

Ламоткин А.И.^{1,2}, Корабельников Д.И.^{1,3}, Ламоткин И.А.^{4,5}

ДИАГНОСТИКА МЕЛАНОМЫ КОЖИ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

¹АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Газа», Москва, Россия

²ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, Москва, Россия

³ФГКУ «1586 Военный клинический госпиталь» Минобороны России, Подольск, Россия

⁴ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия

⁵ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Москва, Россия

Проведено исследование эффективности применения программы для визуальной идентификации меланомы кожи «Melanoma Check» (приложение для смартфона), которое показало высокую точность при определении вероятности наличия у пациента меланомы кожи. Диагностическая точность программы составила 88%, чувствительность — 77%, специфичность — 91%, доля ложноположительных результатов — 9,2%, доля ложноотрицательных результатов — 23,1%. В связи с широким распространением смартфонов современная технология на основе искусственного интеллекта дает возможность раннего выявления меланомы кожи на первичном осмотре у врача общей практики и терапевта, особенно в медицинских организациях в регионах с недостатком или отсутствием врачей-дерматовенерологов и врачей-онкологов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, опухоли кожи, образования кожи, меланома, диагностика, программа для смартфона, *Melanoma Check*, врач общей практики

Для цитирования: Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. Диагностика меланомы кожи с помощью искусственного интеллекта с применением программы компьютерного зрения. *Клиническая медицина*. 2025;103(7):540–545. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2025-103-7-540-545>

Для корреспонденции: Игорь Анатольевич Ламоткин — e-mail: ilamotkin@mail.ru

Andrey I. Lamotkin^{1,2}, Daniil I. Korabelnikov^{1,3}, Igor A. Lamotkin^{4,5}

DIAGNOSIS OF SKIN MELANOMA USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE USING THE COMPUTER VISION PROGRAM

¹Moscow Haass Medical and Social Institute, Moscow, Russia

²Central Research Institute of Organization and Informatization of Healthcare, Moscow, Russia

³1586 Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of Russia, Podolsk, Russia

⁴Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko of the Ministry of Defense of the Russia, Moscow, Russia

⁵Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

A study was conducted on the effectiveness of the program for visual identification of skin melanoma “Melanoma Check” (a computer program for a smartphone), which showed high accuracy in determining the probability of a patient having skin melanoma. The diagnostic accuracy of the program was 88%, sensitivity — 77%, specificity — 91%, the proportion of false positive results — 9.2%, the proportion of false negative results — 23.1%. Due to the widespread use of smartphones, modern artificial intelligence technology makes it possible to early detect skin melanoma during the initial examination by a general practitioner and therapist, especially in medical organizations in regions with a shortage or absence of dermatovenerologists and oncologists.

Key words: artificial intelligence, skin tumors, skin lesions, melanoma, diagnostics, smartphone app, *Melanoma Check*, general practitioner, therapist

For citation: Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Diagnosis of skin melanoma using artificial intelligence using the computer vision program. *Klinicheskaya meditsina*. 2025;103(7):540–545. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2025-103-7-540-545>

For correspondence: Igor A. Lamotkin — e-mail: ilamotkin@mail.ru

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 07.10.2024

Accepted 15.10.2024

В настоящее время одним из самых обсуждаемых и перспективных направлений является использование современных технологий искусственного интеллекта (ИИ) в медицине и здравоохранении. С каждым днем в клинической практике появляются новые алгоритмы,

программы и устройства, способные проводить диагностику, лечение и уход за пациентами более эффективно и точно. Анализ базы данных Web of Science показал рост числа публикаций, посвященных применению ИИ в медицине и здравоохранении [1–3]. Среди технологий

ИИ значимое место занимают приложения для смартфонов. В 2017 г. их было зарегистрировано более 165 000, в том числе приложения для диагностики заболеваний кожи [4–6]. Они все чаще используются в клинической практике для анализа изображения кожных поражений, в первую очередь для выявления злокачественных новообразований кожи [7–9]. Актуальность разработки и использования этих приложений обусловлена тем, что в последнее время увеличивается заболеваемость злокачественными новообразованиями кожи во всем мире. В Европе ежегодно регистрируется более 144 000 новых случаев рака кожи, что приводит к более чем 27 000 смертей в год. Наиболее распространенными злокачественными опухолями являются базальноклеточный и плоскоклеточный раки кожи [10, 11], среди всех злокачественных новообразований кожного покрова они составляют около 99%, а меланомы — 1% [12]. Однако меланома относится к наиболее опасным поражениям кожи, являясь причиной около 75% всех случаев смертности от злокачественных опухолей кожи [13].

В последние годы наблюдается рост числа случаев меланомы. Так, по статистическим данным в 2019 г. около 1 361 282 человек в мире жили с меланомой [14]. В 2020 г. меланома кожи была диагностирована у 324 635 человек и около 57 043 человек умерло от меланомы [15]. Такая распространенность и высокая смертность требуют совершенствования ранней диагностики меланом на этапе оказания первичной медико-социальной помощи в амбулаторных условиях.

В 2019 г. был выполнен анализ наличия доступных врачам приложений для смартфонов, которые помогают выявить злокачественные опухоли кожного покрова. Количество, функциональность, рейтинги и цена приложений были описаны и сравнены с аналогичными обзорами рынка приложений для выявления злокачественных новообразований кожи с 2014 по 2017 г. В 2019 г. было найдено 66 подобных приложений. При этом из 39 приложений, имевшихся в 2014 г., 30 были недоступны в 2019 г., что составляет 77% выбытия. Из 43 приложений, доступных в 2017 г., выбытие составило 46,5%. В 2019 г. 63,6% ($n = 42/66$) приложений были бесплатными для скачивания по сравнению с 53,5% ($n = 23/43$) в 2017 г. Таким образом, с 2014 г. наблюдается неуклонный рост числа доступных врачам приложений для раннего выявления злокачественных опухолей кожи [9]. Однако наблюдается высокая «текучесть» приложений, к тому же многим приложениям по-прежнему не хватает аргументированного мнения врачей и/или доказательств их эффективности на основании проведенных клинических исследований. Во многих случаях отсутствуют проверки диагностической точности этих приложений или изученная их точность оказалось неудовлетворительной [5, 8, 9]. В целом можно отметить, что настоящее время в России программы для смартфонов с использованием ИИ для диагностики новообразований кожи представлены недостаточно.

Пациенты с поражениями кожного покрова нередко первоначально обращаются к врачам общей практики

и терапевтам, что определяет необходимость своевременного и корректного назначения этими специалистами, не обладающими специальными знаниями в области дерматовенерологии и онкологии, мероприятий для диагностики и дифференциальной диагностики злокачественных опухолей кожи и маршрутизации этих пациентов. Согласно проекту профессионального стандарта у врача общей практики в трудовой функции указано, что при проведении обследования пациентов одним из его трудовых действий и необходимых умений является выполнение ранней диагностики злокачественных новообразований, для чего он должен обладать необходимыми знаниями для диагностики онкологических заболеваний¹.

Цель и задачи

Целью нашего исследования было оценить эффективность диагностики меланомы кожи с помощью программ компьютерного зрения с использованием искусственного интеллекта. Это представляет собой новый подход к диагностике меланомы кожи при визуальном осмотре на первичном приеме. Для решения данной цели были поставлены следующие задачи: 1) разработать программу (компьютерного зрения) — приложение для смартфона; 2) определить диагностическую точность, чувствительность и специфичность применения приложения для смартфона при диагностике меланомы кожи в клинической практике при первичном приеме врача общей практики и терапевта; 3) сравнить диагностическую точность результатов (заключений) приложения для смартфона (программы компьютерного зрения) с заключениями специалистов-дерматовенерологов и результатами гистологических и иммуногистохимических исследований.

Материал и методы

Программа для визуальной идентификации меланомы кожи «Melanoma Check» (приложение для смартфона) была разработана в помощь врачам общей практики и терапевтам и предназначена для быстрой и точной экспресс-диагностики меланомы. Программа «Melanoma Check» зарегистрирована в реестре программ Федеральной службы по интеллектуальной собственности с получением свидетельства о государственной регистрации [16].

Модель обучения сверточной нейронной сети была построена на языке программирования Python, а само приложение разработано на языке Java. Программа работает на смартфонах под управлением операционной системы Android. Размер программы «Melanoma Check» составляет 34 мегабайт.

На этапе разработки для обучения модели «Melanoma Check» использовался датасет — набор данных «Человек против машины» HAM10000 с 10 тысячами обучающих изображений меланом, которые находятся

¹ Проект Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ «Об утверждении профессионального стандарта «Врач общей практики (семейный врач)» (подготовлен Минтрудом России 27.11.2018).

в открытом доступе в Интернете. Также для обучения модели использовались изображения различных видов меланом, подтвержденных гистологическими и иммуногистохимическими исследованиями, из базы данных И.А. Ламоткина. Эти изображения были представлены в опубликованных работах, посвященных вопросам онкодерматологии [17–20]. Модель обучалась с помощью архитектуры MobileNetV2 с использованием библиотеки Keras, с разбиением на два класса: меланомы и не меланомы.

Программа «Melanoma Check» позволяет врачам фотографировать новообразования на коже, которые похожи по клиническим признакам на меланому, после чего изображение анализируется программой «Melanoma Check». Алгоритмы распознавания, основанные на ИИ, анализируют изображения и предоставляют врачам информацию о вероятности наличия меланомы у обследуемого пациента. Заключительный клинический диагноз меланомы кожи устанавливает врач-онколог. Значительным преимуществом программы «Melanoma Check» является то, что она позволяет как фотографировать образования кожи с помощью смартфона, так и загружать изображения (в том числе дерматоскопические) с телефона, компьютера, планшета или с любого другого цифрового носителя.

Дизайн исследования

Исследование проводилось с одобрением локального этического комитета при АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Гааза» и независимого этического комитета при ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» Минобороны России. Исследование проводили в соответствии с принципами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice, GCP) и национальными нормами оказания медицинской помощи, с обеспечением безопасности и благополучия участников исследования, которые находились под защитой этических принципов, сформулированных Всемирной медицинской ассоциацией (Хельсинкская декларация), при соблюдении действующего законодательства РФ.

Исследование — оценка точности, чувствительности и специфичности программы «Melanoma Check» — проводилось в ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. Результаты исследования сравнивали с гистопатологическим и клиническим диагнозом. Диагноз опухоли устанавливали на основании анамнестических, клинических и дерматоскопических признаков в соответствии с классификацией опухолей кожи ВОЗ 2018 г. [21]. Диагноз опухоли подтверждался морфологическим и иммуногистохимическим методами исследования.

Результаты исследования с помощью программы «Melanoma Check» считались корректными, если они соответствовали клиническому диагнозу специалистов врачей-дерматологов и врачей-онкологов, а также гистологическому диагнозу. Диагноз, установленный на основе результатов гистологического и иммуногистохимического исследований, считался заключительным.

В исследование включались пациенты старше 18 лет, у которых при профилактическом осмотре или при осмотре по поводу образований кожи были выявлены пигментные и не пигментные новообразования кожи, подозрительные на меланому кожи. Критерием невключения в исследование была не радикально удаленная опухоль на предыдущем этапе обследования и лечения. Исследование проводилось с мая по сентябрь 2024 г.

Все пациенты подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Пациенты были осмотрены врачами-дерматовенерологами и врачами-онкологами ГВКГ им. Н.Н. Бурденко, которые устанавливали клинический диагноз с учетом дерматоскопической картины. Фотографирование образований кожного покрова пациентов при опухолях, подозрительных на меланому, выполнялось с помощью встроенной камеры с автоматической вспышкой различных мобильных смартфонов с расстояния примерно 8–15 см от новообразования кожи. Образцы фотографий и заключений представлены на рис. 1, 2 (см. 1-ю стр. обложки).

Результаты

На консультативном приеме у врача-дерматовенеролога были оценены с помощью программы «Melanoma Check» различные опухоли кожи у 78 человек в возрасте от 19 до 70 лет, что составило 16,3% среди всех осмотренных пациентов с кожными заболеваниями и новообразованиями (478 человек). Ограниченный размер выборки объясняется строгим отбором пациентов, тщательным анализом проведенных морфоиммуногистохимических исследований, а также детальной проверкой диагнозов дерматовенерологами, что обеспечило высокую достоверность результатов, но сократило число участников. Среди включенных в исследование пациентов было 70 (89,7%) мужчин и 8 (10,3%) женщин (гендерная асимметрия связана со спецификой военно-медицинской организации). Диагноз опухоли устанавливали на основании анамнестических, клинических и дерматоскопических признаков в соответствии с классификацией опухолей кожи ВОЗ 2018 г. [21]. Заключительный клинический диагноз подтверждался морфологическим и иммуногистохимическим исследованием.

В 62 случаях программа «Melanoma Check» сделала заключение, что опухоль не является меланомой. По результатам всех проведенных необходимых исследований установлены следующие диагнозы: меланомы — 3 случая, базальноклеточный рак — 3, кератоз актинический — 2, невус меланоцитарный приобретенный или врожденный — 36, гемангиома сенильная — 4, кератоз себорейный — 14. Таким образом, у данной программы было 3 случая ложноотрицательных результатов в диагностике меланомы кожи. Подробное распределение результатов исследования показано в табл. 1.

В 16 случаях программа «Melanoma Check» сделала заключение, что опухоль является меланомой. По результатам всех проведенных необходимых исследований диагноз меланомы установлен в 10 случаях. В 6 случаях

Таблица. 1. Распределение пациентов с опухолями кожи, которым программа «Melanoma Check» сделала заключение «не меланом»

Table. 1. Distribution of patients with skin tumors who were assessed as “not melanoma” by the Mel-Anoma-check program

Заключительный клинический диагноз	Количество случаев	
	абс.	%
Меланома	3	4,8
Базальноклеточный рак	3	4,8
Кератоз актинический	2	3,2
Неvus меланоцитарный	36	58,1
Гемангиома сенильная	4	6,5
Кератоз себорейный	14	22,6
Всего	62	100

программа «Melanoma Check» ошибочно диагностировала меланому у 3 пациентов с базальноклеточным раком кожи и у 3 пациентов с диспластическим невусом. Таким образом, у этой программы было 6 случаев ложноположительных результатов в диагностике меланомы кожи. Подробное распределение результатов исследования показано в табл. 2.

На основании проведенных исследований вычислили показатели эффективности данной программы. Определяли следующие величины: 1) истинно отрицательные (ИО): количество случаев без меланомы, правильно определенных как не меланомы; 2) истинно положительные величины (ИП): количество случаев меланомы, правильно определенных как меланомы; 3) ложно положительные (ЛП): количество случаев без меланомы, неправильно определенных как меланомы; 4) ложно отрицательные (ЛО): количество случаев меланомы, неправильно определенных как не меланомы.

При расчете этих величин: ИО = 62 (случаи без меланомы) — 3 (ЛО) = 59; ИП = 16 (случаи с меланомой) — 6 (ЛП) = 10. Определили показатели эффективности программы: диагностическая точность = $\frac{ИП + ИО}{\text{всего с опухолями}} = \frac{10 + 59}{78} = 0,88 \times 100\% = 88\%$; чувствительность = $\frac{ИП}{ИП + ЛО} = \frac{10}{10 + 3} = 0,77 \times 100\% = 77\%$; специфичность = $\frac{ИО}{ИО + ЛП} = \frac{59}{59 + 6} = 0,91 \times 100\% = 91\%$. Процент ложноположитель-

Таблица. 2. Распределение пациентов с опухолями кожи, которым программа «Melanoma Check» сделала заключение «меланом»

Table. 2. Distribution of patients with skin tumors who were diagnosed with melanoma by the Melanoma Check program

Заключительный клинический диагноз	Количество случаев	
	абс.	%
Меланома	10	62,5
Базальноклеточный рак	3	18,75
Неvus диспластический	3	18,75
Всего	16	100

ных результатов (% ЛП) = $\frac{ЛП}{ЛП + ИО} \times 100 = \frac{6}{6 + 59} \times 100 = \frac{6}{65} \times 100 = 9,2\%$. Процент ложноотрицательных (% ЛО) = $\frac{ЛО}{ЛО + ИП} \times 100 = \frac{3}{3 + 10} \times 100 = \frac{3}{13} \times 100 = 23,1\%$.

Таким образом, были определены три основных параметра, представляющие интерес в диагностике опухолей кожи: 1) диагностическая точность, которая показывает эффективность работы программы ИИ; 2) чувствительность и 3) специфичность, которые показывают клиническую значимость программы ИИ. В этом исследовании диагностическая точность программы ИИ составила 88%, чувствительность — 77%, специфичность — 91%, процент ложноположительных результатов — 9,2%, процент ложноотрицательных результатов — 23,1%. Эти показатели свидетельствуют об эффективности программы для смартфона «Melanoma Check» в экспресс-диагностике меланом кожи врачом общей практики и терапевтом, не имеющих специальных знаний в дерматовенерологии и онкологии.

Обсуждение

Во всем мире продолжается увеличение заболеваемости меланомой, например, в США заболеваемость меланомой кожи с 1975 г. увеличилась на 320% [22, 23], а в Российской Федерации за 10 лет показатель вырос почти в 1,5 раза с 48,3 в 2011 г. до 70,4 в 2021 г. [24]. Одной из причин поздней диагностики меланомы является трудность получения своевременной квалифицированной консультации у дерматолога. Поэтому в США и в странах Европы предпринимаются попытки улучшения ранней диагностики меланомы альтернативными способами (без прямого участия врача-специалиста) [25]. Более того, выявление меланомы на ранних стадиях позволяет значительно экономить денежные средства системы здравоохранения [26, 27], поэтому для ранней диагностики меланомы предлагается привлечь врачей первичной медико-санитарной помощи — врачей общей практики и терапевтов. Для диагностики меланом они могут использовать современные технологии ИИ в виде приложений для смартфонов [25, 28, 29]. В настоящее время анализ публикаций в зарубежных наукометрических базах данных показывает высокую диагностическую точность, специфичность и чувствительность приложений для смартфонов для диагностики меланом [28–30].

Результаты проведенного нами исследования показали, что программа для визуальной идентификации меланомы кожи «Melanoma Check» (программа для смартфона) является эффективным инструментом для экспресс-диагностики меланом кожи с высокими показателями диагностической точности (88%), чувствительности (77%) и специфичности (91%). Все 6 случаев с ложноположительными заключениями (9,2%) программы «Melanoma Check» при базальноклеточном раке и диспластическом невусе являлись опухолями кожи, при которых требовались консультации онколога при проведении дифференциальной диагностики и для дальнейшего удаления данных новообразований. Последующая кон-

сультация врача-онколога полностью редуцирует риск ложноположительных диагностических результатов программы «Melanoma Check».

В России на базе частного учреждения образовательной организации высшего образования «Медицинский университет «Реавиз» (Самара) проведено тестирование врачей разных специальностей по диагностике меланомы кожи. Критериями качества диагностики были чувствительность (доля действительно болеющих людей, которые по результатам теста диагностированы специалистом как больные), специфичность (доля случаев среди всех пациентов без болезни, по которым специалист дал ответ об отсутствии у них меланомы) и диагностическая точность (отношение суммы достоверно положительных и достоверно отрицательных заключений к сумме всех диагностических ошибок — ложноположительных и ложноотрицательных, допущенных специалистом, и к сумме достоверно положительных и достоверно отрицательных заключений). В результате тестирования чувствительность у онкологов составила 66,9%, у участковых терапевтов и врачей общей практики — 44,6%, у дерматовенерологов — 79,2%; специфичность у онкологов составила 78,0%, у участковых терапевтов и врачей общей практики — 49,4%, у дерматовенерологов — 77,2%; диагностическая точность у онкологов составила 72,4%, у участковых терапевтов и врачей общей практики — 47,0%, у дерматовенерологов — 78,2% [31]. Таким образом, по результатам тестирования врачи общей практики и терапевты показали слабые знания симптоматики меланомы, поэтому данная категория врачей нуждается в элементах системы поддержки принятия решений для диагностики меланомы.

Пациенты с пигментными новообразованиями кожи нередко первоначально обращаются к врачам общей практики и терапевтам, которым необходимо помочь быстрее и надежнее принимать правильные решения при дифференциальной диагностике пигментных новообразований кожи между меланомой и доброкачественными опухолями. В первом случае пациент направляется к онкологу, а в другом — к дерматовенерологу.

Программа для визуальной идентификации меланомы кожи «Melanoma Check» (приложение для смартфона) демонстрирует сопоставимые, а в ряде случаев превосходящие показатели эффективности диагностики меланомы кожи по сравнению с результатами тестирования врачей-специалистов. Использование данного приложения врачами общей практики и терапевтами при первичном осмотре позволит с большой точностью установить, является ли опухоль меланомой или нет, сможет существенно снизить гиподиагностику и вероятность пропуска заболевания. В результате врачи смогут более точно устанавливать предварительный диагноз для назначения дальнейшего обследования, направления пациентов к узким специалистам, что улучшит качество диагностики, выявляемость, ускорит назначение своевременного лечения и тем самым улучшит прогноз для этих пациентов.

Заключение

Программа «Melanoma Check» может применяться для визуальной идентификации меланомы кожи — проводить экспресс-диагностику, экспресс-дифференциальную диагностику, может помочь заподозрить меланому у пациентов с другими опухолями кожи, которые обладают клиническими и дерматоскопическими признаками злокачественности.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Bajwa J., Munir U., Nori A., Williams B. Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. *Future Healthc J.* 2021;8(2):e188–e194. DOI: 10.7861/fhj.2021-0095. PMID: 34286183; PMCID: PMC8285156
2. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А., Лившиц С.А., Перевалова Е.Г. 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):243–250. [Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., Livshits S.A., Perevalova E.G. Artificial intelligence in healthcare and medicine: history of key events, its importance for doctors, level of development in different countries. *PHARMACOECONOMICS. Modern pharmacoeconomics and pharmacoepidemiology.* 2024;17(2):243–250. (In Russian)]. DOI: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2024.254
3. Куракова Н.Г., Цветкова Л.А., Черченко О.В. Технологии искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении: позиции России на глобальном патентном и публикационном ландшафте. *Врач и информационные технологии.* 2020;2:81–100. [Kurakova N.G., Tsvetkova L.A., Cherchenko O.V. Artificial intelligence technologies in medicine and healthcare: Russia's position on the global patent and publication landscape. *Doctor and information technology.* 2020;2:81–100. (In Russian)]. DOI: 10.37690/1811-0193-2020-2-81-100
4. Janda M., Soyer H.P. Can clinical decision making be enhanced by artificial intelligence? *Br. J. Dermatol.* 2019;180(2):247–248. DOI: 10.1111/bjd.17110. PMID: 30714102
5. Zaar O., Larson A., Polesie S., Saleh K., Tarstedt M., Olives A. et al. Evaluation of the Diagnostic Accuracy of an Online Artificial Intelligence Application for Skin Disease Diagnosis. *Acta Derm. Venereol.* 2020;100(16):adv00260. DOI: 10.2340/00015555-3624. PMID: 32852557; PMCID: PMC9234984
6. Buechi R., Faes L., Bachmann LM., Thiel MA., Bodmer NS., Schmid MK. et al. Evidence assessing the diagnostic performance of medical smartphone apps: a systematic review and exploratory meta-analysis. *BMJ Open.* 2017;7(12):e018280. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-018280. PMID: 29247099; PMCID: PMC5735404
7. Harskamp R.E., deVijlder H.C., Bekkenk M.W. Smartphone-apps voor zelfdiagnostiek van huidkanker [Smartphone apps for self-diagnosis of skin cancer]. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 2022;166:D5986. Dutch. PMID: 35138703.
8. Kränke T., Tripolt-Droschl K., Röd L., Hofmann-Wellenhof R., Koppitz M., Tripolt M. New AI-algorithms on smartphones to detect skin cancer in a clinical setting-A validation study. *PLoS One.* 2023;18(2):e0280670. DOI: 10.1371/journal.pone.0280670. PMID: 36791068; PMCID: PMC9931135
9. Kong FW., Horsham C., Ngoo A., Soyer HP., Janda M. 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. DOI: 10.1111/ijd.15132. PMID: 32880938
10. 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. DOI: 10.1016/j.ejca.2018.07.005
11. World Cancer Research Fund. [Electronic resource]. URL: wcrf.org/dietandcancer/cancer-trends/skin-cancer-statistics (дата обращения 19.09.2024).

12. Skin Cancer. [Electronic resource]. URL: <https://www.aad.org/media/stats-skin-cancer> (дата обращения 19.09.2024).
13. Xie F., Fan H., Li Y., Jiang Z., Meng R., Bovik A. Melanoma Classification on Dermoscopy Images Using a Neural Network Ensemble Model. *IEEE Trans. Med. Imaging*. 2017;36(3):849–858. DOI: 10.1109/TMI.2016.2633551. PMID: 27913337
14. Cancer Stat Facts: Melanoma of the Skin. [Electronic resource]. URL: <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/melan.html> (дата обращения 04.06.2024).
15. Melanoma: Statistics. [Electronic resource]. URL: <https://www.cancer.net/cancer-types/melanoma/statistics> (дата обращения 19.09.2024).
16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024668565 РФ. Программа для визуальной идентификации меланомы кожи «Melanoma check»: 2024668246. Заявлено: 08.08.2024; опубликовано 08.08.2024 Бюл. №8 / Ламоткин А.И., Ламоткин И.А., Корабельников Д.И.; правообладатель АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Гааза». Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ. [Certificate of state registration of computer program No. 2024668565 of the Russian Federation. Program for visual identification of skin melanoma “Melanoma check”: 2024668246: Declared: 08.08.2024; published 08.08.2024 Bulletin No. 8 / Lamotkin A.I., Lamotkin I.A., Korabelnikov D.I.; copyright holder ANO DPO “Moscow Medical and Social Institute named after F.P. Gaaz”. Registered in the Register of computer programs. (In Russian)].
17. Ламоткин И.А. Опухоли и опухолеподобные поражения кожи: Атлас. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. [Lamotkin I.A. Tumors and tumor-like lesions of the skin: Atlas. Moscow: BINOM. Laboratory of knowledge, 2006. (In Russian)].
18. Ламоткин И.А. Клиническая дерматоонкология: атлас. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. [Lamotkin I.A. Clinical dermatology: atlas. Moscow: BINOM. Laboratory of knowledge, 2011. (In Russian)].
19. Ламоткин И.А. Меланоцитарные и меланиновые поражения кожи: Учебное пособие. Атлас. М.: БИНОМ, 2014. [Lamotkin I.A. Melanocytic and melanin skin lesions: Study guide. Atlas. Moscow: BINOM Publishing House, 2014. (In Russian)].
20. Ламоткин И. А. Онкодерматология: атлас. Учебное пособие. Лаборатория знаний, 2017. [Lamotkin I.A. Oncodermatology: atlas. Study guide. Knowledge Laboratory, 2017. (In Russian)].
21. WHO classification of skin tumors, 4th edition, Volume 11/Edited by Elder D.E., Massi D., Scolyer R.A., Willemze R. International Agency for Research on Cancer. Lyon, 2018.
22. Carr S., Smith C., Wernberg J. Epidemiology and Risk Factors of Melanoma. *Surg. Clin. North Am.* 2020;100(1):1–12. DOI: 10.1016/j.suc.2019.09.005. Epub 2019 Nov 4. PMID: 31753105.
23. Saginala K., Barsouk A., Aluru JS., Rawla P., Barsouk A. Epidemiology of Melanoma. *Med. Sci. (Basel)*. 2021;9(4):63. DOI: 10.3390/medsci9040063. PMID: 34698235; PMCID: PMC8544364.
24. Бахарева Ю.О., Тараканова В.О., Рубаняк М.Ю., Каменских Е.М. Меланома кожи (C43): анализ тенденций заболеваемости и смертности в свете пандемии COVID-19, молекулярная эпидемиология. *Вопросы онкологии*. 2023; 69(4):631–638 [Bakhareva YuO, Tarakanova VO, Rubanyak MYu, Kamenskich EM. Skin melanoma (C43): Analysing incidence and mortality trends in the context of the COVID-19 pandemic, molecular epidemiology. *Voprosy Onkologii*. 2023;69(4):631–638. (In Russ.)). DOI 10.37469/0507-3758-2023-69-4-631-638
25. Garrison Z.R., Hall C.M., Fey R.M., Clister T., Khan N., Nichols R., Kulkarni R.P. Advances in Early Detection of Melanoma and the Future of At-Home Testing. *Life (Basel)*. 2023;13(4):974. DOI: 10.3390/life13040974. PMID: 37109503; PMCID: PMC10145469.
26. Elliott T.M., Whiteman D.C., Olsen C.M., Gordon L.G. Estimated Healthcare Costs of Melanoma in Australia Over 3 Years Post-Diagnosis. *Appl. Health Econ. Health Policy*. 2017;15(6):805–816. DOI: 10.1007/s40258-017-0341-y
27. Serra-Arbeloa P., Rabines-Juárez Á.O., Álvarez-Ruiz M.S., Guillén-Grima F. Cost of Cutaneous Melanoma by Tumor Stage: A Descriptive Analysis. *Actas Dermosifiliogr*. 2017;108(3):229–236. English, Spanish. DOI: 10.1016/j.ad.2016.09.010
28. Chuchu N., Takwoingi Y., Dinnes J., Matin R.N., Bassett O., Moreau J.F. et al. Smartphone applications for triaging adults with skin lesions that are suspicious for melanoma. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018;12(12):CD013192. DOI: 10.1002/14651858.CD013192
29. Phillips M., Greenhalgh J., Marsden H., Palamaras I. Detection of malignant melanoma using artificial intelligence: An observational study of diagnostic accuracy. *Dermatol. Pract. Concept*. 2019;10(1):e2020011. DOI: 10.5826/dpc.1001a11
30. Brinker T.J., Hekler A., Enk A.H., Klode J., Hauschild A., Berking C. et al. A convolutional neural network trained with dermoscopic images performed on par with 145 dermatologists in a clinical melanoma image classification task. *Eur. J. Cancer*. 2019;111:148–54. DOI: 10.1016/j.ejca.2019.02.005
31. Неретин Е.Ю., Титов К.С., Запиров Г.М. Первичная ранняя диагностика меланомы кожи после индивидуального обучения врачей. *Клиническая дерматология и венерология*. 2023;22(1):99–105. [Neretin E.Yu., Titov K.S., Zapirov G.M. Primary early diagnostics of skin melanoma after individual training of doctors. *Clinical dermatology and venereology*. 2023;22(1):99–105. (In Russian)]. DOI: 10.17116/klinderma20232201199

Поступила 07.10.2024

Принята в печать 15.10.2024

Информация об авторах

Ламоткин Андрей Игоревич — ассистент кафедры внутренних болезней с курсами семейной медицины, функциональной диагностики, инфекционных болезней, профессиональных болезней медицинского факультета АНО ДПО «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза», г. Москва; специалист отдела мониторинга и анализа мероприятий федерального проекта «Борьба с онкологическим заболеваниями» ФГБУ «ЦНИИ организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0001-7930-6018>

Корабельников Даниил Иванович — канд. мед. наук, доцент, заведующий кафедрой внутренних болезней с курсами семейной медицины, функциональной диагностики, инфекционных болезней, профессиональных болезней медицинского факультета, ректор АНО ДПО «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза», SPIN-код: 7380-7790, <https://orcid.org/0000-0002-0459-0488>

Ламоткин Игорь Анатольевич — д-р мед. наук, профессор, заведующий кожно-венерологическим отделением ФГБУ «ГВКГ имени Н.Н. Бурденко»; профессор кафедры кожных и венерических болезней с курсом косметологии медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», SPIN-код: 7153-3703, <https://orcid.org/0000-0001-7707-441X>

Information about the authors

Andrey I. Lamotkin — Assistant at the Department of Internal Medicine with courses in Family Medicine, Functional Diagnostics, Infectious Diseases, and Occupational Diseases at the Medical Faculty of the Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education “Moscow Medical and Social Institute named after F.P. Haaz”, Moscow; specialist in the monitoring and analysis of activities of the federal project “Combating Oncological Diseases” of the Central Research Institute of Healthcare Organization and Informatization of the Ministry of Health of the Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7930-6018>

Daniil I. Korabelnikov — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Internal Medicine with courses in Family Medicine, Functional Diagnostics, Infectious Diseases, Occupational Diseases of the Faculty of Medicine, Rector of the Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education “Moscow Medical and Social Institute named after F.P. Haaz”, SPIN code: 7380-7790, <https://orcid.org/0000-0002-0459-0488>

Igor A. Lamotkin — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Skin and Venereology Department of the N.N. Burdenko State Medical University; Professor of the Department of Skin and Venereal Diseases with a cosmetology course at the Medical Institute of Continuing Education of the Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), SPIN code: 7153-3703, <https://orcid.org/0000-0001-7707-441X>