении профессионального стандарта «Врач общей практики (семейный врач)» (подготовлен Минтруда России 27.11.2018): <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56675186>.

² Ламоткин А.И., Ламоткин И.А., Корабельников Д.И. Программа для визуальной идентификации злокачественных и доброкачественных опухолей кожи «Melanoma check». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2024668565. Заявка от 08.08.2024.

Основные моменты

Что уже известно об этой теме?

- ▶ С 2014 г. в мире наблюдается рост числа программ искусственного интеллекта (ИИ) для смартфонов для раннего выявления злокачественных новообразований (ЗНО) кожи
- ▶ Отмечается высокая сменяемость таких программ ИИ для смартфонов из-за их недостаточной диагностической точности
- ▶ В России программы для смартфонов с использованием ИИ для диагностики опухолей кожи представлены недостаточно, а указания на их диагностическую и клиническую точность ограничены или отсутствуют

Что нового дает статья?

- ▶ Программа ИИ Derma Onko Check для смартфона может быть использована при оказании первичной медико-санитарной помощи для дифференциальной диагностики доброкачественных новообразований (ДНО) и ЗНО кожи врачами общей практики и специалистами, не имеющими достаточных специальных знаний по дерматовенерологии и онкологии
- ▶ Программа Derma Onko Check является эффективным инструментом для дифференциальной диагностики между ДНО и ЗНО кожи различной тканевой принадлежности с высокими показателями диагностической точности (96%), чувствительности (98%) и специфичности (96%)

Как это может повлиять на клиническую практику в обозримом будущем?

- ▶ Врачи общей практики или другие специалисты, используя программы для ЭВМ (для смартфонов) с использованием ИИ, могут с высокой вероятностью проводить дифференциальную диагностику между ДНО и ЗНО кожи. Это улучшит качество ранней диагностики ЗНО кожи и ускорит направление таких пациентов к врачам-онкологам

Highlights

What is already known about the subject?

- ▶ Since 2014, there has been a global increase in the number of artificial intelligence (AI) smartphone applications for the early detection of malignant skin tumors (MSTs)
- ▶ There is a high turnover of such AI programs for smartphones due to their insufficient diagnostic accuracy
- ▶ In Russia, AI-based smartphone applications for diagnosing skin tumors are insufficiently represented, and data on their diagnostic and clinical accuracy are limited or absent

What are the new findings?

- ▶ The Derma Onko Check AI smartphone application can be used in primary health care for the differential diagnosis of benign skin tumors (BSTs) and MSTs by general practitioners and specialists without sufficient specialized knowledge in dermatovenereology and oncology
- ▶ The Derma Onko Check program is an effective tool for the differential diagnosis between BSTs and MSTs of various tissue origins, demonstrating high diagnostic accuracy (96%), sensitivity (98%), and specificity (96%)

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

- ▶ General practitioners and other specialists using AI-based software applications (for smartphones) can reliably perform differential diagnosis between BSTs and MSTs. This will improve the quality of early detection of MSTs and expedite referral of such patients to oncologists

покрова. Однако наблюдается высокая сменяемость программ (приложений), и многие они не имеют достаточной диагностической точности [10, 11]. Обзор приложений для смартфонов, выполненный в 2020 г., выявил незначительное количество медицинских приложений для смартфона, которые бы обладали высокой диагностической точностью при оценке доброкачественных новообразований (ДНО) и ЗНО кожи [7]. В настоящее время в России программы для смартфонов с использованием ИИ для диагностики опухолей кожи представлены недостаточно, а указания на их диагностическую и клиническую точность ограничены или отсутствуют.

Цель – оценить эффективность предварительной дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей кожи на первичном врачебном приеме при оказании первичной медико-санитарной помощи с применением программы ИИ Derma Onko Check для электронных вычислительных машин (приложение для смартфона).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIAL AND METHODS

Этапы исследования / Study stages

Исследование проведено в два этапа:

- 1) определение эффективности – диагностической точности, чувствительности и специфичности программы компьютерного зрения Derma Onko Check для ЭВМ (приложение для смартфона), основанной на ИИ;
- 2) сравнение диагностической точности результатов (заключений) программы компьютерного зрения Derma Onko Check для ЭВМ (приложение для смартфона), основанной на ИИ, с заклю-

чениями врачей-дерматологов и результатами морфологических исследований.

Дизайн исследования / Study design

Исследование проводили в ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» Минобороны России. Заключение программы сравнивали с окончательным клиническим диагнозом, установленным на основании анамнестических, клинических, дерматоскопических признаков в соответствии с классификацией опухолей кожи Всемирной организации здравоохранения 2018 г. [12] и подтвержденным морфологически.

Результаты исследования с помощью программы Derma Onko Check считали корректными, если они соответствовали клиническому диагнозу врачей-дерматологов и врачей-онкологов, а также заключению по итогам морфологического исследования. Диагноз, установленный на основе результатов морфологического исследования, считали заключительным.

Программа Derma Onko Check / Derma Onko Check program

Инновационная программа для ЭВМ Derma Onko Check для визуальной идентификации ЗНО кожи (программа для смартфона) разработана для врачей общей практики (семейных врачей) и специалистов первичной медико-санитарной помощи. Она предназначена для быстрой и точной оценки вероятности того, является ли сфотографированная опухоль злокачественной или доброкачественной. Программа Derma Onko Check зарегистрирована в реестре программ Федеральной службы по интеллектуальной собственности³.

³ Ламоткин А.И., Ламоткин И.А., Корabelьников Д.И. Программа для визуальной идентификации злокачественных и доброкачественных опухолей кожи "Derma Onko Check". Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2024668566. Заявка от 08.08.2024.

Модель обучения сверточной нейронной сети построена на языке программирования Python, а сама программа разработана на языке Java. Программа работает на смартфонах под управлением операционной системы Android. Размер программы Derma Onko Check составляет 110 МБ.

На этапе разработки для обучения модели Derma Onko Check использовали набор данных (англ. dataset) «Человек против машины» HAM10000 с дополнительно аугментированными изображениями с включением 20 тыс. изображений. Модель обучали с помощью архитектуры Хсертпн с использованием библиотеки Keras с разбиением на два класса: ДНО и ЗНО.

Обучение системы проводили на верифицированном наборе данных, состоящем из двух групп. В первую группу были включены новообразования кожи из клеток эпидермиса (меланоцитов и кератиноцитов). К ДНО из меланоцитов относили меланотарные невусы, а к ЗНО – меланомы; к ДНО из кератиноцитов относили себорейный и актинический кератоз, а к ЗНО – базально-клеточный и плоскоклеточный рак кожи. Вторую группу составили часто встречающиеся опухоли кожи из других тканей: сосудистой (гемангиомы), фиброзной (дерматофибромы).

Приложение для смартфонов Derma Onko Check, анализируя изображение, делает заключение с расчетом вероятности того, является ли образование доброкачественным или злокачественным. Программа не предназначена для установления заключительного клинического диагноза – его формулирует врач-специалист (онколог или дерматолог) на основании проведенного клинико-лабораторного и инструментального обследования.

Значительным преимуществом программы Derma Onko Check является то, что она позволяет как фотографировать образования кожи с помощью смартфона во время осмотра пациента, так и загружать изображения (в т.ч. дерматоскопические) с телефона, компьютера, планшета или любого другого цифрового носителя.

Критерии включения и исключения / Inclusion and exclusion criteria

В исследование включали пациентов старше 18 лет, у которых при осмотре выявляли различные опухоли кожи, подозрительные на ЗНО. Критерием исключения была радикально удаленная опухоль кожи в анамнезе.

Характеристика пациентов / Patient characteristics

На консультативном приеме у врача-дерматолога с помощью программы Derma Onko Check были оценены различные опухоли кожи у 135 человек в возрасте от 22 до 78 лет, что составило 21,8% от всех обратившихся пациентов с болезнями кожи и новообразованиями (618 человек). Среди больных с новообразованиями кожи было 103 (76,3%) мужчины и 32 (23,7%) женщины (гендерная асимметрия связана со спецификой военно-медицинской организации). Распределение пациентов по полу и возрасту представлено на **рисунке 1**.

Установление клинического диагноза / Establishing clinical diagnosis

Пациенты были осмотрены врачами-дерматологами и врачами-онкологами, которые устанавливали клинический диагноз с учетом дерматоскопической картины. Фотографирование образований кожного покрова при опухолях, подозрительных на ЗНО, выполнялось с помощью встроенной камеры с автоматической вспышкой различных мобильных смартфонов с расстояния примерно 8–15 см от новообразования кожи. Образцы фотографий и заключений программы Derma Onko Check приведены на **рисунке 2**.

Анализ эффективности программы / Analysis of program effectiveness

По результатам проведенных исследований вычисляли показатели эффективности программы Derma Onko Check: диагностическая точность (англ. accuracy, Ac), чувствительность (англ. sensitivity, Se), специфичность (англ. specificity, Sp) по следующим формулам:

$$\begin{aligned} Ac &= (ИП + ИО) / n \times 100\%, \\ Se &= ИП / (ИП + ЛО) \times 100\%, \\ Sp &= ИО / (ИО + ЛП) \times 100\%, \end{aligned}$$

где n – общее число случаев (n=135); ИП – истинно-положительные результаты (ЗНО, правильно определенные как ЗНО); ИО – истинно-отрицательные результаты (ДНО, правильно определенные как ДНО); ЛО – ложноотрицательные результаты (ЗНО, неправильно определенные как ДНО); ЛП – ложноположительные результаты (ДНО, неправильно определенные как ЗНО).

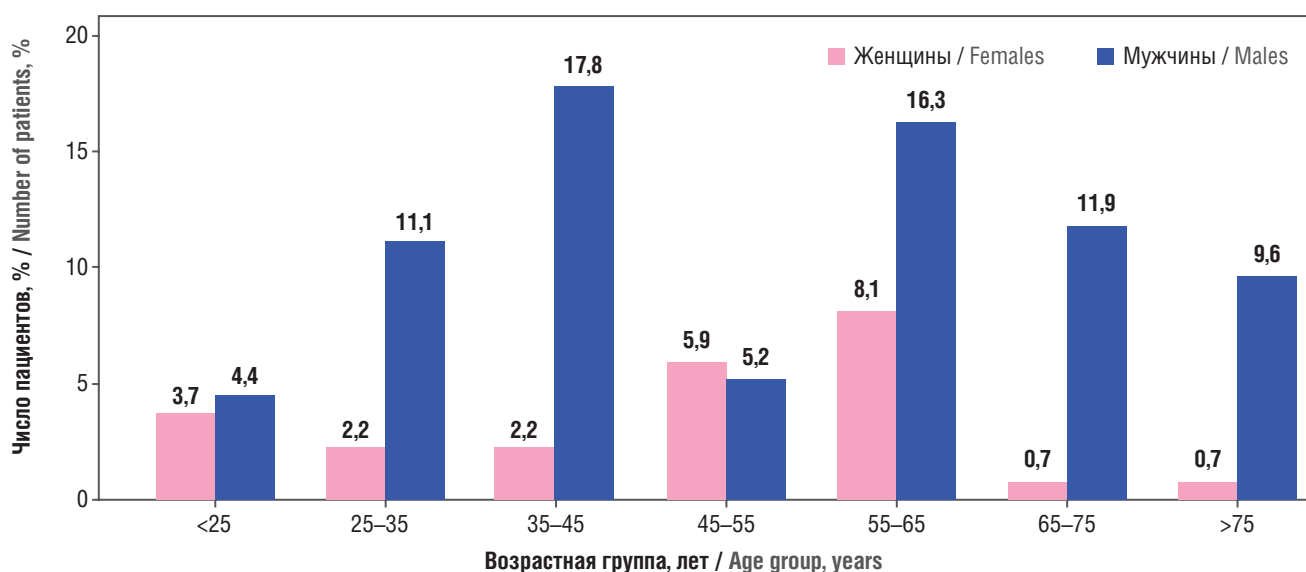


Рисунок 1. Распределение пациентов по полу и возрасту (n=135)

Figure 1. Distribution of patients by gender and age (n=135)

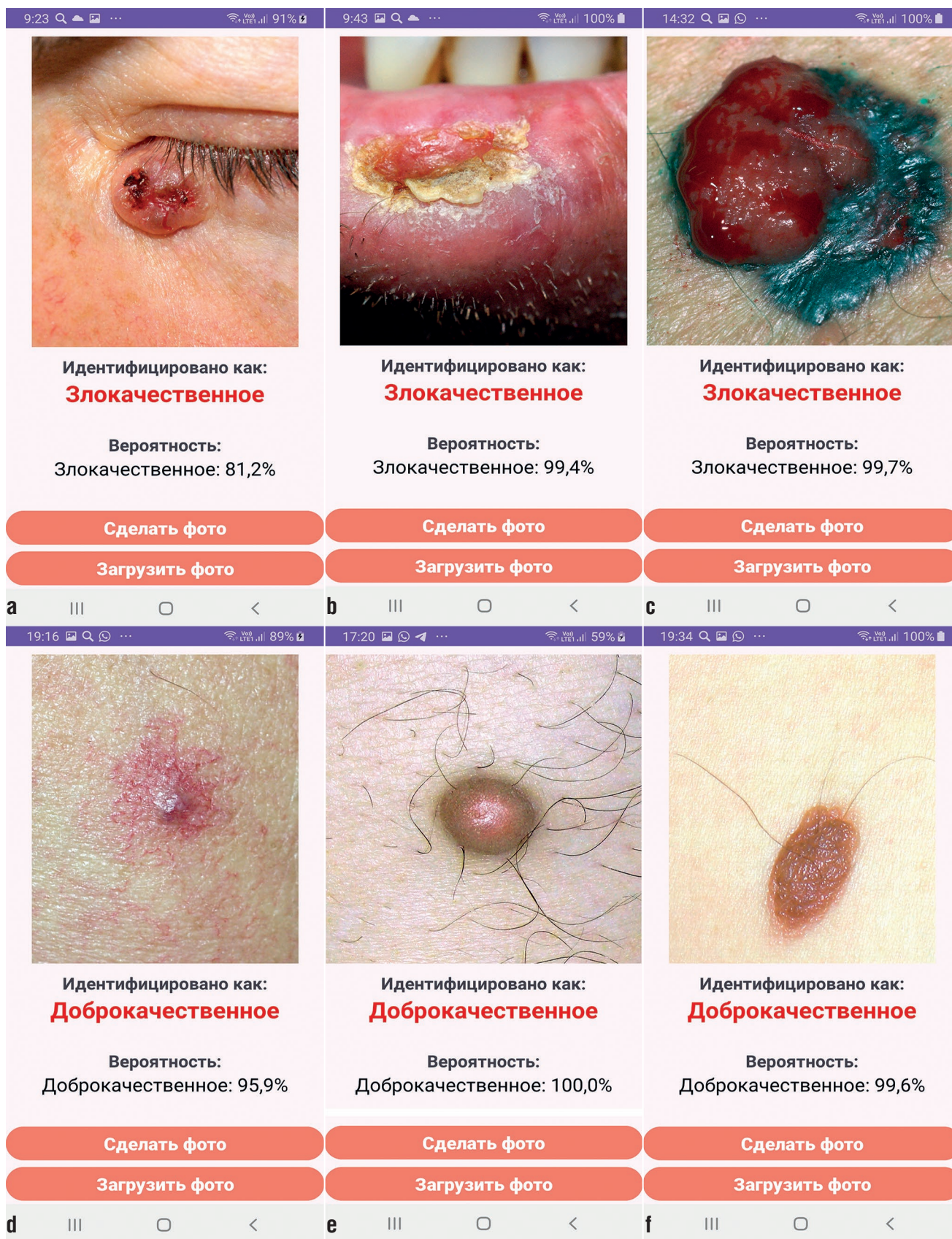


Рисунок 2. Заключение программы Derma Onko Check с расчетом вероятности диагноза:

а – злокачественная опухоль у пациента с базальноклеточным раком; **б** – злокачественная опухоль у пациента с плоскоклеточным раком губы; **в** – злокачественная опухоль у пациента с меланомой кожи; **д** – доброкачественная опухоль у пациента с паукообразной гемангиомой; **е** – доброкачественная опухоль у пациента с дерматофибромой; **ф** – доброкачественная опухоль у пациента с меланоцитарным невусом

Figure 2. Derma Onko Check program conclusions with diagnosis probability calculations:

a – malignant tumor in a patient with basal cell carcinoma; **b** – malignant tumor in a patient with squamous cell carcinoma of the lip; **c** – malignant tumor in a patient with cutaneous melanoma; **d** – benign tumor in a patient with a spider angioma; **e** – benign tumor in a patient with dermatofibroma; **f** – benign tumor in a patient with a melanocytic nevus

Долю ложноположительных результатов (% ЛП) и долю ложноотрицательных результатов (% ЛО) определяли по формулам:

$$\begin{aligned}\% \text{ ЛП} &= \text{ЛП} / (\text{ЛП} + \text{ИО}) \times 100\%, \\ \% \text{ ЛО} &= \text{ЛО} / (\text{ЛО} + \text{ИП}) \times 100\%.\end{aligned}$$

Статистический анализ / Statistical analysis

Для оценки эффективности программы Derma Onko Check в дифференциальной диагностике ДНО и ЗНО кожи был проведен статистический анализ данных. Основные показатели (Ac, Se, Sp, % ЛП и % ЛО) были рассчитаны с использованием стандартных формул. Для анализа данных использовались методы описательной статистики. Все расчеты, кроме ручных вычислений ключевых показателей, были выполнены с помощью программных сред с использованием языка программирования Python. Для визуализации данных применялись библиотеки, такие как Matplotlib и Seaborn, что позволило создать графики, отражающие распределение опухолей по различным параметрам.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Частота встречаемости и локализация опухолей / Frequency of tumor occurrence and localization

Приложение для смартфона Derma Onko Check оценило опухоли кожи из кератиноцитов у 43 человек (28 ДНО и 15 ЗНО),

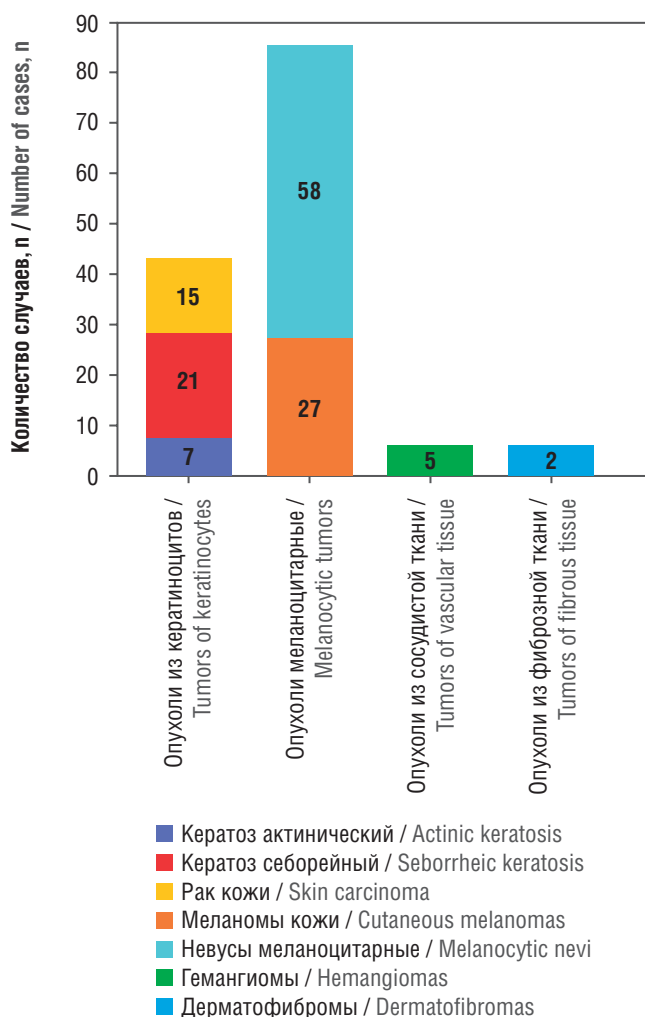


Рисунок 3. Количество опухолей кожи из различных тканей, оцененных приложением Derma Onko Check (n=135)

Figure 3. Number of skin tumors from different tissue types evaluated by the Derma Onko Check application (n=135)

меланоцитарные опухоли кожи – у 85 (58 ДНО и 27 ЗНО), доброкачественные опухоли из фиброзной ткани – у 2 пациентов с дерматофибромами, из сосудистой ткани – у 5 человек с гемангиомами. Сведения о встречаемости ДНО (кератоз актинический и себорейный, гемангиомы, дерматофибромы, невусы меланоцитарные) и ЗНО (меланома и рак) кожи у обследованных пациентов представлены на **рисунках 3, 4**.

Исзуемые новообразования фотографировались на различных участках кожного покрова (**рис. 5**). Выявлено, что пациенты чаще обращались по поводу опухолей, которые локализовались в области головы, шеи, спины и груди.

Распределение по способу фиксации изображений / Distribution by method of image capture

Изображение различных опухолей кожи фиксировалось программой Derma Onko Check различными способами: получение изображений с компьютера после фотографирования фотоаппаратом, или другим смартфоном, или камерой смартфона, на

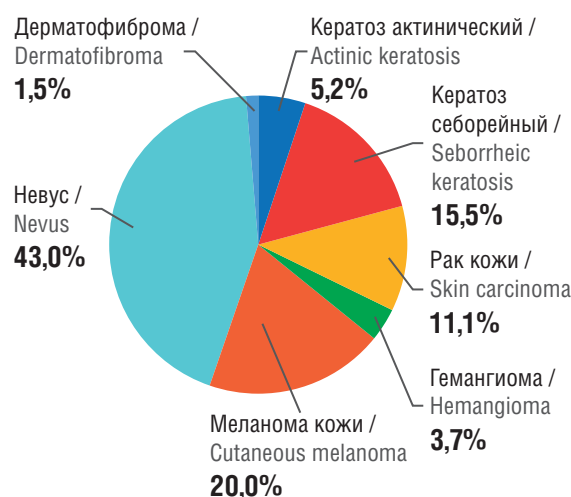


Рисунок 4. Долевое соотношение опухолей кожи, оцененных программой Derma Onko Check

Figure 4. Proportional distribution of skin tumors evaluated by the Derma Onko Check program



Рисунок 5. Локализация доброкачественных и злокачественных опухолей кожи, оцененных приложением Derma Onko Check (n=135)

Figure 5. Localization of benign and malignant skin tumors evaluated by the Derma Onko Check application (n=135)

котором была установлена программа Derma Onko Check (рис. 6). При этом также определялась диагностическая точность в зависимости от количества изображений (рис. 7).

Наибольшая точность заключения программы Derma Onko Check установлена при наличии четырех фотографических изображений, из которых врач выбирал одно с лучшей визуализацией опухоли кожи. При этом для повышения точности диагноза учитывалось, что программа могла правильно идентифицировать опухоль в двух из трех или четырех случаев, что позволяло повысить достоверность заключения.

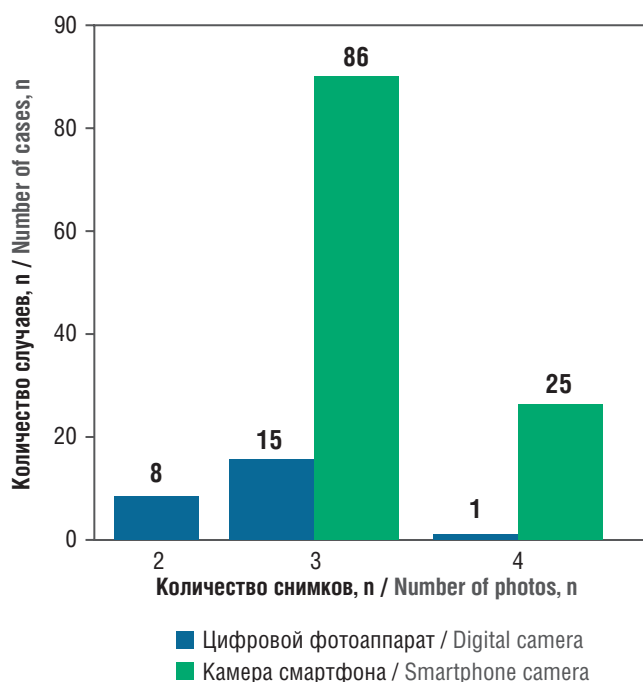


Рисунок 6. Распределение фотографических изображений, оцененных программой Derma Onko Check, по способу их фиксации (n=135)

Figure 6. Distribution of photographic images evaluated by the Derma Onko Check program by method of capture (n=135)

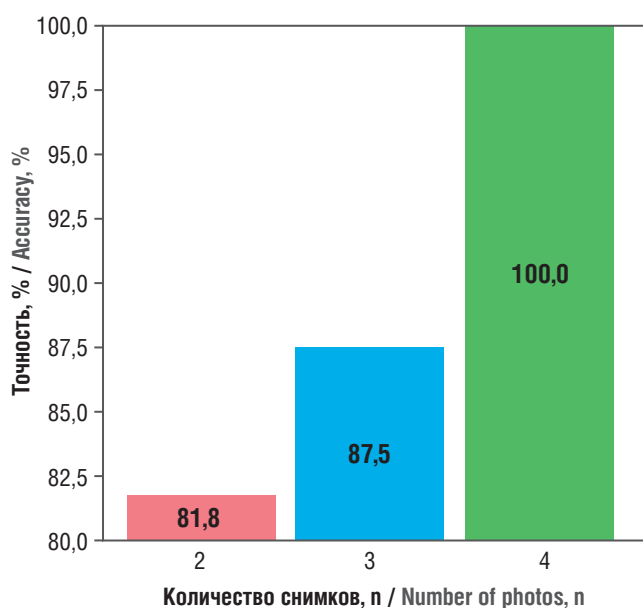


Рисунок 7. Диагностическая точность в зависимости от количества фотографических изображений, оцененных программой Derma Onko Check

Figure 7. Diagnostic accuracy depending on the number of photographic images evaluated by the Derma Onko Check program

Частота совпадения заключений программы Derma Onko Check с окончательными клиническими диагнозами / Frequency of agreement between Derma Onko Check program conclusions and final clinical diagnoses

В 90 случаях программа Derma Onko Check сделала заключение, что новообразование является доброкачественным (табл. 1). По результатам обследования установлены следующие диагнозы: меланома – 1, гемангиома – 5, дерматофиброма – 2, кератоз актинический – 6, кератоз себорейный – 21, невус голубой – 4, невус диспластический – 6, невус меланоцитарный врожденный – 11, невус меланоцитарный приобретенный – 34. Таким образом, при применении данной программы выявлен 1 ЛО в дифференциальной диагностике между ДНО и ЗНО кожи.

В 45 случаях программа Derma Onko Check сделала заключение о наличии у пациентов ЗНО кожи (табл. 2). По результатам всех необходимых исследований установлены следующие диагнозы: кератоз актинический – 1, невус диспластический – 1,

Таблица 1. Заключительные клинические диагнозы у пациентов с опухолями кожи, при которых программа Derma Onko Check сделала заключение «доброкачественное образование»

Table 1. Final clinical diagnoses of patients with skin tumors for whom the Derma Onko Check program concluded "benign tumor"

Диагноз / Diagnosis	Количество случаев, n (%) / Number of cases, n (%)
Меланома / Melanoma	1 (1,1)
Гемангиома / Hemangioma	5 (5,6)
Дерматофиброма / Dermatofibroma	2 (2,2)
Кератоз актинический / Actinic keratosis	6 (6,7)
Кератоз себорейный / Seborrheic keratosis	21 (23,3)
Невус голубой / Blue nevus	4 (4,4)
Невус диспластический / Dysplastic nevus	6 (6,7)
Невус меланоцитарный врожденный / Congenital melanocytic nevus	11 (12,2)
Невус меланоцитарный приобретенный / Acquired melanocytic nevus	34 (37,8)
Всего / Total	90 (100)

Таблица 2. Заключительные клинические диагнозы у пациентов с опухолями кожи, при которых программа Derma Onko Check сделала заключение «злокачественное образование»

Table 2. Final clinical diagnoses of patients with skin tumors for whom the Derma Onko Check program concluded "malignant tumor"

Диагноз / Diagnosis	Количество случаев, n (%) / Number of cases, n (%)
Кератоз актинический / Actinic keratosis	1 (2,2)
Невус диспластический / Dysplastic nevus	1 (2,2)
Невус меланоцитарный приобретенный / Acquired melanocytic nevus	2 (4,4)
Меланома / Melanoma	26 (57,8)
Базальноклеточный рак кожи / Basal cell skin cancer	12 (26,7)
Плоскоклеточный рак кожи / Squamous cell skin cancer	3 (6,7)
Всего / Total	45 (100)

невус меланоцитарный приобретенный – 2, меланома – 26, базальноклеточный рак – 12, плоскоклеточный рак – 3 случая. В 4 случаях программа сделала ошибочное заключение: у 1 пациента с кератозом актиническим, у 1 пациента с диспластическим невусом и у 2 пациентов с невусом меланоцитарным приобретенным. Таким образом, у программы зафиксировано 4 ЛП в диагностике ЗНО кожи.

Частота совпадения заключительных клинических диагнозов с заключениями программы Derma Onko Check «доброкачественное образование» и «злокачественное образование» отражена на рисунке 8.

В целом по результатам применения программы Derma Onko Check получены следующие величины ИО и ИП:

$$\text{ИО} = 90 - 1 \text{ ЛО} = 89,$$

$$\text{ИП} = 45 - 4 \text{ ЛП} = 41.$$

Анализ эффективности программы / Analysis of program effectiveness

На основании полученных данных вычислены следующие показатели эффективности программы Derma Onko Check:

$$\text{Ac} = (41 + 89) / 135 \times 100\% = 96\%,$$

$$\text{Se} = 41 / (41 + 1) \times 100\% = 98\%,$$

$$\text{Sp} = 89 / (89 + 4) \times 100\% = 96\%,$$

$$\% \text{ ЛП} = 4 / (4 + 89) \times 100\% = 4,3\%,$$

$$\% \text{ ЛО} = 1 / (1 + 41) \times 100\% = 2,4\%.$$

Таким образом, определены три основных параметра, представляющих интерес в диагностике опухолей кожи: диагностическая точность, которая показывает эффективность работы программы ИИ, чувствительность и специфичность, которые демонстрируют клиническую значимость программы ИИ.

Полученные показатели свидетельствуют об эффективности программы Derma Onko Check в предварительной дифференциальной диагностике между ДНО и ЗНО кожи при первичном приеме врачом общей практики или специалистом, не имеющим специальных знаний в дерматовенерологии и онкологии.

ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

Вопросы использования ИИ в медицине все чаще привлекают внимание организаторов здравоохранения, медицинских организаций, врачей и инвесторов. Важные достижения в разработке ИИ включают создание экспертных систем и программ, способных анализировать медицинские данные и проводить диагностику заболеваний. Исследования показывают, что ИИ может достигать сопоставимой точности в диагностике заболеваний в сравнении с врачами, а в некоторых случаях этот показатель может даже превышать таковой у врачей. ИИ не заменит людей – врачей, но перспективен в применении для повышения эффективности и точности диагностики [13, 14].

Разрабатываемые программы для ЭВМ на основе ИИ, в т.ч. приложения для смартфонов, могут оптимизировать работу врачей. В 2017 г. в мире было зарегистрировано более 165 тыс. программ для ЭВМ на основе ИИ, включая программы для диагностики поражений кожи [15–17]. Такие программы сейчас широко используются для скрининга и диагностики ДНО и ЗНО кожного покрова и предназначены для врачей-дерматологов [18–20].

Результаты проведенного нами исследования показали, что программа Derma Onko Check для визуальной идентификации новообразований кожи является эффективным инструментом предварительной дифференциальной диагностики между ДНО и ЗНО кожи различной тканевой принадлежности с высокими показателями диагностической точности (96%), чувствительности (98%) и специфичности (96%).

При анализе 4 случаев ложноположительных заключений (доля ЛП 4,3%) программы Derma Onko Check выявлено, что 2 пациентам с актиническим кератозом и диспластическим невусом требовалась консультация врача-онколога для исключения ЗНО кожи и возможного удаления этих опухолей. В 2 других случаях локализация меланоцитарных невусов требовала консультации врача-онколога для решения вопроса об удалении данных опухолей из-за их постоянного травмирования. Таким образом, в этих случаях последующая консультация врача-онколога полностью редуцировала риск ложноположительных диагностических результатов программы Derma Onko Check.

Пациенты с различными опухолями кожи нередко первоначально обращаются к врачам общей практики и терапевтам, которым

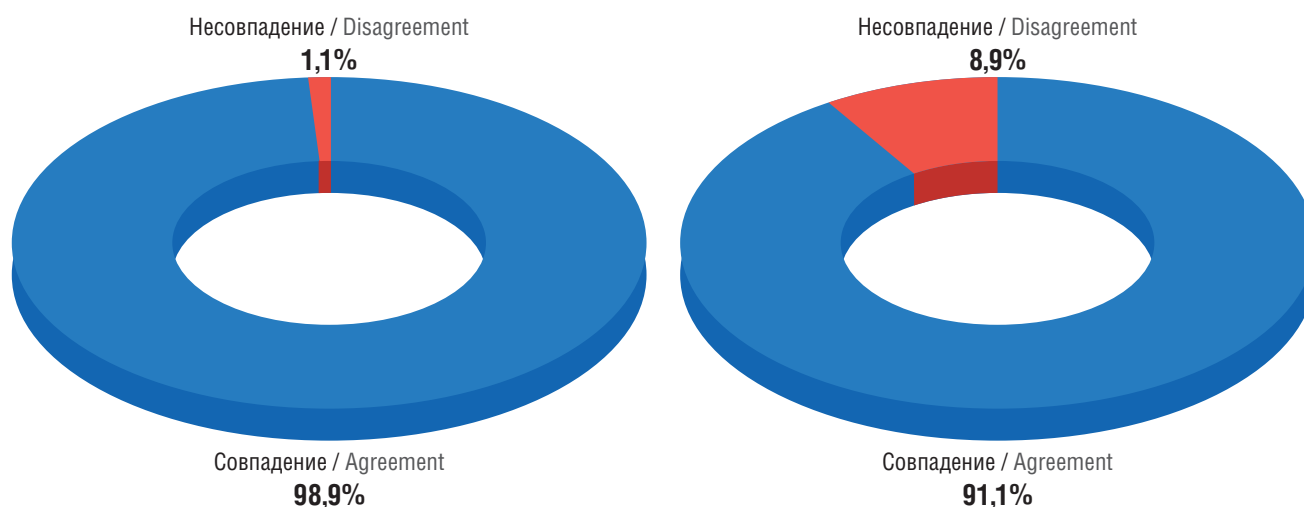


Рисунок 8. Частота совпадения заключительных клинических диагнозов с вероятным диагнозом программы Derma Onko Check:

а – «доброкачественное образование»; б – «злокачественное образование»

Figure 8. Frequency of agreement between final clinical diagnoses and the probable diagnosis by the Derma Onko Check program:

а – “benign tumor”; б – “malignant tumor”

необходимо помочь быстрее и надежнее принимать правильные решения при предварительной дифференциальной диагностике между ДНО и ЗНО и маршрутизации таких больных. В первом случае пациент направляется к онкологу, во втором – к дерматологу.

Программа Derma Onko Check демонстрирует высокую диагностическую точность. Использование данной программы врачами общей практики и терапевтами при первичном приеме позволяет с уверенностью установить, является ли опухоль злокачественной или доброкачественной, может существенно снизить гиподиагностику и вероятность пропуска ЗНО кожи. В результате врачи смогут более точно устанавливать предварительный диагноз для назначения дальнейшего обследования, направления пациентов к узким специалистам, что улучшит качество диагностики, выявляемость ЗНО, ускорит назначение своевременного лечения и тем самым улучшит прогноз для таких пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

С учетом широкого распространения и доступности смартфонов врач на первичном приеме при оказании первичной медико-санитарной помощи может с очень высокой точностью провести дифференциальную диагностику между ДНО и ЗНО кожи с использованием программы компьютерного зрения Derma Onko Check для ЭВМ (приложение для смартфона), основанной на ИИ, тем самым сократив длительность выявления заболевания при последующей маршрутизации. Особенно это актуально в регионах с недостаточным количеством дерматологов и онкологов, а также в медицинских организациях в отдаленных населенных пунктах. Своевременная диагностика злокачественного поражения кожного покрова позволит снизить частоту выявления ЗНО кожи с распространением метастатического процесса.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ARTICLE INFORMATION
Поступила: 12.01.2025 В доработанном виде: 04.04.2025 Принята к печати: 06.05.2025 Опубликована: 30.06.2025	Received: 12.01.2025 Revision received: xx.xx.2025 Accepted: 06.05.2025 Published: 30.06.2025
Вклад авторов	Authors' contribution
Все авторы принимали равное участие в сборе, анализе и интерпретации данных. Все авторы прочитали и утвердили окончательный вариант рукописи	All authors participated equally in the collection, analysis and interpretation of the data. All 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 подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании	All patients signed informed voluntary consent to participate in the study
Этические аспекты	Ethics declarations
Исследование проводилось в соответствии с принципами надлежащей клинической практики и национальными нормами оказания медицинской помощи, с обеспечением безопасности и благополучия участников, которые находились под защитой этических принципов, сформулированных Всемирной медицинской ассоциацией (Хельсинкская декларация), при соблюдении действующего законодательства Российской Федерации. Исследование одобрено независимыми этическими комитетами при АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Гааза» и ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» МО РФ	The study was conducted in accordance with the principles of good clinical practice and national standards of medical care, ensuring the safety and well-being of participants who were protected by the ethical principles formulated by the World Medical Association (Helsinki Declaration), in compliance with the current legislation of the Russian Federation. The study was approved by the Independent Ethics Committees of Moscow Haass Medical and Social Institute and Burdenko Main Military Clinical Hospital
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
© 2025 Авторы; ООО «ИРБИС» Статья в открытом доступе по лицензии CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)	© 2025 The Authors. 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

- Ahmedi K., Prickaerts E., Smeets J.G.E., et al. Current approach of skin lesions suspected of malignancy in general practice in the Netherlands: a quantitative overview. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2018; 32 (2): 236–41. <https://doi.org/10.1111/jdv.14484>.
- Koelink C.J., Kollen B.J., Groenhof F., et al. Skin lesions suspected

- of malignancy: an increasing burden on general practice. *BMC Fam Pract*. 2014; 15: 29. <https://doi.org/10.1186/1471-2296-15-29>.
- Wakkee M., van Egmond S., Louwman M., et al. Opportunities for improving the efficiency of keratinocyte carcinoma care in primary and specialist care: results from population-based Dutch cohort studies. *Eur*

- J Cancer*. 2019; 117: 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2019.05.010>.
4. van Rijnsingen M.C., Vossen R., van Huystee B.E., et al. Skin tumour surgery in primary care: do general practitioners need to improve their surgical skills? *Dermatology*. 2015; 230 (4): 318–23. <https://doi.org/10.1159/000371812>.
5. Ferlay J., Colombet M., Soerjomataram I., et al. Cancer incidence and mortality patterns in Europe: estimates for 40 countries and 25 major cancers in 2018. *Eur J Cancer*. 2018; 103: 356–87. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2018.07.005>.
6. World Cancer Research Fund. Skin cancer statistics. Available at: <https://www.wcrf.org/cancer-trends/skin-cancer-statistics> (accessed 22.10.2024).
7. Freeman K., Dinnes J., Chuchu N., et al. Algorithm based smartphone apps to assess risk of skin cancer in adults: systematic review of diagnostic accuracy studies. *BMJ*. 2020; 368: m127. <https://doi.org/10.1136/bmj.m127>.
8. Harskamp R.E., deVijlder H.C., Bekkenk M.W. Smartphone apps for self-diagnosis of skin cancer. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2022; 166: D5986 (in Dutch).
9. Kränke T., Tripolt-Droschl K., Röd L., et al. New AI-algorithms on smartphones to detect skin cancer in a clinical setting-A validation study. *PLoS One*. 2023; 18 (2): e0280670. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280670>.
10. Kong F.W., Horsham C., Ngoo A., et al. Review of smartphone mobile applications for skin cancer detection: what are the changes in availability, functionality, and costs to users over time? *Int J Dermatol*. 2021; 60 (3): 289–308. <https://doi.org/10.1111/ijd.15132>.
11. Flaten H.K., St Claire C., Schlager E., et al. Growth of mobile applications in dermatology – 2017 update. *Dermatol Online J*. 2018; 24 (2): 13030/qt3hs7n9z6.
12. Elder D.E., Massi D., Scolyer R.A., Willemze R. (Eds) WHO classification of skin tumors. In: WHO classification of tumors, 4th ed. Vol. 11. International Agency for Research on Cancer; 2018.
13. 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., et al. 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>.
14. 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>.
15. Buechi R., Faes L., Bachmann L.M., et al. Evidence assessing the diagnostic performance of medical smartphone apps: a systematic review and exploratory meta-analysis. *BMJ Open*. 2017; 7 (12): e018280. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018280>.
16. Steeb T., Wessely A., French L.E., et al. Skin cancer smartphone applications for German-speaking patients: review and content analysis using the mobile app rating scale. *Acta Derm Venereol*. 2019; 99 (11): 1043–4. <https://doi.org/10.2340/00015555-3240>.
17. Zaar O., Larson A., Polesie S., et al. Evaluation of the diagnostic accuracy of an online artificial intelligence application for skin disease diagnosis. *Acta Derm Venereol*. 2020; 100 (16): adv00260. <https://doi.org/10.2340/00015555-3624>.
18. Esteve A., Kuprel B., Novoa R.A., et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. 2017; 542 (7639): 115–8. <https://doi.org/10.1038/nature21056>.
19. Han S.S., Kim M.S., Lim W., et al. Classification of the clinical images for benign and malignant cutaneous tumors using a deep learning algorithm. *J Invest Dermatol*. 2018; 138 (7): 1529–38. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2018.01.028>.
20. Pai V.V., Pai R.B. Artificial intelligence in dermatology and healthcare: an overview. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*. 2021; 87 (4): 457–67. https://doi.org/10.25259/IJDVL_518_19.

Сведения об авторах / About the authors

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

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. E-mail: dkorabelnikov@mail.ru.

Олисова Ольга Юрьевна, д.м.н., проф., член-корр. РАН / Olga Yu. Olishova, Dr. Sci. Med., Prof., Corr. Member of RAS – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2482-1754>. Scopus Author ID: 55829948600. eLibrary SPIN-code: 2500-7989.

Ламоткин Игорь Анатольевич, д.м.н., проф. / Igor A. Lamotkin, Dr. Sci. Med., Prof. – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7707-441X>. eLibrary SPIN-code: 7153-3703.