

УДК 616.5:004.89
DOI 10.24412/2312-2935-2025-5-139-159

АЛГОРИТМ МАРШРУТИЗАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОГРАММЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА «DERMA ONKO CHECK» ПРИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖИ

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

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

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

³ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.
Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва

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

⁵ ФГБУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», г. Москва

Введение. Дифференциальная диагностика злокачественных (ЗНО) и доброкачественных новообразований (ЗНО) кожи остается ключевой задачей дерматовенерологии и онкологии. При оказании первичной медико-социальной помощи отмечается частая перегрузка врачей-специалистов из-за избыточных направлений случаев доброкачественных новообразований к дерматовенерологам и онкологам. Традиционные методы и алгоритмы диагностики зависят от опыта врача и могут приводить к ошибкам. Программы ЭВМ (приложения для смартфона) на основе моделей искусственного интеллекта (ИИ) с использованием сверточных нейронных сетей демонстрируют высокую точность диагностики, сопоставимую с уровнем точности диагностики опытных врачей-специалистов. Интеграция ИИ в алгоритмы диагностики может улучшить дифференциальную диагностику, оптимизировать маршрутизацию и снизить нагрузку на врачей-специалистов.

Цель. Разработать алгоритм применения программ для ЭВМ на основе моделей ИИ «Derma Onko Check» для улучшения диагностики образований кожи, оптимизации маршрутизации пациентов и снижения нагрузки на систему здравоохранения.

Материалы и методы. Алгоритм маршрутизации пациентов разработан с использованием заключений программы «Derma Onko Check» для дифференциальной диагностики ЗНО и ДНО кожи по фотоизображениям. При разработке были использованы результаты клинико-инструментальных исследований и фотоизображения 230 меланоцитарных и 151 кератиноцитарных (эпидермальных) опухолей 381 пациента ГВКГ им. академика Н.Н. Бурденко. Был проведен анализ с применением программы на языке программирования Python с использованием библиотек pandas, numpy, scikit-learn, matplotlib. Оптимальный порог алгоритма маршрутизации определен по ROC-кривым и индексу Юдена (Youden's Index) для баланса чувствительности и специфичности. Маршрутизация и длительность диагностики рассчитаны по нормативным срокам по Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2025 год год и на плановый период 2026 и 2027 годов и приказам Минздрава РФ о порядках оказания медицинской помощи населению Российской Федерации.

Результаты. Установлен оптимальный порог алгоритма маршрутизации 62%, при котором чувствительность 0.9123, специфичность 0.9126, индекс Юдена 0.8249. Разработаны

алгоритмы по 8 вариантам заключений. Без применения программы ИИ длительность диагностики составила 15–37 дней; с применением программы ИИ - 1–37 дней при сокращении общей длительности до 1–23 дней.

Обсуждение. Алгоритм маршрутизации минимизирует ложноотрицательные и ложноположительные результаты, ускоряет диагностику, снижает нагрузку на онкологов и дерматовенерологов. Порог алгоритма маршрутизации 62% обеспечивает выявление ЗНО.

Заключение. Использование алгоритма маршрутизации пациентов с применением программы ИИ «Derma Onko Check» при дифференциальной диагностике ЗНО и ДНО кожи повышает точность и снижает длительность диагностики, оптимизирует маршрутизацию и снижает нагрузку на систему здравоохранения.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, сверточные нейронные сети, программы для ЭВМ, мобильные приложения, диагностика, опухоли кожи, маршрутизация

PATIENT ROUTING ALGORITHM WHEN USING THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROGRAM "DERMA ONKO CHECK" FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF SKIN NEOPLASMS

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

¹ *Moscow Haass Medical and Social Institute, Moscow*

² *Russian Research Institute of Health (RIH), Moscow*

³ *Sechenov University, Moscow*

⁴ *Main Military Clinical Hospital named after academician N.N. Burdenko, Moscow*

⁵ *Russian Biotechnological University, Moscow*

Introduction. Differential diagnosis of malignant and benign skin neoplasms remains a key task in dermatovenereology and oncology. Primary care specialists are often overburdened due to excessive referrals of benign neoplasms to dermatovenereologists and oncologists. Traditional diagnostic methods and algorithms rely on physician experience and can be error-prone. Artificial intelligence (AI) based software (smartphone apps) using convolutional neural networks demonstrate high diagnostic accuracy comparable to that of experienced specialists. Integrating AI into diagnostic algorithms can improve differential diagnosis, optimize patient routing, and reduce the workload of specialists.

Objective. To develop an algorithm for using AI-based software "Derma Onko Check" to improve the diagnosis of skin lesions, optimize patient routing, and reduce the burden on the healthcare system.

Materials and Methods. A patient routing algorithm was developed using the findings of the Derma Onko Check program for the differential diagnosis of malignant neoplasms and dermatologic neoplasms based on photographic images. The results of clinical and instrumental studies and photographic images of 230 melanocytic and 151 keratinocyte (epidermal) tumors from 381 patients at the Burdenko Main Military Clinical Hospital were used in the development. The analysis was performed using a Python program with the pandas, numpy, scikit-learn, and matplotlib libraries. The optimal threshold for the routing algorithm was determined using ROC curves and the Youden Index to balance sensitivity and specificity. Routing and diagnostic duration were calculated based on the standard timeframes of the State Guarantees Program for Free Medical Care to Citizens for 2025 and for the planning period of 2026 and 2027, as well as orders of the Russian Ministry of Health on

procedures for providing medical care to the population of the Russian Federation. Results. An optimal routing algorithm threshold of 62% was established, resulting in a sensitivity of 0.9123, a specificity of 0.9126, and a Youden index of 0.8249. Algorithms were developed for eight diagnostic report options. Without the AI program, diagnostic duration was 15–37 days; with the AI program, it was 1–37 days, reducing the overall duration to 1–23 days.

Discussion. The routing algorithm minimizes false negative and false positive results, accelerates diagnosis, and reduces the workload of oncologists and dermatovenerologists. A routing algorithm threshold of 62% ensures the detection of malignant neoplasms.

Conclusion. Using a patient routing algorithm based on the Derma Onko Check AI program for differential diagnosis of skin cancer and non-cancerous lesions improves accuracy and reduces diagnostic time, optimizes routing, and reduces the burden on the healthcare system.

Keywords. Artificial intelligence, convolutional neural networks, computer software, mobile apps, diagnostics, skin neoplasms, skin tumors

Введение. Ранняя дифференциальная диагностика новообразований кожи играет ключевую роль в повышении выживаемости пациентов, а алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) на основе глубокого обучения значительно облегчают этот процесс, классифицируя кожные поражения с чувствительностью до 87% и специфичностью до 77% [1].

В последние годы ИИ стал перспективным инструментом для улучшения точности диагностики новообразований кожи. Модели ИИ на основе глубокого обучения демонстрируют чувствительность и специфичность, сопоставимые или превосходящие такие показатели у опытных дерматовенерологов [2,3,4]. Применение моделей ИИ в дерматовенерологии, которые анализируют фотоизображения кожи для классификации на доброкачественные и злокачественные новообразования, позволят улучшить диагностику, оптимизировать лечебные процессы и управлении ресурсами здравоохранения [5].

В первичной медико-санитарной помощи (ПМСП) диагностика новообразований кожи остается значительной проблемой, поскольку врачи общей практики (ВОП) и терапевты часто сталкиваются с недостатком специализированных знаний, что приводит к неоптимальной маршрутизации пациентов. ИИ в диагностике рака кожи превосходит врачей общей практики (ВОП) и терапевтов: модели ИИ достигают чувствительности 90% и специфичности 85% при анализе фотоизображений камер смартфонов, в то время как у ВОП и терапевтов эти показатели ниже [6].

ВОП и терапевты часто направляют избыточное количество доброкачественных случаев на дополнительную диагностику, что приводит к перегрузке специалистов и неоправданному трату времени на доброкачественные новообразования кожи [7].

Интеграция ИИ-ассистированных систем в клиническую медицину обусловлена необходимостью улучшения ранней диагностики, повышения точности диагностики, снижения нагрузки на дерматовенерологов и онкологов, особенно в условиях дефицита специалистов, и роста числа обращений по поводу новообразований кожи [8,9,10]. Такие системы ИИ могут диагностировать рак за считанные минуты без длительного дорогостоящего дополнительного обследования [11]. Традиционные методы диагностики, основанные на визуальном осмотре и дерматоскопии, зависят от опыта конкретного врача и могут приводить к субъективным ошибкам. Дифференциальная диагностика с помощью программы «Derma Onko Check» на основе алгоритмов глубокого обучения с использованием больших датасетов клинических изображений позволяет достигать диагностической точности, сопоставимой или превосходящей уровень врача-онколога или врача-дерматовенеролога [12].

Цель работы. Разработать алгоритм применения программ для ЭВМ на основе модели ИИ «Derma Onko Check» для улучшения дифференциальной диагностики новообразований кожи, оптимизации маршрутизации пациентов и снижения нагрузки на систему здравоохранения.

Материалы и методы. Алгоритм маршрутизации пациентов в исследовании разрабатывался на основании заключений программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check» [13], которая проводила автоматическую дифференциальную диагностику злокачественных (ЗНО) и доброкачественных новообразований (ДНО) кожи по загруженным фотоизображениям. Полученные результаты классификации служили основой для построения маршрутизации пациентов в зависимости от вероятности наличия ЗНО и выбранного оптимального порога алгоритма.

Для анализа данных и определения оптимального порога алгоритма маршрутизации при дифференциальной диагностике новообразований кожи использовалась программа на языке Python с применением библиотек pandas, numpy, scikit-learn и matplotlib. Данные были получены из двух наборов: первый содержал информацию о ЗНО кожи, второй - о ДНО кожи. Наборы данных включали меланоцитарные и кератиноцитарные (эпидермальные) ткани и были объединены в единый датасет с метками (1 для ЗНО и 0 для ДНО) [14]. Данные включали заключение программы с долей вероятности (в %) по фотоизображениям, сделанным при осмотрах больных с жалобами на новообразования кожи в федеральном государственном бюджетном учреждении «Главный военный клинический госпиталь им. Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации. В исследование вошли два набора данных:

первый содержал 230 изображений меланоцитарных опухолей, второй — 151 изображение кератиноцитарных (эпидермальных) опухолей. Пример анализированных программой ИИ «Derma Onko Check» фотоизображений новообразований кожи приведены на рисунках 1 - 4.



Рисунок 1. Пример фотоизображения доброкачественной меланоцитарной опухоли кожи, анализируемого программой ИИ «Derma Onko Check»



Рисунок 2. Пример фотоизображения злокачественной меланоцитарной опухоли кожи, анализируемого программой ИИ «Derma Onko Check»

Ключевым элементом алгоритма является пороговое значение вероятности, которое определяет маршрутизацию пациентов и минимизирует ненужные консультации специалистов. Данное пороговое значение вероятности было нами названо «порогом алгоритма маршрутизации».

Для определения оптимального порога алгоритма маршрутизации применялся анализ ROC-кривых (англ. Receiver Operating Characteristic, ROC), где порог подбирался путем достижения максимального индекса Юдена (англ. Youden's Index). Этот индекс, рассчитываемый как сумма чувствительности и специфичности минус 1, позволяет достичь баланса между истинно положительными и истинно отрицательными результатами, обеспечивая высокую диагностическую эффективность при минимальном риске ложных заключений программ.

Целью расчета порога алгоритма маршрутизации было найти значение вероятности, ниже которого было бы максимальное число ложноотрицательных случаев (ЛО, англ. false

negative, FN), направленных к дерматовенерологам, и минимальное число ложноположительных случаев (ЛП, англ. false positive, FP), направленных к онкологам для минимизации необоснованных обращений к врачам-специалистам при одновременном увеличении выявляемости ЗНО кожи.



Рисунок 3. Пример фотоизображения доброкачественной кератиноцитарной (эпидермальной) опухоли кожи, анализируемого программой ИИ «Derma Onko Check»



Рисунок 4. Пример фотоизображения злокачественной кератиноцитарной (эпидермальной) опухоли кожи, анализируемого программой ИИ «Derma Onko Check»

При расчете длительности диагностики при моделировании в идеальных условиях сроки в схемах маршрутизации были указаны в соответствии с Программой государственных гарантий бесплатного оказания медицинской помощи на 2025 год (Постановление Правительства РФ № 1940 от 27.12.2024), где максимальное ожидание консультации дерматовенеролога составляет 14 рабочих дней, а онколога при подозрении на онкологическое заболевание — 3 рабочих дня. Биопсия проводится в течение 1 дня в соответствии с приказом Министерства здравоохранения РФ от 19 февраля 2021 г. N 116н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению при онкологических заболеваниях», гистологическое исследование — до 15 рабочих дней в соответствии с приказом Министерства здравоохранения РФ от 24 марта 2016 г. N 179н «О Правилах проведения

патолого-анатомических исследований», а заключительный клинический диагноз устанавливается онкологом при повторном осмотре с результатами проведенного обследования.

Результаты. В результате анализа данных для программы ИИ «Derma Onko Check» оптимальный порога алгоритма маршрутизации при дифференциальной диагностике ЗНО кожи составил 62%. При этом пороге чувствительность достигла 0.9123, специфичность 0.9126, а индекс Юдена — 0.8249. Это означает, что 91.23% ЗНО кожи, преимущественно меланом, были правильно классифицированы как требующие направления к онкологу (вероятность $\geq 62\%$), минимизируя количество пропущенных случаев (ЛН), которые были бы направлены к дерматовенерологам с задержкой диагностики (34 дня вместо 20 дней). Одновременно специфичность 91.26% указывает на то, что 91.26% ДНО кожи были правильно исключены из направления к онкологам (вероятность $< 62\%$), что позволило минимизировать количество необоснованных направлений к онкологам (ЛП). Полученный порог близок к значению 60%, использованному в аналогичном алгоритме маршрутизации для программы «Melanoma Check» для предварительной дифференциальной экспресс-диагностики новообразований кожи между меланомами и пигментными опухолями, не являющимися меланомами, где индекс Юдена составил 0.8024, подтверждая эффективность подобного подхода к оптимизации диагностики [15]. При сочетанном применении программ искусственного интеллекта «Derma Onko Check» и «Melanoma Check» был установлен порог алгоритма маршрутизации 62% [16].

Выбор порога алгоритма маршрутизации в 62% был осуществлен на основе комплексного анализа всех случаев кератиноцитарных (эпидермальных) и меланоцитарных опухолей, полученных в ходе диагностики с использованием программ «Derma Onko Check». Анализируемые данные включали широкий спектр клинических случаев, от актинического кератоза до злокачественных меланом.

Алгоритм маршрутизации пациентов при дифференциальной диагностике новообразований кожи (без применения программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check»)

Время начала диагностики: первичный осмотр врачом общей практики (ВОП) / терапевтом пациента с жалобами на новообразование кожи (например, пигментированное пятно, узел, бородавка).

Пациент направляется на консультацию к дерматовенерологу. На основании данных осмотра в зависимости от наличия / отсутствия признаков ЗНО маршрутизация пациентов различается по следующим вариантам.

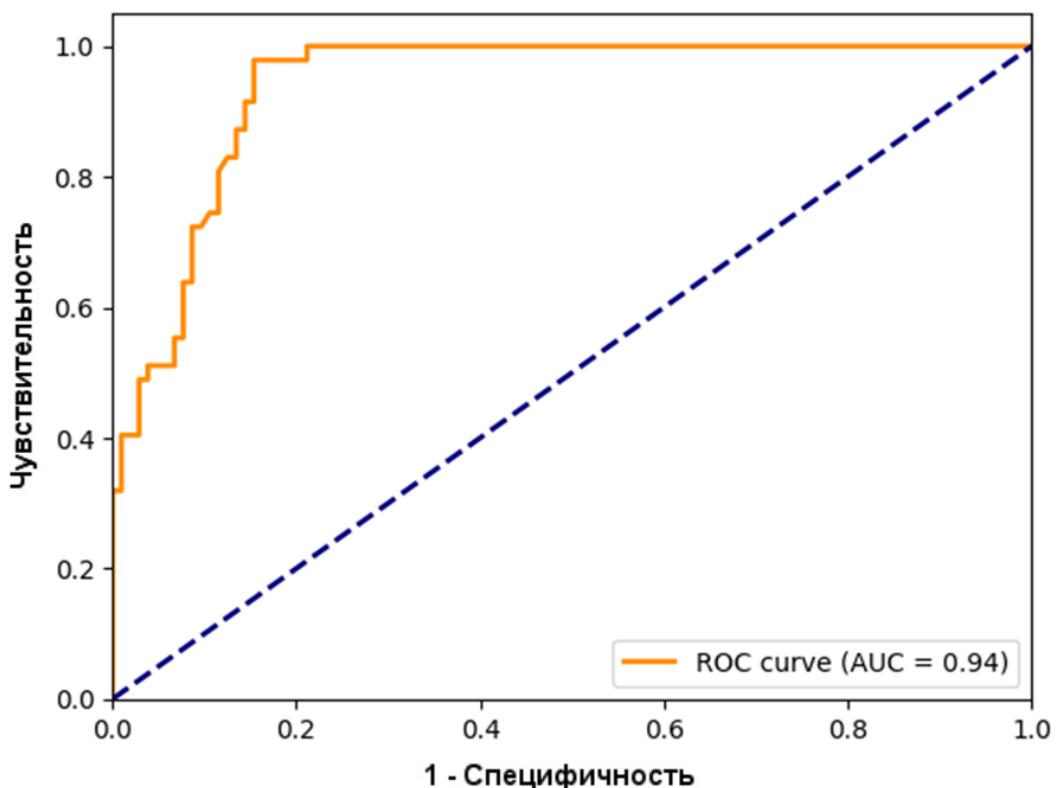


Рисунок 5. ROC – кривая, полученная при анализе ложно положительных и ложно отрицательных заключений программы ИИ «Derma Onko Check»

Вариант 1. Предварительный диагноз: ЗНО кожи

Пациент направляется к дерматовенерологу, а при подозрении на ЗНО — далее к онкологу для установления диагноза.

Диагностический путь:

Осмотр ВОП/терапевтом: 1 день.

Ожидание и консультация дерматовенеролога: +14 дней.

Направление, ожидание и консультация онколога: +3 дня.

Направление, ожидание и проведение биопсии образования кожи: +1 день.

Гистологическое исследование: +15 дней.

Повторный осмотр онкологом: +3 дня.

Итоговое время (расчетное идеальное): 37 дней ($1 + 14 + 3 + 1 + 15 + 3$).

Вариант 2. Предварительный диагноз: ДНО кожи

Пациент направляется к дерматовенерологу для подтверждения доброкачественного характера новообразования. Дальнейшая диагностика не требуется. Назначается динамическое наблюдение (например, повторный осмотр через 6–12 месяцев).

Диагностический путь:

Осмотр ВОП/терапевтом: 1 день.

Ожидание и консультация дерматовенеролога: +14 дней.

Итоговое время (расчетное идеальное): 15 дней ($1 + 14$).

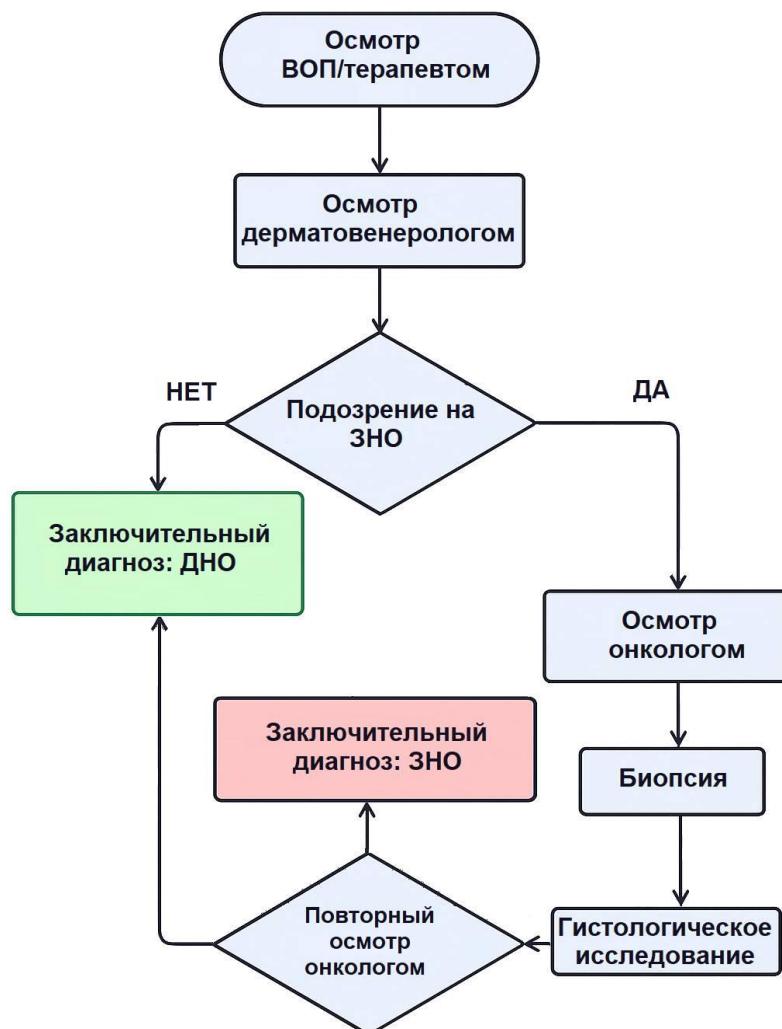


Рисунок 6. Алгоритм маршрутизации пациентов при дифференциальной диагностике новообразований кожи без применения программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check»

Алгоритм маршрутизации пациентов при применении программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check» при дифференциальной диагностике новообразований кожи

Ниже представлен структурированный по этапам и вариантам заключений программы ИИ алгоритм маршрутизации пациентов при применении программы ИИ «Derma Onko Check» при дифференциальной диагностике новообразований кожи, разработанный с учётом порога алгоритма маршрутизации 62% и ориентированный на оптимизацию времени диагностики, снижение нагрузки на специалистов и обеспечение высокой диагностической точности.

Время начала диагностики: первичный осмотр врачом общей практики (ВОП) / терапевтом пациента с жалобами на новообразование кожи (например, пигментированное пятно, узел, бородавка) (1-й день).

ВОП/терапевт проводит визуальный осмотр новообразования и использует программу «Derma Onko Check» для анализа фотоизображения, полученного с помощью камеры смартфона или дерматоскопа.

Программа формирует заключение о вероятностной оценке (50–100%) для категорий «Злокачественное» или «Доброположительное».

Маршрутизация пациентов на основании заключений программы ИИ «Derma Onko Check»

На основе оценки вероятности по заключению программы ИИ и с учетом порога алгоритма маршрутизации 62% пациенты распределяются по четырём диагностическим группам:

Вариант 1. Предварительный диагноз: ЗНО кожи (вероятность $\geq 62\%$ «Злокачественное» по заключению программы ИИ)

Пациент направляется на консультацию к онкологу для установления/подтверждения диагноза.

Диагностический путь:

Осмотр ВОП/терапевтом с использованием ИИ: 1 день.

Ожидание и консультация онколога: +3 дня.

Направление, ожидание и проведение биопсии образования кожи: +1 день.

Гистологическое исследование: +15 дней.

Повторный осмотр онколога: +3 дня.

Итоговое время (расчетное идеальное): 23 дня (1 + 3 + 1 + 15 + 3).

Обоснование: Высокая вероятность ЗНО кожи (например, меланома или базальноклеточный рак) требует ускоренного гистологического исследования, чтобы минимизировать риск прогрессирования заболевания. Прямое направление к онкологу сокращает время диагностики по сравнению с традиционным путём (34 дня).



Идентифицировано как:
Злокачественное

Вероятность:
Злокачественное: 94,1%

[Сделать фото](#)

[Загрузить фото](#)



Идентифицировано как:
Злокачественное

Вероятность:
Злокачественное: 52,7%

[Сделать фото](#)

[Загрузить фото](#)

Рисунок 7. Пример заключения программы ИИ «Derma Onko Check» для варианта 1

Рисунок 8. Пример заключения программы ИИ «Derma Onko Check» для варианта 2

Вариант 2. Предварительный диагноз: ЗНО кожи (вероятность <62% «Злокачественное» по заключению программы ИИ)

Пациент направляется к дерматовенерологу для дополнительной оценки. При подозрении на злокачественность — далее к онкологу для установления диагноза.

Диагностический путь:

Осмотр ВОП/терапевтом с использованием ИИ: 1 день.

Ожидание и консультация дерматовенеролога: +14 дней.

Направление, ожидание и консультация онколога: +3 дня.

Направление, ожидание и проведение биопсии образования кожи: +1 день.

Гистологическое исследование: +15 дней.

Повторный осмотр онколога: +3 дня.

Итоговое время (расчетное идеальное): 37 дней ($1 + 14 + 3 + 1 + 15 + 3$) при подтверждении злокачественности; 15 дней ($1 + 14$) при подтверждении доброкачественности.

Обоснование: Низкая вероятность злокачественного процесса позволяет исключить срочное направление на консультацию онколога, снижая нагрузку на онкологическую службу. Дерматовенеролог подтверждает или исключает необходимость дальнейшей диагностики с использованием клинических и дерматоскопических данных.

Вариант 3. Предварительный диагноз: ДНО кожи (вероятность $\geq 62\%$ «Доброкачественное» по заключению программы ИИ)

Дальнейшая диагностика не требуется. Назначается динамическое наблюдение (например, повторный осмотр через 6–12 месяцев).

Диагностический путь:

Осмотр ВОП/терапевтом с использованием ИИ: 1 день.

Итоговое время (расчетное идеальное): 1 день.

Обоснование: Высокая вероятность доброкачественного процесса (например, невус меланоцитарный, себорейный кератоз) позволяет избежать ненужных консультаций у врачей-специалистов, снижая нагрузку на дерматовенерологов и экономя ресурсы системы здравоохранения. Динамическое наблюдение минимизирует риск пропуска нетипично выглядящих ЗНО, формирующих ложные отрицательные заключения программы ИИ.

Вариант 4. Предварительный диагноз: ДНО кожи (вероятность $< 62\%$ «Доброкачественное» по заключению программы ИИ)

Пациент направляется к дерматовенерологу для установления/подтверждения диагноза доброкачественного новообразования. Дальнейшая диагностика не требуется. Назначается динамическое наблюдение (например, повторный осмотр через 6–12 месяцев).

Диагностический путь:

Осмотр ВОП/терапевтом с использованием ИИ: 1 день.

Ожидание и консультация дерматовенеролога: +14 дней.

Итоговое время (расчетное идеальное): 15 дней ($1 + 14$).

Обоснование: Низкая вероятность доброкачественного процесса требует подтверждения у дерматовенеролога для исключения диагностических ошибок, но не предполагает срочного направления к онкологу. Это снижает нагрузку на онкологические службы, сохраняя высокую точность диагностики.



Идентифицировано как:
Доброкачественное

Вероятность:
Доброкачественное: 97,7%

Сделать фото

Загрузить фото



Идентифицировано как:
Доброкачественное

Вероятность:
Доброкачественное: 59,2%

Сделать фото

Загрузить фото

Рисунок 9. Пример заключения программы ИИ «Derma Onko Check» для варианта 3

Рисунок 10. Пример заключения программы ИИ «Derma Onko Check» для варианта 4

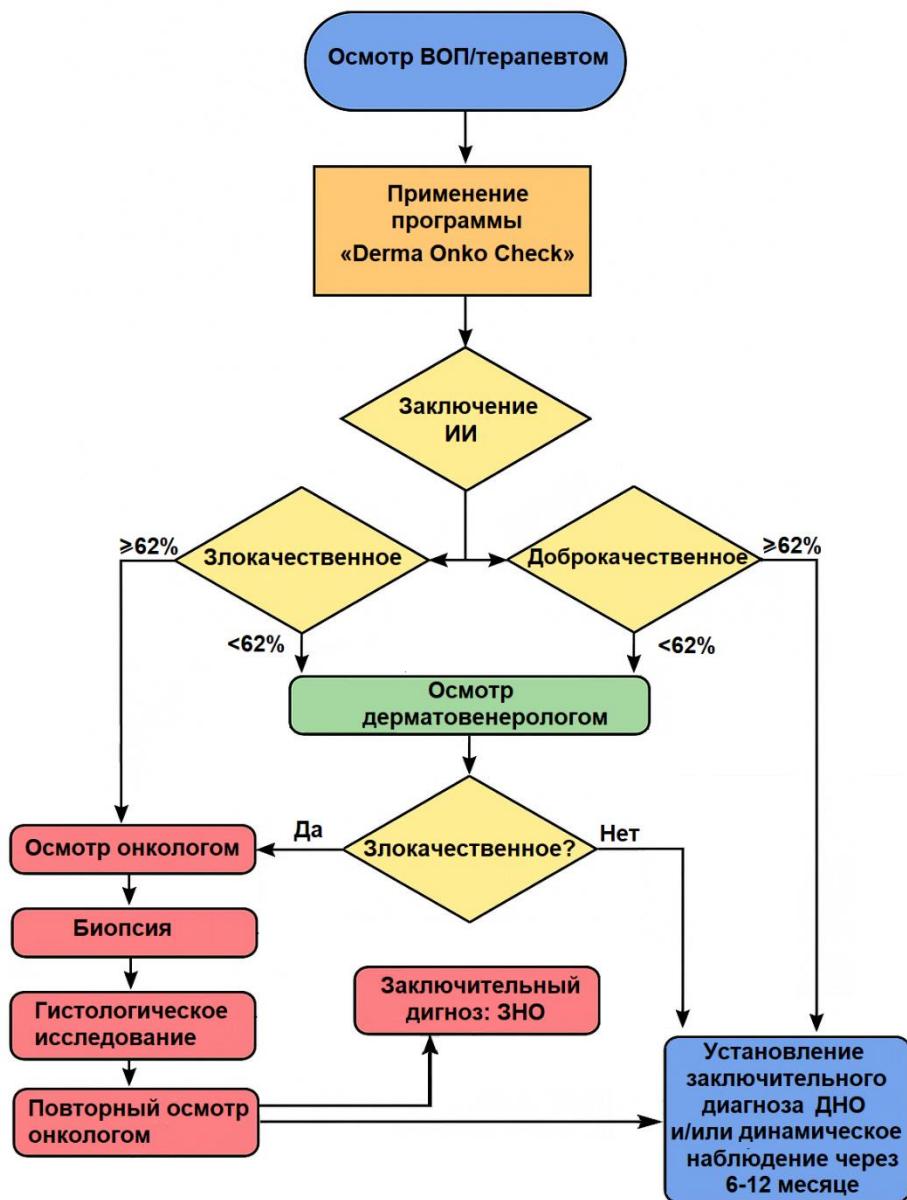


Рисунок 11. Алгоритм маршрутизации пациентов при дифференциальной диагностике новообразований кожи с применением программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check»

Обсуждение. Расчетными методами с использованием ROC-кривой и индекса Юдена на основании анализа применения программ для смартфонов на основе моделей ИИ «Derma Onko Check» был определен порог маршрутизации 62% для баланса чувствительности и

специфичности программ для дифференциальной диагностики. Разработаны структурированных алгоритмов маршрутизации по 8 вариантам сочетания заключений для программ. Алгоритм позволяет сократить время диагностики с 34–37 дней до 1–23 дней, минимизируя ЛП и ЛО. Сопоставление с экспериментальными данными подтверждает значимость для регионов с дефицитом специалистов. Обсуждаемые гипотезы: порог 62% балансирует риски, отвергнуты альтернативы с более высоким порогом из-за роста ЛО.

Заключение. Интеграция программы для ЭВМ (для смартфона) на основе модели ИИ «Derma Onko Check» в процесс дифференциальной диагностики новообразований кожи позволяет оптимизировать маршрутизацию пациентов, повысить точность диагностики и снизить нагрузку на систему здравоохранения.

Внедрение применения программы для ЭВМ на основе модели ИИ «Derma Onko Check» в алгоритм маршрутизации при дифференциальной диагностике новообразований кожи сокращает среднюю длительность диагностики с 34 дней (без применения программы ИИ «Derma Onko Check») до 1–19 дней в зависимости от заключений программы ИИ, что особенно актуально для удаленных регионов с ограниченным доступом к специализированной помощи и регионов с недостатком дерматовенерологов и онкологов.

Порог алгоритма маршрутизации 62%, обеспечивает эффективное распределение пациентов по диагностическим путям. В случае, когда программа «Derma Onko Check» показывает вероятность ЗНО $\geq 62\%$, пациент направляется непосредственно к онкологу, что приоритетно для своевременного выявления ЗНО.

Порог алгоритма маршрутизации 62% обеспечивает баланс: минимизирует пропуск ЗНО (ложноотрицательные результаты), одновременно предотвращая перегрузку онкологических служб ненужными биопсиями при ДНО кожи (ложноположительные результаты).

Список литературы

1. Salinas M.P., Sepúlveda J., Hidalgo L. и др. A systematic review and meta-analysis of artificial intelligence versus clinicians for skin cancer diagnosis. *npj Digital Medicine*. 2024;7:125. doi: 10.1038/s41746-024-01103-x
2. Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Эффективность применения искусственного интеллекта в клинической медицине. *Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и*

фармакоэпидемиология. 2025;18(1):114-124. doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2025.287

3. Yao I.Z., Dong M., Hwang W.Y.K. и др. Deep Learning Applications in Clinical Cancer Detection: A Review of Implementation Challenges and Solutions. Mayo Clinic Proceedings: Digital Health. 2025;3(3):100253. doi: 10.1016/j.mcpdig.2025.100253

4. 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: 10.30629/0023-2149-2025-103-7-540-545

5. 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. doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2024.267

6. Karimzadagh S., Ghodous S., Robati R.M. и др. Performance of Artificial Intelligence in Skin Cancer Detection: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. International Journal of Dermatology. 2025. doi: 10.1111/ijd.17981

7. Webb J.B., Khanna A. Can we rely on a general practitioner's referral letter to a skin lesion clinic to prioritize appointments and does it make a difference to the patient's prognosis? Annals of the Royal College of Surgeons of England. 2006;88(1):40-5. doi: 10.1308/003588406X82970

8. Li Z., Koban K.C., Schenck T.L. и др. Artificial Intelligence in Dermatology Image Analysis: Current Developments and Future Trends. Journal of Clinical Medicine. 2022;11(22):6826. doi: 10.3390/jcm11226826

9. Kumar Y, Koul A, Singla R. и др. Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. J Ambient Intell Humaniz Comput. 2023;14(7):8459-8486. doi: 10.1007/s12652-021-03612-z.

10. Jeong J, Kim S, Pan L и др. Reducing the workload of medical diagnosis through artificial intelligence: A narrative review. Medicine (Baltimore). 2025 Feb 7;104(6):e41470. doi: 10.1097/MD.00000000000041470.

11. Sriraman H., Badarudeen S., Vats S., Balasubramanian P. A Systematic Review of Real-Time Deep Learning Methods for Image-Based Cancer Diagnostics. Journal of Multidisciplinary Healthcare. 2024;17:4411-4425. doi: 10.2147/JMDH.S446745

12. 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. doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2025.294

13. Ламоткин А.И., Ламоткин И.А., Корабельников Д.И. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024668566 Российская Федерация. Программа для визуальной идентификации злокачественных и доброкачественных опухолей кожи "Derma Onko Check" : № 2024668247 : заявл. 08.08.2024: опубл. 08.08.2024 / заявитель Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза»

14. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025624747 Российская Федерация. База данных оригинальных и аугментированных фотоизображений новообразований кожи с характеристиками новообразований и пациентов: № 2025624361: заявл. 19.10.2025: опубл. 27.10.2025, Бюл. № 11 / правообладатель Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Гааза»

15. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. Алгоритм маршрутизации пациентов при дифференциальной диагностике новообразований кожи при применении программы искусственного интеллекта «Melanoma Check». Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. 2025;4(22):6-13. doi: 10.53652/2782-1730-2025-6-4-06-13

16. Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Алгоритм маршрутизации пациентов при дифференциальной диагностике новообразований кожи при сочетанном применении программ искусственного интеллекта "Derma Onko Check" и "Melanoma Check". Клинический разбор в общей медицине. 2025;6(11). doi: 10.47407/kr2025.6.11.00715

References

1. Salinas M.P., Sepulveda J., Hidalgo L., et al. A systematic review and meta-analysis of artificial intelligence versus clinicians for skin cancer diagnosis. *npj Digital Medicine*. 2024;7:125. doi: 10.1038/s41746-024-01103-x
2. Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. Effektivnost ispolzovaniya iskusstvennogo intellekta v klinicheskoy meditsine [The effectiveness of using artificial intelligence in clinical medicine]. Farmakoekonomika. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya

[FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology]. 2025;18(1):114-124. doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2025.287 (In Russian)

3. Yao I.Z., Dong M., Hwang W.Y.K., et al. Deep Learning Applications in Clinical Cancer Detection: A Review of Implementation Challenges and Solutions. Mayo Clinic Proceedings: Digital Health. 2025;3(3):100253. doi: 10.1016/j.mcpdig.2025.100253

4. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Diagnostika melanoma kozhi s ispolzovaniem iskusstvennogo intellekta s programmnym obespecheniem kompyuternogo zreniya [Diagnosis of skin melanoma using artificial intelligence with computer vision software]. Klinicheskaya meditsina [Clinical Medicine]. 2025;103(7):540-45. doi: 10.30629/0023-2149-2025-103-7-540-545 (In Russian)

5. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Iskusstvennyy intellekt: osnovnye terminy i ponyatiya, primenie v zdravookhranenii i klinicheskoy meditsine [Artificial intelligence: basic terms and concepts, the application in healthcare and clinical medicine]. Farmakoekonomika. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya [FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology]. 2024;17(3):409-415. doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2024.267 (In Russian)

6. Karimzadhagh S., Ghodous S., Robati R.M., et al. Performance of Artificial Intelligence in Skin Cancer Detection: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. International Journal of Dermatology. 2025. doi: 10.1111/ijd.17981

7. Webb J.B., Khanna A. Can we rely on a general practitioner's referral letter to a skin lesion clinic to prioritize appointments and does it make a difference to the patient's prognosis? Annals of the Royal College of Surgeons of England. 2006;88(1):40-5. doi: 10.1308/003588406X82970

8. Li Z., Koban K.C., Schenck T.L., et al. Artificial Intelligence in Dermatology Image Analysis: Current Developments and Future Trends. Journal of Clinical Medicine. 2022;11(22):6826. doi: 10.3390/jcm11226826

9. Kumar Y, Koul A, Singla R. et al. Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. J Ambient Intell Humaniz Comput. 2023;14(7):8459-8486. doi: 10.1007/s12652-021-03612-z.

10. Jeong J, Kim S, Pan L et al. Reducing the workload of medical diagnosis through artificial intelligence: A narrative review. Medicine (Baltimore). 2025 Feb 7;104(6):e41470. doi: 10.1097/MD.00000000000041470.

11. Sriraman H., Badarudeen S., Vats S., Balasubramanian P. A Systematic Review of Real-Time Deep Learning Methods for Image-Based Cancer Diagnostics. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*. 2024;17:4411-4425. doi: 10.2147/JMDH.S446745

12. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Olisova O.Yu., Lamotkin I.A. Effektivnost predvaritelnoy differentialnoy diagnostiki dobrokachestvennykh i zlokachestvennykh novoobrazovaniy kozhi s pomoshchyu programmy iskusstvennogo intellekta Derma Onko Check [Effectiveness of preliminary differential diagnosis of benign and malignant skin neoplasms using the Derma Onko Check artificial intelligence program]. *Farmakoekonomika. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya* [FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology]. 2025;18(2):261-270. doi: 10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2025.294 (In Russian)

13. Lamotkin A.I., Lamotkin I.A., Korabelnikov D.I. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2024668566 RF. Programma dlya vizualnoy identifikatsii zlokachestvennykh i dobrokachestvennykh opukholey kozhi "Derma Onko Check": № 2024668247: zayavl. 08.08.2024: opubl. 08.08.2024 / zayavitel Avtonomnaya nekommercheskaya organizatsiya dopolnitelnogo professionalnogo obrazovaniya «Moskovskiy mediko-sotsialnyy institut imeni F.P. Gaaza» (In Russian)

14. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I. Svidetelstvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 2025624747 RF. Baza dannykh originalnykh i augmentirovannykh fotoizobrazheniy novoobrazovaniy kozhi s kharakteristikami novoobrazovaniy i patsientov: № 2025624361: zayavl. 19.10.2025: opubl. 27.10.2025, Byul. № 11 / pravoobladatel Avtonomnaya nekommercheskaya organizatsiya dopolnitelnogo professionalnogo obrazovaniya «Moskovskiy mediko-sotsialnyy institut imeni F.P. Gaaza» (In Russian)

15. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Algoritm marshrutizatsii patsientov v differentialnoy diagnostike novoobrazovanii kozhi s ispolzovaniem programmy iskusstvennogo intellekta «Melanoma Check» [Algorithm of patient routing in the differential diagnosis of skin neoplasms using the "Melanoma Check" artificial intelligence program]. *Meditsinskii vestnik GVKG im. N.N. Burdenko* [Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko]. 2025;(4):6-13. doi: 10.53652/2782-1730-2025-6-4-06-13 (In Russian)

16. Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. Algoritm marshrutizatsii patsientov pri differentialnoy diagnostike novoobrazovaniy kozhi pri sochetannom primenenii programm iskusstvennogo intellekta "Derma Onko Check" i "Melanoma Check" [Algorithm for routing patients in the differential

diagnosis of skin neoplasms with the combined use of artificial intelligence programs "Derma Onko Check" and "Melanoma Check"]. Klinicheskiy razbor v obshchey meditsine [Clinical Case in General Medicine]. 2025;6(11). doi: 10.47407/kr2025.6.11.00715 (In Russian)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Acknowledgments. The study did not have sponsorship.

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

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», 123056, Россия, г. Москва, 2-я Брестская ул. д. 5 с 1-1а; специалист отдела мониторинга и анализа мероприятий федерального проекта «Борьба с онкологическим заболеванием» ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерство здравоохранения Российской Федерации, 127254, Россия, г. Москва, ул. Добролюбова, 11; e-mail: lamotkin.an@yandex.ru. ORCID 0000-0001-7930-6018, SPIN-код: 4170-7782

Корабельников Даниил Иванович - кандидат медицинских наук, доцент, почётный работник сферы образования Российской Федерации, 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», 123056, Россия, г. Москва, 2-я Брестская ул. д. 5 с 1-1а; e-mail: dkorabelnikov@mail.ru; ORCID 0000-0002-0459-0488, SPIN-код: 7380-7790

Олисова Ольга Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой кожных и венерических болезней имени В.А. Рахманова ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет) Минздрава России, 119048, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; olisova_o_yu@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-2482-1754; Scopus Author ID: 55829948600; eLibrary SPIN: 2500-7989

Ламоткин Игорь Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, заведующий кожно-венерологическим отделением ФГБУ «ГВКГ имени Н.Н. Бурденко» Минобороны России, 105094, Россия, г. Москва, Госпитальная пл., д. 3; профессор кафедры кожных и венерических болезней с курсом косметологии медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», 125080, Россия, г. Москва, Волоколамское ш., д.11; e-mail: ilamotkin@mail.ru; ORCID 0000-0001-7707-441X; SPIN-код: 7153-3703

Information about the authors

Lamotkin Andrei Igorevich - 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 Moscow Haass Medical and Social Institute, 123056, Russia, Moscow, 2nd Brestskaya str., 5 s 1-1a; Specialist of the Monitoring and Analysis Department of the federal project "Fight against Oncological diseases" of Russian Research Institute of Health (RIH), 127254, Russia, Moscow, Dobrolyubova str., 11; e-mail address: lamotkin.an@yandex.ru . ORCID 0000-0001-7930-6018, SPIN code: 4170-7782

Korabelnikov Daniil Ivanovich - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Honorary Worker in the field of education of the Russian Federation, Head of the Department of Internal Medicine with courses in Family Medicine, Functional Diagnostics, Infectious Diseases, and Occupational Diseases at the Medical Faculty of the Moscow Haass Medical and Social Institute, 123056, Russia, Moscow, 2nd Brestskaya str., 5 s 1-1a; e-mail: dkorabelnikov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0459-0488, SPIN code: 7380-7790

Olisova Olga Yurievna — Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Head of the Department of Skin and Venereal Diseases named after V.A. Rakhmanov, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 119048, Moscow, Trubetskaya Street, 8, Building 2; olisova_o_yu@staff.sechenov.ru; ORCID: 0000-0003-2482-1754. Scopus Author ID: 55829948600. eLibrary SPIN-code: 2500-7989

Lamotkin Igor Anatolyevich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored doctor of the Russian Federation, Head of the Skin and Venereology Department of the N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Ministry of Defence of the Russian Federation, 105094, Russia, Moscow, Hospital Square 3; 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), 125080, Russia, Moscow, Volokolamsk Highway 11; e-mail: ilamotkin@mail.ru; SPIN code: 7153-3703; ORCID 0000-0001-7707-441X

Статья получена: 30.10.2025 г.

Принята к публикации: 25.12.2025 г.