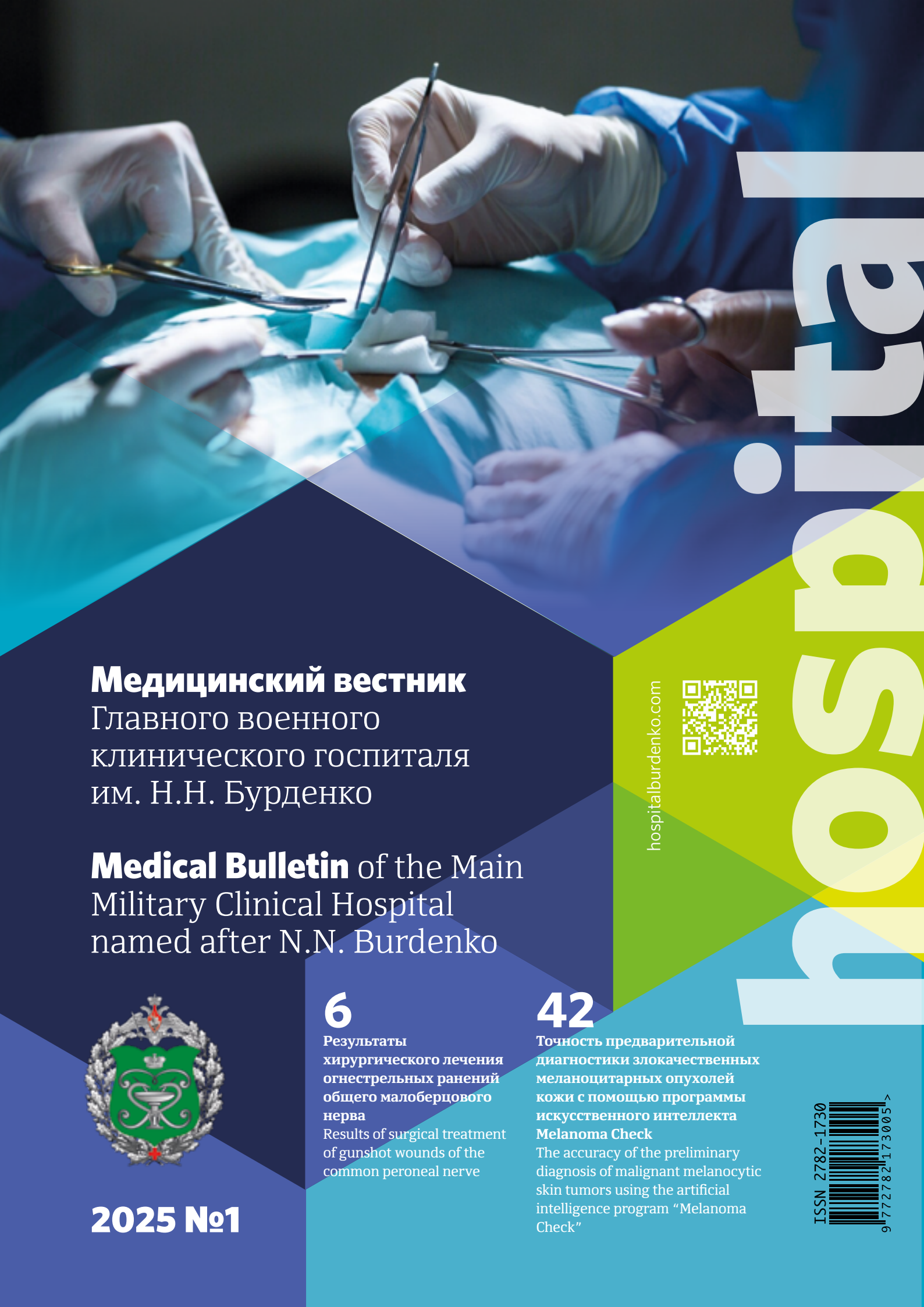




Медицинский вестник
Главного военного
клинического госпиталя
им. Н.Н. Бурденко

Medical Bulletin of the Main
Military Clinical Hospital
named after N.N. Burdenko



2025 №1

6

Результаты
хирургического лечения
огнестрельных ранений
общего малоберцового
нерва

Results of surgical treatment
of gunshot wounds of the
common peroneal nerve

42

Точность предварительной
диагностики злокачественных
меланоцитарных опухолей
кожи с помощью программы
искусственного интеллекта
Melanoma Check

The accuracy of the preliminary
diagnosis of malignant melanocytic
skin tumors using the artificial
intelligence program "Melanoma
Check"

hospitalburdenko.com



ISSN 2782-1730



9 772782 173005 >

УДК 616.5-006.81
DOI: 10.53652/2782-1730-2025-6-1-42-51

Точность предварительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи с помощью программы искусственного интеллекта Melanoma Check

The accuracy of the preliminary diagnosis of malignant melanocytic skin tumors using the artificial intelligence program “Melanoma Check”



Ламоткин А.И.^{1,2}, Корабельников Д.И.¹,
Ламоткин И.А.^{3,4}, Капустина О.Г.³, Мухина Е.В.³

¹ АНО ДПО «Московский медико-социальный институт им. Ф.П. Гааза» (АНО ДПО «ММСИ им. Ф.П. Гааза»), Москва, Россия
² ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России), Москва, Россия
³ ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия
⁴ ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Москва, Россия

Резюме. Цель исследования. Оценить точность предварительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи на первичном врачебном приёме с использованием программы искусственного интеллекта (ИИ) для ЭВМ (приложения для смартфона) Melanoma Check.
Материал и методы. Эффективность программы Melanoma Check для визуальной идентификации и дифференциации пигментных меланоцитарных злокачественных и доброкачественных опухолей кожи оценили у 133 пациентов в возрасте от 19 до 90 лет. Заключение программы сравнивались с предварительным и окончательным клиническим диагнозами опытных врачей-дерматовенерологов.
Результаты. При диагностике различных меланоцитарных опухолей кожи программа Melanoma Check показала высокую диагностическую точность, а её эффективность (диагностическая точность 89,5%, чувствительность 92,5%, специфичность 88,2%) сопоставима с эффективностью опытных врачей-дерматовенерологов (диагностическая точность 95,5%, чувствительность 95,0%, специфичность 100%).
Заключение. Программа ИИ для смартфона Melanoma Check демонстрирует сопоставимые показатели эффективности диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи по сравнению с результатами клинических и дерматоскопических заключений опытных врачей-дерматовенерологов и результатами морфологических исследований. Использование указанной программы даёт возможность раннего выявления меланомы кожи при первичном приёме врачами общей практики и терапевтами.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, машинное обучение, меланоцитарные опухоли кожи, невусы меланоцитарные, меланома, диагностика, программа ЭВМ, приложение.

Lamotkin A.I.^{1,2}, Korabelnikov D.I.¹, Lamotkin I.A.^{3,4},
Kapustina O.G.³, Mukhina E.V.³

¹ ANO APE “Moscow Medical-Social Institute named after Friedrich Haass”, Moscow, Russia
² Central Research Institute of Organization and Informatization of Healthcare, Moscow, Russia
³ Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia
⁴ Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

Abstract. Objective. To investigate the accuracy of preliminary diagnosis of malignant melanocytic skin tumors at the initial medical appointment using the artificial intelligence (AI) computer program (smartphone application) “Melanoma Check”.
Material and methods. The effectiveness of the AI program “Melanoma Check” for visual identification of pigmented malignant and benign skin tumors, intended for physicians providing primary health care, was assessed in 133 patients aged 19 to 90 years who had various melanocytic skin tumors. The conclusion of the program was compared with the preliminary and final clinical diagnosis.
Results. In the diagnosis of various melanocytic skin tumors, the program “Melanoma Check” showed high diagnostic accuracy. The efficiency of the AI program “Melanoma Check” (diagnostic accuracy 89.5%, sensitivity 92.5%, specificity 88.2%) is almost comparable to the efficiency of experienced dermatovenereologists (diagnostic accuracy 95.5%, sensitivity 95.0%, specificity 100%).
Conclusion. The AI program for the smartphone “Melanoma Check” demonstrates comparable indicators of the effectiveness of the diagnosis of malignant melanocytic skin tumors compared with the results of clinical and dermatoscopic conclusions of experienced dermatovenereologists and the results of morphological studies. The use of this program makes it possible to detect skin melanoma early during initial admission by general practitioners and internists.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, machine learning, melanocytic skin tumors, melanocytic nevi, melanoma, diagnosis, computer program, application.

Введение. В настоящее время возросло количество исследований и публикаций по применению искусственного интеллекта (ИИ) в медицине и здравоохранении, а также количество программ для ЭВМ и приложений для мобильных устройств на основе технологий ИИ, которые активно внедряются в клиническую практику и широко применяются для повышения точности диагностики и лечения. Использование программ ИИ уже меняет медицинскую практику, однако важно оценивать их эффективность [1–4]. Среди таких программ значимое место занимают приложения для мобильных устройств (смартфонов). В 2017 году их было зарегистрировано более 165 000, в том числе приложений для диагностики поражений кожи [5]. В современной клинической практике всё чаще стали использоваться программы ИИ для смартфонов с применением технологий компьютерного зрения для анализа изображений кожных поражений и диагностики злокачественных опухолей кожи [6, 7]. Кроме того, разрабатываются программы ИИ для смартфонов, которые могут диагностировать меланоцитарные опухоли кожного покрова, в том числе меланомы [8–11]. Современные программы ИИ, используя фотографические снимки со смартфона, способны идентифицировать различные опухоли кожного покрова как «меланома» и «не меланома» или «доброкачественные» и «злокачественные», помогая врачам общей практики, врачам-терапевтам, онкологам и дерматовенерологам проводить первичную диагностику меланом кожи [10, 11].
Цель исследования. Оценка точности предварительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи, проведённой с помощью программы ИИ Melanoma Check на первичном приёме. Были поставлены следующие задачи: сравнить диагностическую точность заключений программы с предварительным диагнозом опытных врачей-дерматовенерологов; сравнить диагностическую точность заключений программы с окончательным клиническим диагнозом, установленным на основании результатов морфологических (гистологических и иммуногистохимических) исследований.
Материал и методы. Программа для визуальной идентификации меланомы кожи Melanoma Check (далее — программа) была разработана для врачей общей практики, врачей-терапевтов, дерматовенерологов и онкологов и предназначена для быстрой и точной предварительной экспресс-диагностики меланом. Она позволяет как фотографировать опухоли кожи с помощью смартфона, так и загружать изображения (в том числе дерматоскопические) с телефона, компьютера, планшета или любого другого цифрового носителя [11]. Программа зарегистрирована в реестре программ Федеральной службы по интеллектуальной собственности.

M E D I C A L B U L L E T I N O F T H E M A I N M I L I T A R Y C L I N I C A L H O S P I T A L N A M E D A F T E R N . N . B U R D E N K O

Дизайн исследования. Исследование проводилось с одобрением локального этического комитета (ЭК) при АНО ДПО «ММСИ им. Ф.П. Гааза» и независимого ЭК при ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России (далее — госпиталь). Исследование проводили в соответствии с принципами надлежащей клинической практики (GCP; англ. good clinical practice) 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.

В исследование, проведённое в госпитале с мая 2024 года по январь 2025 года, были включены пациенты в возрасте старше 18 лет, у которых при осмотре выявлялись различные меланоцитарные опухоли кожи. Все пациенты подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Предварительный и заключительный диагноз устанавливался опытными врачами-дерматовенерологами (со стажем работы от 20 до 40 лет) на основании анамнестических, клинических и дерматоскопических признаков в соответствии с классификацией опухолей кожи Всемирной организации здравоохранения (2018) [12]. При подозрении на наличие у пациента меланомы или меланоцитарной опухоли с возможностью трансформации в меланому заключительный клинический диагноз устанавливался на основании заключений гистологического и иммуногистохимического исследований.

На первичном приёме врачами-дерматовенерологами все новообразования кожи при подозрении на меланому оценивались программой, основанной на технологиях ИИ.

Фотографирование образований кожного покрова пациентов выполнялось с помощью встроенной камеры с автоматической вспышкой различных мобильных устройств (смартфонов) с расстояния примерно 8–15 см от новообразования кожи, после чего изображения анализировались программой с использованием алгоритмов распознавания, основанных на ИИ, с формированием заключения о вероятности наличия меланомы у обследуемого пациента. После проведения обследования и установления окончательного клинического диагноза предварительный и окончательный диагнозы сопоставлялись с заключением программы и проводился анализ.

Результаты исследования. На консультативном приёме врачами-дерматовенерологами с помощью программы были оценены различные меланоцитарные опухоли кожи у 133 человек в возрасте от 19 до 90 лет, что составило 27,3% (448 человек) среди всех

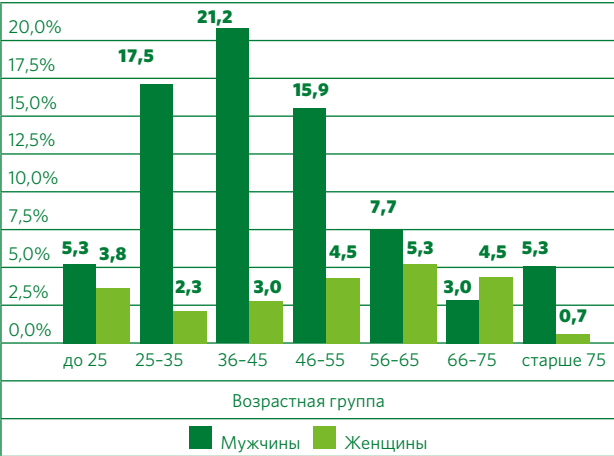
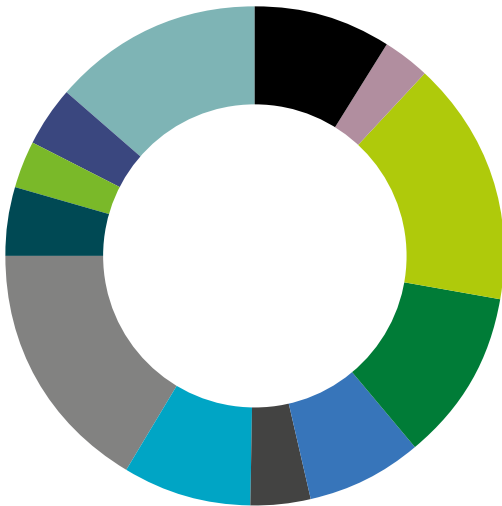


Рис. 1. Распределение пациентов по возрасту и полу



9,0%	Невусы меланоцитарные дермальные папилломатозные
13,5%	Невусы меланоцитарные дермальные не папилломатозные
3,8%	Невусы меланоцитарные по типу «яичница»
3,0%	Невусы по типу «затмение»
4,5%	Невусы меланоцитарные равномерно возвышающиеся
16,5%	Невусы меланоцитарные плоские
8,3%	Невусы меланоцитарные врождённые
3,8%	Невусы простые голубые
7,5%	Неусы диспластические
11,3%	Меланомы узловые
15,8%	Меланомы поверхностно распространяющиеся
3,0%	Меланомы in situ

Рис. 2. Долевое распределение меланоцитарных опухолей кожи

Таблица 1. Результаты предварительной и заключительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи с помощью программы Melanoma Check (n=38)

Заключение программы	Предварительный клинический диагноз опытных врачей-дерматовенерологов	Количество случаев		Заключительный клинический диагноз, стадия и распространённость первичной опухоли	Количество случаев	
		абс.	%		абс.	%
Меланома	Меланома поверхностно распространяющаяся	20	52,6	0, pTisN0M0	1	2,6
				IA, pT1aN0M0	3	7,9
				IB, pT2aN0M0	1	2,6
				IIA, pT3aN0M0	12	31,6
				IIIC, pT4aN0M0	3	7,9
	Меланома узловая	13	34,2	IIA, pT3aN0M0	1	2,6
				IIIC, pT4aN0M0	12	31,6
	Лентиго злокачественное	2	5,3	Меланома in situ, типа лентиго злокачественного	2	5,3
Не меланома	Меланома поверхностно распространяющаяся	1	2,6	IIA, pT3aN0M0	1	2,6
	Меланома узловая	2	5,3	IIIC, pT4aN0M0	2	5,3
Всего		38	100		38	100

осмотренных пациентов с новообразованиями кожи в этот период и 66,8% (199 человек) среди всех пациентов, осмотренных с помощью указанной программы.

Среди пациентов с меланоцитарными опухолями кожи, осмотренных с применением программы, были 101 (75,9%) мужчина и 32 (24,1%) женщины (гендерная асимметрия связана со спецификой военно-медицинской организации). Распределение пациентов по полу и возрасту представлено на рисунке 1.

При подозрении на наличие у пациента меланомы или меланоцитарной опухоли с возможностью

трансформации в меланому заключительный клинический диагноз подтверждался морфологическим и иммуногистохимическим исследованиями.

На рисунке 2 представлены данные о долевом распределении меланоцитарных опухолей кожи (по заключительным клиническим диагнозам).

Эффективность программы Melanoma Check в диагностике злокачественных меланоцитарных опухолей кожи. На основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков врачами-дерматовенерологами на первичном приёме установлен предварительный диагноз злокачественной меланоцитарной опухоли у 38 пациентов, который был подтверждён у всех 38 пациентов по результатам проведения обследования, включая морфологические (гистологические и иммуногистохимические) исследования.

По заключению программы, у 35 пациентов опухоль являлась меланомой. У 33 пациентов с меланомой кожи и у 2 пациентов со злокачественным лентиго программа сделала правильное заключение. У 3 пациентов с меланомой кожи программа ошибочно идентифицировала поражение как «не меланома» с вероятностью 52,9, 55,7 и 51,8%. В 1 случае это был пациент с заключительным клиническим диагнозом «меланома поверхностно распространяющаяся» (рис. 3) и в 2 случаях — «меланома узловая» (рис. 4 и 5).

Анализ результатов предварительной и заключительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи представлен в таблице 1.

Таким образом, у программы было 3 случая ложноотрицательных результатов при диагностике меланоцитарных опухолей кожи. Однако обращает



Рис. 3. Заключение программы об отсутствии меланомы у пациента с поверхностно распространяющейся меланомой



Рис. 4. Заключение программы об отсутствии меланомы у пациента с узловой меланомой

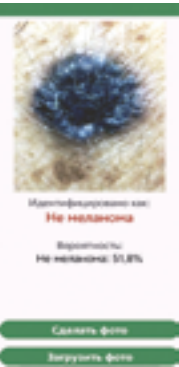


Рис. 5. Заключение программы об отсутствии меланомы у пациента с узловой меланомой



Рис. 6. Заключение программы о наличии меланомы у пациента с поверхностно распространяющейся меланомой

Рис. 7. Заключение программы о наличии меланомы у пациента с узловой меланомой

Рис. 8. Заключение программы о наличии меланомы у пациента с узловой меланомой

на себя внимание, что вероятность заключения программы об отсутствии меланомы в отношении этих случаев была низкая (52,9, 55,7 и 51,8%). Так, у 3 других пациентов с подобными формами злокачественных меланоцитарных опухолей программа показывала высокую вероятность меланомы (рис. 6–8).

Эффективность программы Melanoma Check в диагностике доброкачественных меланоцитарных опухолей. На основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков врачами-дерматовенерологами на первичном приёме у 95 человек были предварительно диагностированы различные доброкачественные меланоцитарные опухоли: простой голубой невус — у 5 человек, невус диспластический — у 12, невус меланоцитарный врождённый мелкий или средний — у 11, невус приобретённый пограничный плоский меланоцитарный — у 22, невус приобретённый смешанный равномерно возвышающийся меланоцитарный — у 6, невус приобретённый меланоцитарный по типу «затмения» — у 4, невус приобретённый меланоцитарный по типу «яичницы» — у 5, невус приобретённый меланоцитарный дермальный не папилломатозный — у 18, невус приобретённый меланоцитарный дермальный папилломатозный — у 12.

По заключению программы, у 82 пациентов с различными доброкачественными меланоцитарными опухолями кожи новообразования не являлись меланомой. У этих пациентов были типичные клинические и дерматоскопические признаки доброкачественных меланоцитарных опухолей кожи, поэтому окончательный клинический диагноз был установлен по заключению дерматовенерологов в результате клинического осмотра с визуальным осмотром с помощью лупы, подсветки и проведения дерматоскопии.

Наибольшая трудность возникала при установлении заключительного диагноза у пациентов с диспластическими невусами. У 6 человек, которым по клиническим, анамнестическим и дерматоскопическим признакам был установлен диагноз диспластического невуса, программа сделала заключение, что меланоцитарная опухоль не является меланомой. У данных 6 пациентов не проводилось удаление невусов с последующим морфологическим исследованием. Кроме того, у 2 пациентов из этой группы был диагностирован синдром диспластических невусов, по поводу чего они находятся под динамическим наблюдением врачей-дерматовенерологов. Всем 6 пациентам был назначен повторный осмотр через 6 месяцев.

У 13 пациентов с различными доброкачественными меланоцитарными опухолями кожи программой было сделано заключение, что новообразования являются меланомой. Из этой группы у 7 человек были типичные клинические и дерматоскопические признаки доброкачественных меланоцитарных опухолей кожи, поэтому окончательный клинический диагноз был установлен на основании заключений врачами-дерматовенерологами. Наибольшая трудность возникла при установлении заключительного диагноза у 6 пациентов с диспластическими невусами, которым на основании клинических и дерматоскопических признаков требовалась дифференциальная диагностика со злокачественными меланоцитарными опухолями кожи, для чего пациенты были направлены к врачу-онкологу для осмотра и проведения иссечения опухоли с последующим морфологическим исследованием биоптата.

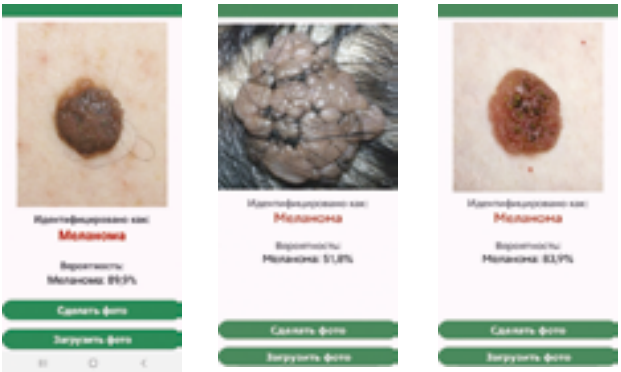


Рис. 9. Ошибочное заключение программы о наличии меланомы у пациента с дермальным папилломатозным невусом

Рис. 10. Ошибочное заключение программы о наличии меланомы у пациента с дермальным папилломатозным невусом

Рис. 11. Ошибочное заключение программы о наличии меланомы у пациента с дермальным папилломатозным невусом

Таблица 2. Результаты предварительной и заключительной диагностики доброкачественных меланоцитарных опухолей кожи с помощью программы “Melanoma Check” (n=95)

Заключение программы	Клинический диагноз опытных врачей-дерматовенерологов	Количество случаев		Заключительный клинический диагноз	Количество случаев	
		абс.	%		абс.	%
Не меланома	Невус диспластический	6	6,3	Окончательный диагноз установлен по заключению опытного врача-дерматовенеролога на основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков	82	86,3
	Простой голубой невус	5	5,3			
	Невус меланоцитарный врождённый мелкий или средний	11	11,6			
	Невус меланоцитарный приобретённый пограничный плоский	22	23,1			
	Невус меланоцитарный приобретённый смешанный равномерно возвышающийся	6	6,3			
	Невус меланоцитарный приобретённый дермальный папилломатозный	5	5,3			
	Невус меланоцитарный приобретённый дермальный не папилломатозный	18	18,9			
	Невус меланоцитарный приобретённый по типу «затмения»	4	4,2			
	Невус меланоцитарный приобретённый по типу «яичницы»	5	5,3			
Меланома	Невус диспластический, требующий дифференциальной диагностики с лентиго злокачественным или меланомой	6	6,3	Смешанный невус с дисплазией низкой степени	2	2,1
				Смешанный невус с дисплазией высокой степени	2	2,1
				Минимальная меланома в диспластическом невусе III степени	1	1,05
				Поверхностно распространяющаяся меланома стадия IA, pT1aNoMo	1	1,05
	Невус меланоцитарный приобретённый дермальный папилломатозный	7	7,4	Окончательный диагноз установлен по заключению опытного врача-дерматовенеролога на основании клинических, анамнестических и дерматоскопических признаков	7	7,4
Всего		95	100		95	100

Анализ результатов предварительной и заключительной диагностики доброкачественных меланоцитарных опухолей кожи представлен в таблице 2.

Сопоставление предварительного и заключительного клинического диагнозов опытных врачей-дерматовенерологов с заключениями программы при диагностике меланомы кожи выявило, что из 12 пациентов с невусами меланоцитарными дермальными папилломатозными программа в 7 случаях ошибочно сделала заключение о наличии у них меланомы. При анализе этих ошибочных заключений программы выявлено, что во всех этих случаях папилломатозные разрастания в меланоцитарных опухолях кожи были или тёмно-коричневого цвета, и/или имели кератотические включения различной окраски на поверх-

ности невусов. На рисунках 9–11 приведены примеры ошибочного заключения программы с фотографиями образований.

Сравнение точности заключений программы Melanoma Check с предварительным диагнозом врачей-дерматовенерологов. Для оценки диагностической точности 133 заключений программы были предварительно определены следующие величины:

- истинно отрицательные (ИО) — количество случаев доброкачественных опухолей кожи, правильно определённых программой как «не меланома» (82 случая);
- истинно положительные (ИП) — количество случаев злокачественных меланоцитарных опухолей кожи, правильно определённых программой как «меланома» (37 случаев);

Таблица 3. Сравнение точности заключений программы Melanoma Check с предварительным диагнозом опытных врачей-дерматовенерологов

Заключения	Показатели								
	ИО	ИП	ЛП	ЛО	% ЛП	% ЛО	ДТ, %	Ч, %	С, %
Заключения программы, n=133	82	37	11	3	11,8	7,5	89,5	92,5	88,2
Предварительный диагноз опытных врачей-дерматовенерологов, n=44	4	38	0	2	0	5,0	95,5	95,0	100
Примечание: ИП — истинно положительные; ИО — истинно отрицательные; ЛП — ложноположительные; ИО — истинно отрицательные; % ЛП — доля ложноположительных результатов; % ЛО — доля ложноотрицательных результатов; ДТ — диагностическая точность; Ч — чувствительность; С — специфичность									

- ложноположительные (ЛП) — количество случаев доброкачественных меланоцитарных опухолей кожи, ошибочно определённых программой как «меланома» (11 случаев);
 - ложноотрицательные (ЛО) — количество случаев злокачественных меланоцитарных опухолей кожи, ошибочно определённых как «не меланома» (3 случая).
- Определены показатели эффективности программы:
- диагностическая точность=(ИП+ИО)/всего случаев=(37+82)/133= 119/133×100%=89,5%;
 - чувствительность=ИП/(ИП+ЛО)=37/(37+3)=37/40×100%=92,5%;
 - специфичность=ИО/(ИО+ЛП)=82/(82+11)=82/93×100%=88,2%;
 - доля ложноположительных результатов (% ЛП)=ЛП/(ЛП+ИО)×100=11/(11+82)×100 = 11,8%;
 - доля ложноотрицательных результатов (% ЛО)=ЛО/(ЛО+ИП)×100=3/(3+37)×100=7,5%.

По аналогичной методике сравнили точность 44 предварительных диагнозов опытных врачей-дерматовенерологов на первичном приёме с заключительными диагнозами, установленными на основе результатов гистологических и иммуногистохимических методов исследования. Количество пациентов, взятых для определения диагностической точности врачей-дерматовенерологов, было меньше, чем при оценке эффективности программы. Это обусловлено тем, что в большинстве случаев диагноз доброкачественной меланоцитарной опухоли опытный врач-дерматовенеролог может установить без дополнительного морфологического исследования. Были определены следующие величины:

- ИО — количество случаев доброкачественных опухолей кожи, правильно диагностированных опытными врачами-дерматовенерологами как «не меланома» (4 случая);
- ИП — количество случаев меланом кожи, правильно диагностированных опытными врачами-дерматовенерологами (38 случаев);

- ЛП — количество случаев доброкачественных меланоцитарных опухолей кожи, ошибочно определённых опытными врачами-дерматовенерологами как «меланома» (0 случаев);
 - ЛО — количество случаев меланом, ошибочно определённых опытными врачами-дерматовенерологами как «не меланома» (2 случая).
- Определены показатели эффективности предварительной диагностики опытных врачей-дерматовенерологов:
- диагностическая точность=(ИП+ИО)/всего случаев=(38+4)/44=43/44×100% = 95,5%;
 - чувствительность=ИП/(ИП+ЛО)=38/(38+2)=38/40×100%=95,0%;
 - специфичность=ИО/(ИО+ЛП)=4/(4+0)=4/4=1×100%=100%;
 - доля ЛП-результатов (% ЛП)=ЛП/(ЛП+ИО)×100=0/(0+4)×100=0/4×100=0%;
 - доля ЛО-результатов (% ЛО)=ЛО/(ЛО+ИП)×100=2/(2+38)×100=2/40×100=5,0%.

Таким образом, были выявлены три основных параметра для диагностики меланоцитарных опухолей кожи:

- диагностическая точность, показывающая эффективность работы программы и врачей-дерматовенерологов;
- чувствительность, отражающая способность программы или врача-специалиста правильно выявлять злокачественные меланоцитарные опухоли;
- специфичность, отражающая способность программы или врача-дерматовенеролога правильно идентифицировать доброкачественные меланоцитарные опухоли.

В данном исследовании эффективность программы (диагностическая точность 89,5%, чувствительность 92,5%, специфичность 88,2%) практически сопоставима с эффективностью опытных врачей-дерматовенерологов (диагностическая точность 95,5%, чувствительность 95,0%, специфичность 100%) (табл. 3).

MEDICAL BULLETIN OF THE MAIN MILITARY CLINICAL HOSPITAL NAMED AFTER N. N. BURDENKO

Обсуждение. Одна из причин поздней диагностики злокачественных поражений кожного покрова — несвоевременность квалифицированной консультации врачей-дерматовенерологов или онкологов. В большинстве развитых стран предпринимаются попытки улучшения ранней диагностики меланомы кожи альтернативными способами, в том числе с привлечением врачей общей практики и терапевтов. При этом в мире прослеживается положительная тенденция к увеличению случаев раннего выявления злокачественных меланоцитарных опухолей кожи [13, 14]. Для улучшения эффективности раннего выявления злокачественных меланоцитарных опухолей кожи в диагностике используются современные технологии ИИ в виде программ для ЭВМ — компьютерных программ и приложений для мобильных устройств (смартфонов) [15–17].

При диагностике меланоцитарных опухолей кожи программа Melanoma Check сделала заключение о наличии у 48 пациентов меланомы. Из этой группы у 37 (77,1%) пациентов это заключение было верным. В 11 случаях программа сделала ошибочное заключение о наличии у пациентов меланомы, из них у 4 пациентов по заключению опытных врачей-дерматовенерологов были диспластические невусы, которые требовали дифференциальной диагностики с меланомой, и эти пациенты были направлены к врачам-онкологам для хирургического удаления опухолей. Кроме того, по заключению программы у 7 пациентов ошибочно идентифицировали дермальные меланоцитарные папилломатозные новообразования с кератотическими включениями различной окраски на поверхности невусов как меланомы, то есть программа в 14,6% случаев сделала ошибочное заключение. Эти ограничения диагностической точности программы требуется учитывать в проведении дополнительного машинного обучения данной программы ИИ при выпуске её актуализированных версий.

В 85 случаях программа сделала заключение об отсутствии у пациентов меланомы. Из этой группы у 82 (96,5%) пациентов с доброкачественными меланоцитарными опухолями это заключение было верным. У 3 (3,5%) пациентов с меланомами программа ошибочно идентифицировала опухоли как «не меланома».

Полученные данные подтверждают высокую эффективность программы для смартфона в предварительной дифференциальной диагностике доброкачественных (не меланома) и злокачественных (меланома) меланоцитарных опухолей кожи. Программа может быть полезна врачам общей практики и другим врачам-специалистам, не обладающим углубленными знаниями в области дерматовенерологии и онкологии, а также молодым врачам-дерматовенерологам и онкологам для первичной оценки кожных образований.

Программа Melanoma Check, основанная на технологиях ИИ, является простым и эффективным инструментом для экспресс-диагностики меланом кожи с высокой диагностической точностью. Это позволит оптимизировать маршрутизацию таких больных — направление на осмотр врачами-дерматовенерологами или онкологами, что позволит сэкономить силы и средства здравоохранения, ускорить диагностику и, тем самым, повысить эффективность ранней онкодиагностики. Заключения программы Melanoma Check могут быть полезны как «второе мнение» для врачей-дерматовенерологов и онкологов, не имеющих достаточного опыта в диагностике данной патологии, а также в отдалённых медицинских организациях и регионах с недостатком врачей-специалистов данного профиля

Заключение. Программа для ЭВМ (для смартфона) Melanoma Check, основанная на технологиях ИИ, является простым и эффективным инструментом для экспресс-диагностики меланом кожи с высокой диагностической точностью. Применение указанной программы может обеспечить качество диагностики на уровне, сопоставимом с уровнем опытного врача-дерматовенеролога, и помочь врачам общей практики и терапевтам, не имеющим специальных знаний, квалификации и опыта, с большой точностью на первичном приёме установить, является ли опухоль меланомой или не меланомой. Это позволит оптимизировать маршрутизацию таких больных — направление на осмотр врачами-дерматовенерологами или онкологами, что позволит сэкономить силы и средства здравоохранения, ускорить диагностику и, тем самым, повысить эффективность ранней онкодиагностики.

Заключения программы Melanoma Check могут быть полезны как «второе мнение» для врачей-дерматовенерологов и онкологов, не имеющих достаточного опыта в диагностике данной патологии, а также в отдалённых медицинских организациях и регионах с недостатком врачей-специалистов данного профиля.

Литература / References

- Jimma BL. Artificial intelligence in healthcare: a bibliometric analysis. *Telemat Inform Rep.* 2023; 9 (Suppl. 1): 100041. <https://doi.org/10.1016/j.teler.2023.100041>
- 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 AI, Korabelnikov DI, Lamotkin IA, Livshitz SA, Perevalova EG. Artificial intelligence in healthcare and medicine: the history of key events, its significance for doctors, the level of development in different countries. *FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2024; 17(2):243–50. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.254>
- 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):409–415. [Lamotkin AI, Korabelnikov DI, Lamotkin IA. Artificial intelligence: basic terms and concepts, the application in healthcare and clinical medicine. *FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2024; 17(3):409–415. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.267>
- Guo Y, Hao Z, Zhao S, Gong J, Yang F. Artificial intelligence in health care: bibliometric analysis. *J Med Internet Res.* 2020; 22(7):e18228. <https://doi.org/10.2196/18228>

- 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. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018280>
- 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. <https://doi.org/10.1111/ijd.15132>
- 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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280670>
- Brinker TJ, Hekler A, Enk AH, 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; 111:148–154. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2019.02.005>
- Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature.* 2017; 542(7639):115–118. <https://doi.org/10.1038/nature21056>
- Ламоткин А.И., Ламоткин И.А., Корабельников Д.И. Программа для визуальной идентификации злокачественных и доброкачественных опухолей кожи «Derma Onko Check»: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024668566. [Lamotkin AI, Korabelnikov DI, Lamotkin IA. A program for visual identification of malignant and benign skin tumors «Derma Onko Check»: certificate of state registration of the computer program № 2024668566. (In Russ.)].
- 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 № 2024668565. [Lamotkin AI, Korabelnikov DI, Lamotkin IA. A program for visual identification of malignant and benign skin tumors «Melanoma check»: certificate of state registration of the computer program № 2024668565. (In Russ.)].
- Elder DE, Massi D, Scolyer RA, Willemze R, eds. *WHO Classification of Skin Tumors.* 4th edition, Vol. 11. France: LYON International Agency for Research on Cancer; 2018.
- Carr S, Smith C, Wernberg J. Epidemiology and Risk Factors of Melanoma. *Surg Clin North Am.* 2020; 100(1):1–12. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2019.09.005>
- Saginala K, Barsouk A, Aluru JS, Rawla P, Barsouk A. Epidemiology of Melanoma. *Med Sci (Basel).* 2021; 9(4):63. <https://doi.org/10.3390/medsci9040063>
- Garrison ZR, Hall CM, Fey RM, Clister T, Khan N, Nichols R, et al. Advances in Early Detection of Melanoma and the Future of At-Home Testing. *Life (Basel).* 2023; 13(4):974. <https://doi.org/10.3390/life13040974>
- Chuchu N, Takwoingi Y, Dinnes J, Matin RN, Bassett O, Moreau JF, et al. Smartphone applications for triaging adults with skin lesions that are suspicious for melanoma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; 12(12):CD013192. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013192>

- 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. <https://doi.org/10.5826/dpc.1001a11>

Сведения об авторах / Information about the authors:

Ламоткин Андрей Игоревич — ассистент кафедры внутренних болезней с курсами семейной медицины, функциональной диагностики, инфекционных болезней, профессиональных болезней медицинского факультета АНО ДПО «ММСИ им. Ф.П. Гааза»; специалист отдела мониторинга и анализа мероприятий федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями» ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, Москва, Россия / **Andrey I. Lamotkin** — assistant professor at the Department of Internal Medicine with courses in Family Medicine, Functional Diagnostics, Infectious Diseases, and Occupational Diseases at the Faculty of Medicine of the ANO APE “Moscow Medical-Social Institute named after Friedrich Haass”; a specialist in the Monitoring and analysis Department of the federal project “Combating Oncological Diseases” of the Central Research Institute of Organization and Informatization of Healthcare, Moscow, Russia.

Корабельников Даниил Иванович — к. м. н., доцент, почётный работник сферы образования РФ, заведующий кафедрой внутренних болезней с курсами семейной медицины, функциональной диагностики, инфекционных болезней, профессиональных болезней медицинского факультета, ректор АНО ДПО «ММСИ им. Ф.П. Гааза», Москва, Россия / **Daniil I. Korabelnikov** — MD, PhD, associate professor; Honorary Worker of Education of the Russian Federation, 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 ANO APE “Moscow Medical-Social Institute named after Friedrich Haass”, Moscow, Russia.

Ламоткин Игорь Анатольевич — д. м. н., профессор, заслуженный врач РФ, заведующий кожно-венерологическим отделением ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России; профессор кафедры кожных и венерических болезней с курсом косметологии медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», Москва, Россия — **ответственный за контакты** / **Igor A. Lamotkin** — MD, ScD, Honored Doctor of Russian Federation, Head of the Department of Skin and Venereology of the Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry; 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, Moscow, Russia — **responsible for contacts**, ilamotkin@mail.ru, eLibrary SPIN: 7153-3703, ORCID: 0000-0001-7707-441X

Капустина Оксана Геннадьевна — к. м. н., врач-дерматовенеролог кожно-венерологического кабинета консультативно-диагностического центра ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н.Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Oksana G. Kapustina** — MD, PhD, dermatovenerologist at the Skin and Venereology office of the Consultative and Diagnostic Center of the Main

Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Мухина Елена Валерьевна — заведующая кожно-венерологическим кабинетом консультативно-диагностического центра ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н.Бурденко» Минобороны России, Москва, Россия / **Elena V. Mukhina** — MD, head of the Skin and Venereology office of the Consultative and Diagnostic Center of the Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko Russian Defense Ministry, Moscow, Russia.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Исследование не имело спонсорской поддержки.
Рукопись поступила 10.02.2025

M E D I C A L B U L L E T I N O F T H E M A I N M I L I T A R Y C L I N I C A L H O S P I T A L N A M E D A F T E R N . N . B U R D E N K O