

Способ оценки медико-экономической эффективности диагностики с применением алгоритмов маршрутизации пациентов на основании заключений моделей искусственного интеллекта

Д.И. Корабельников, А.И. Ламоткин

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

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

РЕЗЮМЕ

Цель: разработка и валидация способа оценки медико-экономической эффективности (МЭЭ) выявления целевых заболеваний (ЦЗ) с применением алгоритмов на основании заключений моделей искусственного интеллекта (ИИ) в условиях многоэтапной маршрутизации пациентов.

Материал и методы. Способ разработан на основе моделирования двух сценариев диагностической маршрутизации (с применением заключений программ ИИ и без него) с использованием данных 381 пациента со злокачественными и доброкачественными новообразованиями (ЗНО и ДНО, соответственно) кожи. Валидация проведена на примере заключений программы ИИ Derma Onko Check с предложенными ранее алгоритмами диагностики меланоцитарных опухолей кожи (n=230) с порогом алгоритма маршрутизации 62%. Составлены формулы для расчета коэффициента соотношения финансовых затрат (ФЗ), стоимости выявления одного случая ЦЗ, а также коэффициентов предотвратимых и потенциально предотвратимых ФЗ для визуализации результатов в

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

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

квадрантной матрице. Способ оценки учитывает не только предотвратимые ФЗ на медицинские вмешательства, но потенциально предотвратимые ФЗ (потери) от несвоевременного выявления ЦЗ.

Результаты. Применение алгоритмов диагностики на основе заключений программы ИИ Derma Onko Check продемонстрировало высокую МЭЭ. Коэффициент соотношения ФЗ составил 0,49, что означает снижение на 51% общих ФЗ на диагностику меланоцитарных опухолей кожи с использованием алгоритмов на основании заключений моделей ИИ по сравнению с традиционной диагностикой. Анализ предотвратимых и потенциально предотвратимых ФЗ показал снижение предотвратимых ФЗ на 59,0% ($R_{TC_AC}=0,41$) и потенциально предотвратимых ФЗ на 51,0% ($R_{TC_PAC}=0,49$), что соответствует расположению в оптимальной зоне эффективности при визуальной оценке с помощью квадрантной матрицы.

Заключение. Полученные результаты подтверждают методологическую обоснованность включения компонента ФЗ на лечение пропущенных случаев ЦЗ в обе части формулы R_{TC} для обеспечения корректной сопоставимости диагностических подходов с различной структурой ФЗ и клинических результатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

искусственный интеллект, диагностика, медико-экономическая эффективность, злокачественные новообразования кожи, доброкачественные новообразования кожи, меланома, опухоли кожи, прямые затраты, предотвратимые затраты, потенциально предотвратимые затраты

Для цитирования

Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Способ оценки медико-экономической эффективности диагностики с применением алгоритмов маршрутизации пациентов на основании заключений моделей искусственного интеллекта. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология*. 2026; [принятая рукопись]. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2026.358>.

Economic efficiency of diagnostics using artificial intelligence-assisted patient routing: an evaluation method

D.I. Korabelnikov, A.I. Lamotkin

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

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

ABSTRACT

Objective: To develop and validate a method for evaluating the economic efficiency of target disease (TD) diagnostics performed via artificial intelligence (AI)-assisted multi-stage patient routing.

Material and methods. The evaluation method was developed through a simulation of two diagnostic routing scenarios (with and without AI program output) based on data from 381 patients with malignant and benign skin neoplasms. This approach was validated using output of the Derma Onko Check AI program, employing previously proposed diagnostic algorithms for melanocytic skin tumors (n=230) at a 62% routing threshold. Formulas were derived to calculate the financial cost (FC) ratio, the cost of identifying one TD case, and coefficients for avoidable and potential avoidable costs to enable mapping within a quadrant matrix. The evaluation method factors in not only the avoidable costs of medical interventions but also the potential avoidable costs (losses) resulting from delayed TD detection.

Results. The implementation of diagnostic algorithms based on the output of the Derma Onko Check AI program demonstrated high economic efficiency. The FC ratio of 0.49 indicates a 51% reduction in the total FCs for melanocytic skin tumors compared to conventional diagnostics. The analysis of avoidable and potential avoidable costs revealed a 59.0% decrease in avoidable costs ($R_{TC_AC}=0.41$) and a 51.0% decrease in potential avoidable costs ($R_{TC_PAC}=0.49$). These results fall within the optimal efficiency zone of the quadrant matrix.

Conclusion. The obtained results validate factoring missed-case treatment costs into both parts of the R_{TC} formula. This ensures accurate comparability of diagnostic approaches with different FC structures and clinical outcomes.

KEYWORDS

artificial intelligence, diagnostics, economic efficiency, malignant skin neoplasms, benign skin neoplasms, melanoma, skin tumors, direct costs, indirect costs, avoidable costs, potential avoidable costs

For citation

Economic efficiency of diagnostics using artificial intelligence-assisted patient routing: an evaluation method. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoconomics and Pharmacoepidemiology*. 2026; [accepted manuscript] (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2026.358>.

Основные моменты	Highlights
Что уже известно об этой теме?	What is already known about the subject?
Социально значимые заболевания отличаются высокой смертностью и инвалидизацией населения, определяют значимую долю финансовых затрат на диагностику, лечение, реабилитацию	Socially significant diseases are characterized by high mortality and disability rates, accounting for a substantial portion of financial expenditures related to diagnosis, treatment, and rehabilitation
Технологии искусственного интеллекта (ИИ) применяются в клинической медицине, но отсутствуют стандартизированные методы оценки их медико-экономической эффективности	Although artificial intelligence (AI) technologies are integrated into clinical medicine, standardized methods for evaluating their economic efficiency have yet to be established
Традиционные методы оценки эффективности часто учитывают только прямые финансовые затраты на диагностику, игнорируя потенциально предотвратимые затраты от пропущенных случаев	Conventional methods for evaluating economic efficiency often factor in only direct diagnostic costs, overlooking potential avoidable costs associated with missed cases
Что нового дает статья?	What are the new findings?
Разработан комплексный способ оценки медико-экономической эффективности с симметричным учетом предотвратимых финансовых затрат на диагностику и потенциально предотвратимых финансовых затрат на дополнительную диагностику и лечение пропущенных случаев	A comprehensive method for evaluating economic efficiency was developed, symmetrically factoring in avoidable diagnostic costs and potential avoidable costs associated with additional diagnostics and missed-case treatment
Предложена квадрантная матрица для визуализации баланса предотвратимых и потенциально предотвратимых финансовых затрат при различных диагностических стратегиях	A quadrant matrix was proposed to visualize the balance between avoidable costs and potential avoidable costs for various diagnostic strategies
Как это может повлиять на клиническую практику в обозримом будущем?	How might it impact the clinical practice in the foreseeable future?

Обосновано приоритетное внедрение алгоритмов ИИ-диагностики в регионах с высокой нагрузкой на здравоохранение с потенциальной экономией бюджетных и внебюджетных средств	Prioritizing the implementation of diagnostic AI algorithms in regions with high oncology burden was justified by potential savings in public and extra-budgetary funds
Универсальность способа позволит объективно оценивать медико-экономическую эффективность ИИ при диагностике любых заболеваний, способствуя обоснованному выбору технологий для включения в клинические рекомендации и программы обязательного медицинского страхования	The versatility of this method enables an objective economic efficiency evaluation of AI integration into disease diagnostics, facilitating the informed selection of technologies for clinical guidelines and compulsory health insurance schemes
Квадрантная матрица и формулы для расчета упростят принятие управленческих решений о внедрении цифровых технологий на региональном и федеральном уровнях, стимулируя более широкое использование ИИ в клинической медицине и в целом в сфере здравоохранения	The quadrant matrix and proposed formulas streamline management decision-making regarding digital technology implementation at the regional and federal levels, fostering the broader adoption of AI in clinical medicine and healthcare

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Заболевания, соответствующие критериям, установленным в ст. 43 Федерального закона от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об охране здоровья граждан» (высокий уровень первичной инвалидности и смертности, снижение продолжительности жизни заболевших), и определяемые как социально значимые (перечень утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2004 г. № 715), представляют собой колоссальный ущерб для общества.

Злокачественные новообразования (ЗНО), в частности меланома кожи, входят в перечень социально значимых заболеваний и требуют больших финансовых затрат на диагностику, лечение, реабилитацию, профилактику преждевременной смертности и социальную поддержку пациентов. Комплексный подход к ведению таких пациентов обуславливает необходимость разработки и внедрения современных технологий профилактики и ранней диагностики, что позволит целенаправленно и успешно использовать экономические и медицинские ресурсы здравоохранения.

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в систему здравоохранения требует объективной оценки медико-экономической эффективности (МЭЭ) диагностики с их применением [1, 2]. Важно определить, является ли применение технологий ИИ экономически эффективным с точки зрения соотношения финансовых затрат (ФЗ) на

диагностику и достигнутых клинических результатов. При этом необходимо учитывать не только прямые ФЗ на медицинские вмешательства, но и потенциально предотвратимые ФЗ (потери), связанные с пропущенными случаями целевого заболевания (ЦЗ).

В предыдущей работе нами был предложен способ оценки эффективности выявления целевых заболеваний с использованием алгоритмов на основании заключений моделей ИИ [3]. Настоящее исследование является его продолжением и направлено на оценку МЭЭ с симметричным учётом предотвратимых и потенциально предотвратимых финансовых затрат.

Цель – разработка и валидация способа оценки МЭЭ выявления ЦЗ с применением алгоритмов на основании заключений моделей ИИ в условиях многоэтапной маршрутизации пациентов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIAL AND METHODS

Исходные данные / Initial data

Использованы медицинские данные 381 пациента с новообразованиями кожи, включая 291 случай доброкачественных (ДНО) и 90 случаев ЗНО. Данные были получены в ходе ранее проведенных клинических исследований эффективности программ ИИ *Derma Onko Check* и *Melanoma Check* [4, 5].

Для моделирования традиционной диагностики (без применения ИИ) применяли показатели точности (чувствительность и специфичность) диагностики врачами-специалистами (врачами общей практики (ВОП)/терапевтами, дерматовенерологами и онкологами), полученные при ранее проведенных клинических исследованиях [6–8].

Моделирование сценариев маршрутизации пациентов / Modeling patient routing scenarios

В рамках валидации способа оценки моделировали два сценария диагностической маршрутизации пациентов (**рис. 1**):

– сценарий 1 (без применения ИИ) – традиционная трехэтапная маршрутизация через ВОП/терапевта, дерматовенеролога и онколога без использования заключений моделей ИИ;

– сценарий 2 (с применением ИИ) – маршрутизация осуществляется в соответствии с алгоритмами диагностики на основе заключений программы ИИ с использованием порога алгоритма маршрутизации 62% (пациенты с вероятностью ЦЗ $\geq 62\%$ направляются напрямую к врачам-онкологам, пациенты с вероятностью ЦЗ $< 62\%$ – к врачам-дерматовенерологам [9–11]).

При этом под выявлением целевого заболевания (ЦЗ) понимается непосредственный результат идентификации ЦЗ у пациента на соответствующем этапе маршрутизации, а под диагностикой – общий термин, обозначающий сам процесс клинического обследования пациента врачами-специалистами (включая сбор анамнеза, осмотр и применение необходимых методов обследования), направленный на установление или исключение предварительного диагноза.

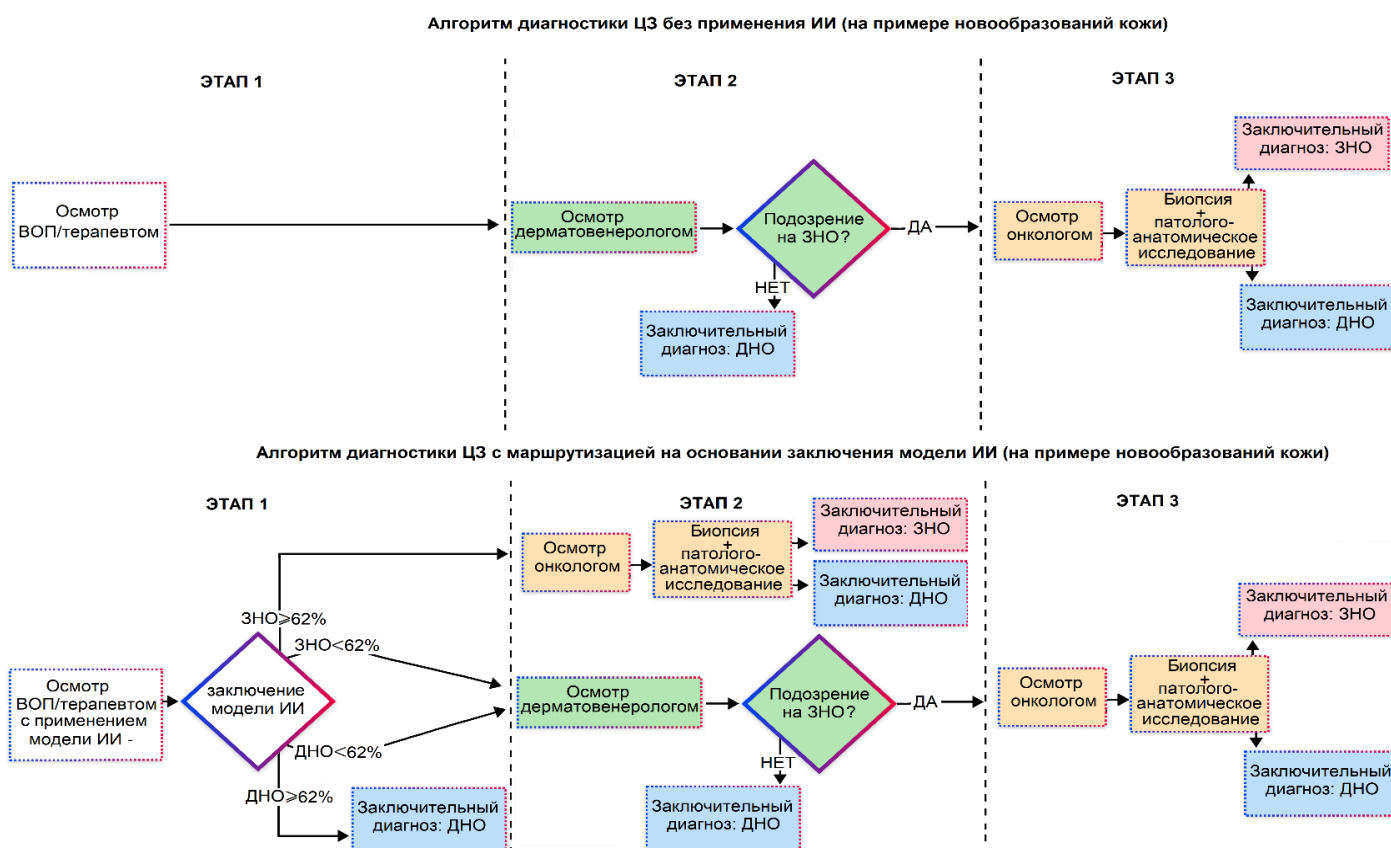


Рисунок 1. Маршрутизация пациентов при дифференциальной диагностике новообразований кожи:

а – алгоритм диагностики целевого заболевания без применения искусственного интеллекта; **б** – алгоритм диагностики целевого заболевания с маршрутизацией на основании заключения модели искусственного интеллекта.

ВОП – врач общей практики; ЗНО – злокачественное новообразование; ДНО – доброкачественное новообразование

Моделирование учитывало многоэтапность диагностического процесса, при котором на каждом этапе рассчитывали ФЗ и определяли долю пациентов, направляемых на следующий этап, исходя из показателей чувствительности и специфичности диагностики соответствующими врачами-специалистами.

Оценка ФЗ на каждом этапе диагностической маршрутизации является критически важной, поскольку стоимость медицинских вмешательств существенно различается в зависимости от врача-специалиста и объема исследований. Это делает поэтапный учет ФЗ необходимым условием для объективной оценки МЭЭ диагностического алгоритма.

Классификация случаев / Classification of cases

Все случаи выявления ЦЗ классифицированы следующим образом:

- ложноположительные (ЛП) случаи (англ. false positive, FP) – например, ДНО ошибочно идентифицировано как ЗНО;
- истинно положительные (ИП) случаи (англ. true positive, TP) – например, ЗНО правильно идентифицировано;
- ложноотрицательные (ЛО) случаи (англ. false negative, FN) – например, ЗНО не диагностировано, пропущено;
- истинно отрицательные (ИО) случаи (англ. true negative, TN) – например, ДНО правильно идентифицировано.

Принципы формирования расходной части / Principles of expenditure part formation

При разработке способа оценки МЭЭ диагностики с использованием алгоритмов на основе заключений моделей ИИ осуществлен тщательный отбор параметров, включаемых в расчетные формулы. Данный подход основан на понимании того, что общие ФЗ на диагностику при применении моделей ИИ и без него могут иметь принципиально различную структуру.

Расходная часть метода формируется на основе трех ключевых компонентов ФЗ: на обследование ЛП случаев ЦЗ, на обследование ИО случаев ЦЗ и на лечение ЛО случаев ЦЗ. Каждый компонент учитывает многоэтапность диагностического процесса и различную стоимость медицинских вмешательств на разных этапах маршрутизации пациентов.

Необоснованные ФЗ – это ФЗ, которых можно было избежать при более точной и ранней диагностике: ФЗ на направление пациентов с ДНО, имеющими клинические и дерматоскопические признаки доброкачественности, к врачам-специалистам (ЛП и ИО случаи) и ФЗ на проведение морфологического исследования, а также ФЗ на диагностику и лечение пропущенных ЗНО, диагностированных впоследствии на поздних стадиях заболевания с существенно более высокой стоимостью лечения.

Необоснованными ФЗ считаются исключительно ФЗ на диагностику новообразований с клиническими и дерматоскопическими признаками

доброкачественности, таким образом, ФЗ на диагностику клинических случаев с признаками злокачественности или предраковыми заболеваниями не расцениваются как необоснованные ФЗ вне зависимости от окончательного морфологического заключения.

Например, если новообразование по клинической картине и дерматоскопическим критериям соответствует диспластическому невусу или иному пограничному состоянию и направляется на морфологическое исследование, но по результатам последнего не подтверждается злокачественный характер, такой случай не включается в категорию ложноположительных и не расценивается как необоснованные ФЗ, поскольку обследование было обусловлено наличием объективных клинических показаний.

Обоснованные ФЗ соответствуют фактически выявленным случаям ЦЗ и являются необходимыми расходами системы здравоохранения.

Учет ЛП случаев

При маршрутизации пациентов с нецелевыми заболеваниями, ошибочно классифицированными как ЦЗ, возникают необоснованные ФЗ на медицинские вмешательства. Данная категория финансовых затрат оказывает прямое влияние на МЭЭ диагностического алгоритма и включена в соответствующие расчётные формулы. В качестве примера можно указать следующее: в случае направления пациента с ДНО к врачу-онкологу и последующего выполнения биопсии с прижизненным патолого-анатомическим исследованием, по результатам которого злокачественный характер процесса не подтверждается, возникающие финансовые затраты можно минимизировать при надлежащей первичной диагностике.

Принципиально важным и ключевым в разделении случаев является следующее: к категории ЛП случаев относятся исключительно случаи направления пациентов с новообразованиями, морфологически верифицированными как доброкачественные и не имеющими объективных клинических или дерматоскопических критериев, указывающих на злокачественную трансформацию либо пограничный характер процесса. Направление на гистологическое исследование при наличии таковых критериев (в частности, при выявлении дерматоскопических и клинических признаков злокачественности, соответствующих, например, диспластическому невусу с высоким риском малигнизации) расценивается как клинически обоснованное вне зависимости от окончательного морфологического заключения. Подобные случаи не включаются в расчет ЛП результатов и, соответственно, не учитываются при определении необоснованных ФЗ. В настоящем исследовании указанный принцип соблюдался в полном объёме: ни один случай с

клинически обоснованным направлением на биопсию при наличии визуальных признаков злокачественности не был отнесён к категории ЛП результатов.

Учет ИО случаев

Оказание медицинской помощи пациентам с вероятностью наличия ЦЗ ниже порога алгоритма маршрутизации, правильно идентифицированных моделью ИИ, также связано с необоснованными ФЗ, поскольку такие пациенты направляются к профильным врачам-специалистам, которые могут, в свою очередь, ошибочно диагностировать ЦЗ. Данный компонент расходной части является принципиально важным, поскольку даже при правильной классификации случаев как нецелевых заболеваний система здравоохранения несет определенные ФЗ на их диагностику.

Учет ЛО случаев

ФЗ на лечение ЛО (недиагностированных, пропущенных) случаев ЦЗ представляют собой особую категорию финансово-экономических потерь. Несвоевременная диагностика заболеваний может приводить к их выявлению на более поздних стадиях, что существенно увеличивает стоимость лечения и ухудшает прогноз для пациента. Данная категория ФЗ критически важна для объективной оценки МЭЭ алгоритма диагностики. Для социально значимых заболеваний, к которым относятся ЗНО, экономический ущерб от пропущенных случаев включает не только прямые ФЗ на лечение поздних стадий, но и косвенные потери, связанные с временной нетрудоспособностью, инвалидностью и преждевременной смертностью трудоспособного населения.

Разработка формул / Formula development

На основе результатов моделирования маршрутизации разработаны формулы для комплексной оценки МЭЭ диагностики с применением моделей ИИ. Методология создания формул базировалась на нескольких принципах.

Анализ структуры ФЗ

На первом этапе проанализирована структура ФЗ при каждом из сценариев маршрутизации. Выявлено, что ФЗ формируются из трех основных компонентов: ФЗ на обследование ЛП случаев (AC_{FP}), ФЗ на обследование ИО случаев (AC_{TN}) и ФЗ на лечение ЛО (не диагностированных, пропущенных) случаев (PAC_{ND}).

Учет многоэтапности диагностики (маршрутизации)

Поскольку алгоритм диагностики представляет собой многоэтапный процесс маршрутизации пациентов (ВОП/терапевт → врач-дерматовенеролог → врач-онколог → биопсия с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием), каждый компонент ФЗ был декомпозирован на составляющие на каждом этапе маршрутизации. Это позволило учесть различную стоимость медицинских вмешательств на разных этапах диагностики и отразить каскадный характер направлений пациентов.

Моделирование потоков пациентов

Для каждой категории пациентов (ИП, ЛП, ИО, ЛО) с учетом порога алгоритма маршрутизации 62% смоделированы потоки через диагностический алгоритм. Количество пациентов на каждом последующем этапе рассчитывали как произведение количества пациентов на предыдущем этапе маршрутизации на показатели чувствительности/специфичности диагностики соответствующим врачом-специалистом.

Решение проблемы сопоставимости

Для обеспечения корректного сравнения сценариев с различным балансом между предотвратимыми ФЗ на диагностику и потенциально предотвратимыми ФЗ (потерями) от пропущенных случаев в формулу расчета коэффициента соотношения ФЗ (R_{TC}) введен компонент ФЗ на лечение пропущенных случаев ЦЗ (CpP) – как в числитель, так и в знаменатель. Это создало единую систему оценки с учетом всех последствий (ФЗ) результатов диагностики.

Валидация формул

Разработанные формулы были апробированы на данных клинических исследований программ ИИ Derma Onko Check и Melanoma Check, что позволило верифицировать их применимость для реальных условий клинической практики.

Принципы разработки способа оценки / Principles for developing evaluation method

При разработке способа оценки МЭЭ диагностики с использованием алгоритмов на основе заключений моделей ИИ осуществлен тщательный отбор параметров, включаемых в расчетные формулы. Данный подход основан на понимании того, что полные затраты диагностического сценария при применении заключений моделей ИИ и без него могут иметь принципиально различную структуру.

В рамках разработки предлагаемого способа оценки МЭЭ диагностики с применением алгоритмов маршрутизации пациентов на основании заключений моделей

ИИ авторами предложена классификация прямых и косвенных медицинских затрат (**табл. 1**).

Таблица 1. Медико-экономическая эффективность способа диагностики (Корабельников Д.И., Ламоткин А.И., 2026)

Table 1. Economic efficiency of a diagnostic method (Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I., 2026)

Вид МЭЭ / Type of economic efficiency	Прямые медицинские затраты / Direct medical costs	Косвенные медицинские затраты / Indirect medical costs
Фактическая МЭЭ / Actual EE	<i>Общие затраты / Total costs</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> – Предотвратимые затраты / Avoidable costs – Предотвратимые затраты на одного пациента / Avoidable costs per patient – Стоимость на одного пациента / Cost per patient 	<ul style="list-style-type: none"> – Фактические выплаты пособия по временной нетрудоспособности (СФР) пациентов с несвоевременно выявленными (пропущенными) случаями ЦЗ / Actual temporary disability benefits (Social Fund of Russia) for patients with delayed detection (missed cases) of TD – Фактические выплаты по инвалидности (СФР), установленной вследствие прогрессирования ЦЗ и развития его осложнений при поздней диагностике ЦЗ / Actual disability benefits (Social Fund of Russia) associated with TD progression and the onset of complications due to delayed diagnosis – Фактические потери ВВП от преждевременной смертности и инвалидизации трудоспособного населения / Actual losses in GNP due to premature mortality and disability among the working-age population
Потенциальная МЭЭ / Potential EE	<i>Потенциальные общие затраты / Potential total costs</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> – Потенциально предотвратимые затраты / Potential avoidable costs – Потенциально предотвратимые затраты на одного пациента / Potential avoidable costs per patient – Потенциальная стоимость на одного пациента / Potential cost per patient 	<ul style="list-style-type: none"> – Потенциальные потери от выплат пособия по временной нетрудоспособности (СФР) при несвоевременно выявленных (пропущенных) случаях ЦЗ / Potential expenditures for temporary disability benefits (Social Fund of Russia) associated with delayed detection (missed cases) of TD – Потенциальные потери от выплат по инвалидности (СФР), установленной вследствие прогрессирования ЦЗ и развития его осложнений при поздней диагностике ЦЗ / Potential expenditures for disability benefits (Social Fund of Russia) associated with TD progression and the onset of complications due to delayed diagnosis – Потенциальные потери ВВП от преждевременной смертности и инвалидизации трудоспособного населения / Potential losses in GNP due to premature mortality and disability among the working-age population

Примечание. МЭЭ – медико-экономическая эффективность; СФР – Социальный фонд России; ЦЗ – целевое заболевание; ВВП – валовой национальный продукт.

Note. EE – economic efficiency; SFR – Social Fund of Russia; TD – target disease; GNP – gross national product.

Прямые медицинские затраты (англ. direct medical costs, DMC) – затраты непосредственно на проведение диагностических вмешательств: осмотры врачей-

специалистов, лабораторные и инструментальные исследования, биопсия и патолого-анатомические исследования.

Косвенные медицинские затраты (англ. indirect medical costs, ИМС) – финансово-экономические потери системы здравоохранения и общества, не связанные непосредственно с проведением диагностических вмешательств (потери от временной нетрудоспособности, инвалидности и преждевременной смертности трудоспособного населения, обусловленные несвоевременным выявлением ЦЗ).

Общие затраты (англ. total costs, ТС) – суммарные ФЗ диагностического сценария, включающие предотвратимые затраты и потенциально предотвратимые затраты на дополнительную диагностику и лечение пропущенных случаев ЦЗ.

Предотвратимые затраты (англ. avoidable costs, АС) – ФЗ на проведение необоснованных диагностических вмешательств (осмотры, биопсии, исследования), обусловленных ЛП результатами диагностики. Данные затраты могут быть исключены при повышении специфичности диагностического метода без ущерба для выявляемости ЦЗ.

Предотвратимые затраты на одного пациента (англ. avoidable costs per patient, АСрР) – ФЗ на необоснованные диагностические вмешательства, обусловленные ЛП результатами, приходящиеся на одного пациента в выборке. Рассчитываются как отношение предотвратимых затрат к общему числу пациентов в выборке.

Стоимость на одного пациента (англ. cost per patient, СрР) – ФЗ, приходящиеся на одного пациента в рамках конкретного диагностического сценария (с применением алгоритмов ИИ или без них).

Потенциально предотвратимые затраты (англ. potential avoidable costs, РАС) – затраты на дополнительную диагностику и лечение случаев ЦЗ, пропущенных (не диагностированных своевременно), которые поступают в медицинские организации на более поздних стадиях, что существенно увеличивает стоимость выявления (за счет дополнительного объема диагностики из-за развития заболевания) и лечения. В отличие от предотвратимых затрат (на необоснованные диагностические вмешательства), данные затраты лишь потенциально могут быть снижены при ранней диагностике, поскольку это зависит от чувствительности метода и клинических факторов.

Потенциально предотвратимые затраты на одного пациента (англ. potential avoidable costs per patient, РАСрР) – финансовые затраты на дополнительную диагностику и лечение пропущенных случаев ЦЗ, приходящиеся на одного пациента в выборке. Рассчитываются как отношение потенциально предотвратимых затрат к общему числу пациентов в выборке.

Методологическое решение проблемы сопоставимости / Methodological solution to the problem of comparability

При сравнении двух сценариев диагностики (с применением ИИ и без него) может возникнуть ситуация, когда один сценарий демонстрирует меньшие общие ФЗ на медицинские вмешательства, но при этом имеет большее количество пропущенных случаев ЦЗ. Например:

– сценарий 1 (без ИИ) – ФЗ на диагностику выше из-за большего числа правильных направлений на дополнительные медицинские вмешательства, но количество пропущенных случаев существенно ниже;

– сценарий 2 (с ИИ) – ФЗ на диагностику могут быть ниже, но количество пропущенных случаев ЦЗ может быть выше из-за неправильно выбранного порога алгоритма маршрутизации или при низкой эффективности самой модели ИИ.

Формальное сравнение только прямых ФЗ на диагностику в такой ситуации приводит к ошибочному выводу об МЭЭ сценария 2, игнорируя значительные скрытые ФЗ на лечение более поздних стадий заболевания. Для обеспечения корректного сравнения диагностических подходов в формулу расчета коэффициента соотношения ФЗ (R_{TC}) введен идентичный компонент ФЗ на лечение пропущенных случаев (CrP) – как в числитель, так и в знаменатель.

При включении CrP в обе части соотношения создается единая система для оценки экономической эффективности, в которой учитываются не только прямые ФЗ на медицинские вмешательства, но и потенциально предотвратимые ФЗ вследствие ошибок диагностики. Этот компонент выполняет функцию нормализующего фактора, который уравнивает сравниваемые подходы по полному спектру последствий – ФЗ на диагностику.

Важно отметить, что точность расчета абсолютных значений CrP не является критичной для корректности итогового сравнения, поскольку данный параметр присутствует в формуле как константа, одинаково влияющая на числитель и знаменатель. Методологически значимым является сам факт учета этих ФЗ, а не их абсолютная величина. Данный подход позволяет избежать систематической ошибки при сравнении диагностических стратегий с различным балансом между ФЗ на диагностику и количеством пропущенных случаев.

Таким образом, включение CrP в обе части формулы представляет собой методологически обоснованное решение проблемы сопоставимости диагностических подходов (сценариев), обеспечивающее корректную МЭЭ вне зависимости от структуры ФЗ и клинических результатов каждого из сравниваемых диагностических подходов.

Расчет МЭЭ диагностики / Calculation of efficiency of diagnostics

Базовые экономические показатели

Стоимость медицинских услуг согласно Тарифному соглашению на оплату медицинской помощи, оказываемой по Территориальной программе обязательного медицинского страхования города Москвы на 2025 год (утверждено 28 декабря 2024 г.)¹ представлена в **таблице 2**, средняя стоимость лечения меланомы кожи по стадиям – в **таблицах 3, 4**. Коэффициенты в таблицах отражают средневзвешенную частоту оказания каждой медицинской услуги на одного пациента в рамках соответствующей стадии меланомы кожи и рассчитаны на основе экспертного опроса. Опрос проводился среди трех независимых экспертов-онкологов со стажем работы по специальности более 20 лет, практикующих в крупных федеральных и региональных онкологических центрах. Эксперты оценивали реальную клиническую практику в соответствии с действующими клиническими рекомендациями «Меланома кожи и слизистых оболочек» (2025 г.)².

Таблица 2. Стоимость медицинских услуг по Территориальной программе обязательного медицинского страхования города Москвы на 2025 год (ОМС 2025)

Table 2. Costs of medical services under the Moscow City Compulsory Health Insurance Scheme for 2025 (CHI 2025)

№ / No.	Наименование медицинской услуги / Medical service	Код услуги / Service code	Тариф ОМС 2025, руб. / CHI 2025 tariff, rub.	Коэффициент / Coefficient	Взвешенная стоимость, руб. / Weighted cost, rub.
1	Прием врача-онколога лечебно-диагностический, первичный, амбулаторный / Initial outpatient oncology consultation for diagnosis and treatment	1191	268,59	1,0	268,59
2	Прием врача-дерматовенеролога лечебно-диагностический, первичный, амбулаторный / Initial outpatient dermatology consultation for diagnosis and treatment	1331	324,05	1,0	324,05
3	Осмотр кожи под увеличением (дерматоскопия) / Dermoscopic skin examination	13010	142,71	1,0	142,71

¹ <https://base.garant.ru/411501273>.

² https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/921_1.

4	Биопсия 5-й категории сложности без дополнительных методов исследования / Complexity level 5 biopsy without additional diagnostic studies	29005	2558,08	2,5	6395,20
---	---	-------	---------	-----	---------

Таблица 3. Взвешенная стоимость медицинских услуг при лечении меланомы кожи (C43), стадии I–II (локальное заболевание)

Table 3. Weighted cost of medical services for skin melanoma (C43), stages I–II (localized disease)

№ / No.	Наименование медицинской услуги / КСГ // Medical service / DRG	Код ОМС / CHI code	Тариф ОМС 2025, руб. / CHI 2025 tariff, rub.	Коэффициент / Coefficient	Взвешенная стоимость, руб. / Weighted cost, rub.
<i>А. Амбулаторная медицинская помощь / A. Outpatient care</i>					
1	Прием врача-онколога лечебно-диагностический, первичный, амбулаторный / Initial outpatient oncology consultation for diagnosis and treatment	1191	268,59	1,0	268,59
2	Прием врача-онколога лечебно-диагностический, повторный, амбулаторный / Follow-up outpatient oncology consultation for diagnosis and treatment	1192	180,10	3,0	540,30
3	Онкологический консилиум (определение тактики лечения) / Multidisciplinary tumor board (treatment strategy planning)	1781	6165,23	1,0	6165,23
4	Онкологический консилиум (изменение тактики лечения) / Multidisciplinary tumor board (treatment strategy adjustment)	1782	1177,00	0,1	117,70
Итого по разделу А: 7091,82 руб. / Total for section A: 7,091.82 rub.					
<i>Б. Диагностические исследования / B. Diagnostic procedures</i>					
1	Осмотр кожи под увеличением (дерматоскопия) / Dermoscopic skin examination	13010	142,71	1,0	142,71
2	УЗИ мягких тканей, лимфатических узлов (одна зона) / US of soft tissues and lymph nodes (single region)	40054	130,34	2,5	325,85
3	Биопсия 5-й категории сложности без	29005	2558,08	2,5	6395,20

	дополнительных методов исследования / Complexity level 5 biopsy without additional diagnostic studies				
4	ИГХ-исследование (один маркер: Melan-A, HMB-45, SOX-10) / ИHC (single marker: Melan-A, HMB-45, SOX-10)	29007	3355,28	0,4	1342,11
5	КТ одной анатомической области / Single-region CT scan	37048	6244,73	2,5	15 611,83
6	МРТ одной анатомической области / Single-region MRI scan	37049	9366,54	1,0	9366,54
Итого по разделу Б: 33 184,24 руб. / Total for section B: 33,184.24 rub.					
<i>В. Лечение (хирургическое вмешательство) / C. Treatment (surgical intervention)</i>					
1	Иссечение опухоли кожи с эксцизионной биопсией СЛУ или эксцизионная биопсия СЛУ с реэксцизией послеоперационного рубца / Skin tumor excision with SLN biopsy or SLN biopsy with surgical scar re-excision	200560	299 635,44	1,0	299 635,44
2	Реконструктивно-пластическое вмешательство при меланоме / Reconstructive and plastic surgery for melanoma	90007	210 367,00	0,3	63 110,10
Итого по разделу В: 362 745,54 руб. / Total for section C: 362,745.54 rub.					
ИТОГО (I–II стадии): 403 021,60 руб. / TOTAL (stages I–II): 403,021.60 RUB					

Примечание. КСГ – клинико-статистическая группа; ОМС – обязательное медицинское страхование; УЗИ – ультразвуковое исследование; ИГХ – иммуногистохимическое; КТ – компьютерная томография; МРТ – магнитно-резонансная томография; СЛУ – сигнальные лимфатические узлы.

Note. DRG – diagnosis-related group; CHI – compulsory health insurance; US – ultrasound; ИHC – immunohistochemistry; CT – computed tomography; MRI – magnetic resonance imaging; SLN – sentinel lymph node.

Таблица 4. Взвешенная стоимость медицинских услуг при лечении меланомы кожи (C43), стадии III–IV (местно-распространенное и метастатическое заболевание)

Table 4. Weighted cost of medical services for skin melanoma (C43), stages III–IV (locally advanced and metastatic disease)

№ / No.	Наименование медицинской услуги / КСГ // Medical service name / DRG	Код ОМС / CHI	Тариф ОМС 2025, руб. //	Кoeffи циент / Coeffici	Взвешенная стоимость, руб. /
------------	--	---------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

		code	CHI 2025 tariff, rub.	ent	Weighted cost, rub.
<i>А. Амбулаторная медицинская помощь / A. Outpatient care</i>					
1	Прием врача-онколога лечебно-диагностический, первичный, амбулаторный / Initial outpatient oncology consultation for diagnosis and treatment	1191	268,59	1,000	268,59
2	Прием врача-онколога лечебно-диагностический, повторный, амбулаторный / Follow-up outpatient oncology consultation for diagnosis and treatment	1192	180,10	1000	1801,00
4	Онкологический консилиум (определение тактики лечения) / Multidisciplinary tumor board (treatment strategy planning)	1781	6165,23	2,000	12 330,46
5	Онкологический консилиум (изменение тактики лечения) / Multidisciplinary tumor board (treatment strategy adjustment)	1782	1177,00	0,700	823,90
6	Онкологический консилиум (определение тактики обследования) / Multidisciplinary tumor board (diagnostic strategy)	1783	294,25	0,200	58,85
Итого по разделу А: 15 282,80 руб. / Total for section A: 15,282.80 rub.					
<i>Б. Диагностические исследования / B. Diagnostic procedures</i>					
1	Осмотр кожи под увеличением (дерматоскопия) / Dermoscopic skin examination	13010	142,71	1,000	142,71
2	Трепан-биопсия опухолей наружных локализаций, лимфатических узлов под визуальным контролем / Image-guided trephine biopsy of superficial tumors and lymph nodes	20003	3643,40	1,000	3643,40
3	Лечебно-диагностическая пункция под контролем УЗИ / US-guided diagnostic and therapeutic aspiration	40063	690,88	2,000	1381,76
4	УЗИ мягких тканей и лимфатических узлов (1 зона) / US of soft tissues and lymph nodes (single region)	40054	130,34	4,500	586,53
5	Биопсия 5-й категории сложности без дополнительных методов исследования / Complexity level 5 biopsy without additional diagnostic studies	29005	2558,08	4,000	10 232,32

6	ИГХ-исследование (1 маркер: Melan-A, HMB-45, SOX-10) / IHC (single marker: Melan-A, HMB-45, SOX-10)	29007	3355,28	0,500	1677,64
7	Молекулярно-генетический тест (мутация <i>BRAF</i>) / Molecular genetic testing (<i>BRAF</i> mutation)	29012	6208,91	1,000	6208,91
8	Молекулярно-генетический тест (мутации <i>KRAS/NRAS</i>) / Molecular genetic testing (<i>KRAS/NRAS</i> mutations)	29014	6 091,50	0,200	1 218,30
9	Определение активности лактатдегидрогеназы / Lactate dehydrogenase activity assay	26385	38,32	2,500	95,80
10	Исследование белка S100 (опухолевый маркер меланомы) / S100 protein assay (melanoma tumor marker)	23077	1 704,23	0,300	511,27
11	КТ одной анатомической области / Single-region CT scan	37048	6 244,73	1,800	11 240,51
12	МРТ одной анатомической области / Single-region MRI scan	37049	9 366,54	1,000	9 366,54
13	ПЭТ/КТ всего тела с ¹⁸ F-ФДГ / ¹⁸ F-FDG PET/CT (whole-body)	37060	41 409,00	0,300	12 422,70
Итого по разделу Б: 58 728,39 руб. / Total for section B: 58,728.39 rub.					
<i>В. Лечение (хирургическое вмешательство) / C. Treatment (surgical intervention)</i>					
1	Иссечение опухоли кожи с эксцизионной биопсией СЛУ или эксцизионная биопсия СЛУ с реэксцизией послеоперационного рубца / Skin tumor excision with SLN biopsy or SLN biopsy with surgical scar re-excision	200560	299 635,44	0,200	59 927,09
2	Реконструктивно-пластическое вмешательство при меланоме / Reconstructive and plastic surgery for melanoma	90007	210 367,00	0,100	21 036,70
Итого по разделу В: 80 963,79 руб. / Total for section C: 80,963.79 rub.					
<i>Г. Лечение (системная лекарственная терапия – базовый тариф ОМС) / D. Treatment (systemic therapy – base CHI tariff)</i>					
1	Дневной стационар онкологического профиля / Oncology day unit	97158	46 019,36	1,650	75 931,94
2	Круглосуточный стационар онкологического профиля / Inpatient oncology unit	81094	46 019,36	0,150	6902,90
Итого по разделу Г: 82 834,84 руб. / Total for section D: 82,834.84					

Д. Лекарственная биологическая (иммунотерапия и таргетная) терапия – программа ВЗН* / E. Biologic therapy (immunotherapy and targeted therapy) – HCC program*					
1	Пембролизумаб – иммунотерапия анти-PD-1 (200 мг 18 доз / 12 мес) // Pembrolizumab – anti-PD-1 immunotherapy (200 mg, 18 doses / 12 months)	ВЗН / HCC	1 742 400,00	0,285	496 584,00
2	Ниволумаб — иммунотерапия анти-PD-1 (480 мг × 13 доз / 12 мес) / Nivolumab – anti-PD-1 immunotherapy (480 mg × 13 doses / 12 months)	ВЗН / HCC	2 663 356,80	0,190	506 037,79
3	Ипилимумаб + ниволумаб – комбинированная иммунотерапия (индукция 4 цикла / 12 мес) // Ipilimumab + nivolumab – combination immunotherapy (4 induction cycles / 12 months)	ВЗН / HCC	3 774 911,92	0,190	717 233,26
4	Дабрафениб + траметиниб – таргетная терапия мутаций V600 в гене <i>BRAF</i> (ежедневно / 12 мес) // Dabrafenib + trametinib – targeted therapy for <i>BRAF</i> V600 mutations (daily / 12 months)	ВЗН / HCC	2 910 000,00	0,285	829 350,00
Итого по разделу Д: 2 549 205,05 руб. / Total for section E: 2,549,205.05 rub.					
ИТОГО (III–IV стадии): 2 787 014,87 руб. / TOTAL (stages III–IV): 2,787,014.87 rub.					

Примечание. КСГ – клинико-статистическая группа; ОМС – обязательное медицинское страхование; УЗИ – ультразвуковое исследование; ИГХ – иммуногистохимическое; КТ – компьютерная томография; МРТ – магнитно-резонансная томография; ПЭТ/КТ – позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией; ФДГ – фтордезоксиглюкоза; СЛУ – сигнальные лимфатические узлы; ВЗН – программа «14 высокозатратных нозологий». * Все препараты раздела Д финансируются по программе ВЗН – бесплатно для пациента, за счет федерального бюджета.

Note. DRG – diagnosis-related group; CHI – compulsory health insurance; US – ultrasound; IHC – immunohistochemistry; CT – computed tomography; MRI – magnetic resonance imaging; PET/CT – positron emission tomography/computed tomography; FDG – fluorodeoxyglucose; SLN – sentinel lymph node; HCC – 14 High-Cost Conditions program. * All medications in Section E are covered by the HCC program; they are provided at no cost to the patient and are fully subsidized by the federal budget.

Расчеты для раздела Д таблицы 4 проводились по формуле:

$$Pr_{Tr}^{\circ} = T \times Cfr,$$

где P_{Tr}^{ω} – взвешенная стоимость лекарственной терапии; Т – тариф на оплату противоопухолевых лекарственных препаратов для программы «14 высокочатратных нозологий», стоимость полного 12-месячного курса³.

Коэффициент Cfr (частота назначения на один случай ЦЗ) в этом разделе – составной:

$$Cfr = Sh_{Tr1} \times Fd,$$

где Sh_{Tr1} – доля пациентов, которым назначен данный вид терапии (Tr1), от всех пациентов, проходящих лечение на этой стадии заболевания; Fd – доля фактически выполненной терапии от 12-месячной терапии).

Таким образом, 95% пациентов III–IV стадии получают биологическую (иммунотерапия и таргетная) терапию, 5% – получают химиотерапию.

Для валидации способа оценки МЭЭ использованы результаты диагностики меланоцитарных опухолей кожи с применением программы ИИ Derma Onko Check (n=230, порог маршрутизации 62%)⁴ (табл. 5) [4, 5]. Предложенный способ является универсальным и может быть применен для оценки МЭЭ диагностики любых ЦЗ.

Таблица 5. Распределение случаев по результатам диагностики меланоцитарных опухолей с применением программы искусственного интеллекта Derma Onko Check (n=230, порог маршрутизации 62%), n (%) [4, 5]

Table 5. Distribution of cases by diagnostic results for melanocytic tumors using Derma Onko Check AI software (n=230, 62% routing threshold), n (%) [4, 5]

Категория заключений программы ИИ / AI program output	Число случаев при вероятности ЦЗ $\geq 62\%$ / Cases with TD probability $\geq 62\%$	Число случаев при вероятности ЦЗ $< 62\%$ / Cases with TD probability $< 62\%$	Итого / Total
ИП (ЗНО верное) / TP (MN, accurate)	31 (13,5)	6 (2,6)	37 (16,1)
ЛП (ДНО неверное) / FP (BN, inaccurate)	11 (4,8)	8 (3,5)	19 (8,3)
ИО (ДНО верное) / TN (BN, accurate)	165 (71,7)	7 (3,1)	172 (74,8)

³ <https://base.garant.ru/411501273>.

⁴ Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025624714 Российская Федерация. База данных новообразований кожи : заявл. 16.10.2025 : опубл. 27.10.2025 / Д.И. Корабельников, А.И. Ламоткин; заявитель Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Московский медико-социальный институт имени Ф.П. Газа».

ЛО (ЗНО неверное) / FN (MN, inaccurate)	1 (0,4)	1 (0,4)	2 (0,8)
Всего / Total	208 (90,4)	22 (9,6)	230 (100)

Примечание. ИИ – искусственный интеллект; ЦЗ – целевое заболевание; ИП – истинно положительный случай; ЛП – ложноположительный случай; ИО – истинно отрицательный случай; ЛО – ложноотрицательный случай; ЗНО – злокачественное новообразование; ДНО – доброкачественное новообразование.

Note. AI – artificial intelligence; TD – target disease; TP – true positive; FP – false positive; TN – true negative; FN – false negative; MN – malignant neoplasm; BN – benign neoplasm.

Характеристики точности диагностики врачами-специалистами, использованные при моделировании, представлены в **таблице 6**. Чувствительность диагностики злокачественных новообразований кожи составила: 44,60% для ВОП/терапевтов, 79,20% для дерматовенерологов и 66,86% для онкологов [4]. Данные показатели отражают реальную точность специалистов первичного и специализированного звеньев здравоохранения.

Таблица 6. Чувствительность, специфичность и точность диагностики врачами-специалистами, % [7]

Table 6. Diagnostic performance of specialists: sensitivity, specificity, and accuracy, % [7]

Врачи-специалисты / Specialists	Чувствительность / Sensitivity	Специфичность / Specificity	Точность / Accuracy
Онкологи / Oncologists	66,86	78,00	72,43
ВОП/терапевты // GP/ therapists	44,60	49,40	47,00
Дерматовенерологи // Dermatologists/venerologists	79,20	77,20	78,20

Примечание. ВОП – врач общей практики.

Note. GP – general practitioner.

Для примера экстраполяции результатов на региональный уровень использованы данные о заболеваемости меланомой кожи (С43) в г. Москве в 2024 г. (**таблица 7**). Общее число новых случаев составило 1628, из них 57,6% диагностированы на I стадии, 27,6% – на II стадии, 7,1% – на III стадии и 7,7% – на IV стадии [9]. Диагностика на поздних стадиях обуславливает наибольшие потенциально предотвратимые ФЗ.

Таблица 7. Распределение выявленных случаев меланомы кожи (C43) по стадиям в г. Москве в 2024 г. [12]

Table 7. Distribution of newly diagnosed skin melanoma cases (C43) by stage in Moscow, 2024 [12]

Показатель / Parameter	Значение / Value
Общее число новых случаев меланомы кожи (C43), n / Total number of newly diagnosed skin melanoma cases (C43), n	1628
Доля диагностированных случаев, % / Proportion of diagnosed cases, %	100
на I стадии / stage I	57,6
на II стадии / stage II	27,6
на III стадии / stage III	7,1
на IV стадии / stage IV	7,7
Доля морфологической верификации меланомы, % / Proportion of microscopically verified cases, %	99,6

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Формула 1 / Formula 1

Формула для расчета коэффициента отношения ФЗ на диагностику ЦЗ с применением алгоритмов на основании заключений моделей ИИ и ФЗ на диагностику ЦЗ без применения моделей ИИ:

– полная (развернутая) формула:

$$R_{TC} = \frac{TC_{ai}}{TC_{nai}} = \frac{N_{FP \geq t} \times DMC_{FP \geq t} + \sum_{i=1}^n (N_i^{FP \geq t} \times DMC_i^{FP \geq t}) + N_{FP < t} \times DMC_{FP < t} + \sum_{m=1}^n (N_m^{FP < t} \times DMC_m^{FP < t}) + N_{TN < t} \times DMC_{TN < t} + \sum_{k=1}^n (N_k^{TN < t} \times DMC_k^{TN < t}) + (N_{FN \geq t} + (\sum_{s=1}^n N_s^{FN < t}) + (\sum_{f=1}^n N_f^{TP \geq t}) + (\sum_{p=1}^n N_p^{TP < t})) \times CpP}{\sum_{r=1}^n (N_r^{FPnai} \times DMC_r^{FPnai}) + (\sum_{j=1}^n N_j^{FNnai}) \times CpP}$$

– сокращенная формула:

$$R_{TC} = \frac{TC_{ai}}{TC_{nai}} = \frac{AC_{FP}^{ai} + AC_{TN}^{ai} + PAC_{ND}^{ai}}{AC_{FP}^{nai} + PAC_{ND}^{nai}},$$

где R_{TC} – коэффициент отношения ФЗ на диагностику ЦЗ с применением моделей ИИ и ФЗ на диагностику ЦЗ без применения моделей ИИ (показывает, сколько ФЗ на диагностику ЦЗ с применением моделей ИИ приходится на 1 руб. ФЗ на диагностику ЦЗ без применения моделей ИИ); TC_{ai} – общие ФЗ на диагностику ЦЗ с применением моделей ИИ (руб.); TC_{nai} – общие ФЗ на диагностику ЦЗ без применения моделей ИИ (руб.); AC_{FP}^{ai} – предотвратимые ФЗ на диагностику ЛП случаев ЦЗ при применении моделей ИИ (руб.); AC_{TN}^{ai} – предотвратимые ФЗ на диагностику ИО случаев ЦЗ при применении ИИ (руб.); PAC_{ND}^{ai} – потенциально предотвратимые ФЗ на ЛО (недиагностированные, пропущенные) случаи ЦЗ при применении ИИ (руб.); AC_{FP}^{nai} – предотвратимые ФЗ на диагностику ЛП случаев ЦЗ без применения ИИ (руб.); PAC_{ND}^{nai} – потенциально предотвратимые ФЗ на ЛО (недиагностированные, пропущенные) случаи ЦЗ при диагностике без применения ИИ (руб.); \sum – сумма (набора чисел), сумма ряда; n – количество этапов маршрутизации алгоритма диагностики (каждый этап – это осмотр врачом-специалистом с проведением медицинских вмешательств по его назначению или без него).

Таким образом, общие ФЗ на диагностику ЦЗ как с применением моделей ИИ (TC_{ai}), так и без него (TC_{nai}) могут быть выражены через сумму ФЗ на диагностику ЛП, ИО и ЛО случаев.

Для более детального анализа каждый из компонентов полной (развернутой) формулы 1 для расчета коэффициента соотношения ФЗ приведена дальнейшая детализация с учетом пороговых значений вероятности, устанавливаемых алгоритмом маршрутизации, а также многоэтапности диагностического процесса.

Ниже приведены развернутые выражения для отдельных составляющих числителя и знаменателя полной (развернутой) формулы 1:

Формула 2 / Formula 2

Формула для расчета ФЗ на диагностику ЛП случаев ЦЗ при применении моделей ИИ:

$$AC_{FP}^{ai} = N_{FP \geq t} \times DMC_{FP \geq t} + \sum_{i=1}^n (N_i^{FP \geq t} \times DMC_i^{FP \geq t}) + N_{FP < t} \times DMC_{FP < t} + \sum_{m=1}^n (N_m^{FP < t} \times DMC_m^{FP < t})$$

где AC_{FP}^{ai} – предотвратимые ФЗ на диагностику ЛП случаев ЦЗ при применении моделей ИИ (руб.); $N_{FP \geq t}$ – количество ЛП случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была равна или выше порога алгоритма маршрутизации; $DMC_{FP \geq t}$ – прямые медицинские ФЗ на диагностику ЛП случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была равна или выше порога алгоритма маршрутизации (руб.); $N_i^{FP \geq t}$ – количество ЛП случаев ЦЗ на i -м этапе маршрутизации, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была равна или выше порога алгоритма маршрутизации (определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ЛП случаев ЦЗ предыдущего этапа диагностики на долю ЛП случаев ЦЗ при диагностике врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации); $DMC_i^{FP \geq t}$ – прямые медицинские ФЗ на диагностику на i -м этапе маршрутизации для ЛП случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была равна или выше порога алгоритма маршрутизации (руб.); $N_{FP < t}$ – количество ЛП случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации; $DMC_{FP < t}$ – прямые медицинские ФЗ на диагностику для ЛП случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации (руб.); $N_m^{FP < t}$ – количество ЛП случаев ЦЗ на m -м этапе маршрутизации, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации (определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ЛП случаев ЦЗ предыдущего этапа маршрутизации на долю ЛП случаев ЦЗ при диагностике врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации); $DMC_m^{FP < t}$ – прямые медицинские ФЗ на диагностику ЦЗ на m -м этапе маршрутизации для ЛП случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации (руб.); \sum – сумма (набора чисел), сумма ряда; n – количество этапов маршрутизации алгоритма диагностики (каждый этап – это осмотр

врачом-специалистом с проведением медицинских вмешательств по его назначению или без него).

Это ФЗ на обследование пациентов с заболеваниями (например, ДНО), которые программа ИИ ошибочно классифицировала как ЦЗ (например, ЗНО). Такие пациенты проходят необоснованные дорогостоящие медицинские вмешательства, например осмотры врачей-онкологов, биопсию с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием. К примеру, пациент с невусом направлен по заключению модели ИИ на осмотр к врачу-онкологу с подозрением на меланому кожи, проведена биопсия с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием, подтвержден доброкачественный характер новообразования.

Формула 3 / Formula 3

Формула для расчета ФЗ на диагностику ИО случаев ЦЗ при применении ИИ:

$$AC_{TN}^{ai} = N_{TN < t} \times DMC_{TN < t} + \sum_{k=1}^n (N_k^{TN < t} \times DMC_k^{TN < t})$$

где AC_{TN}^{ai} – предотвратимые ФЗ на диагностику ИО случаев ЦЗ при применении ИИ (руб.); $N_{TN < t}$ – количество ИО случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации; $DMC_{TN < t}$ – прямые медицинские ФЗ на диагностику для ИО случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации (руб.); $N_k^{TN < t}$ – количество ИО случаев ЦЗ на k-м этапе маршрутизации, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации (определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ИО случаев ЦЗ предыдущего этапа маршрутизации на долю ЛП случаев диагностики ЦЗ врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации); $DMC_k^{TN < t}$ – прямые медицинские ФЗ на диагностику на k-м этапе маршрутизации для ИО случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации (руб.); \sum – сумма (набора чисел), сумма ряда; n – количество этапов маршрутизации алгоритма диагностики (каждый этап – это осмотр врачом-специалистом с проведением медицинских вмешательств по его назначению или без него).

Это ФЗ на обследование пациентов с заболеваниями (например, ДНО), которые программа ИИ правильно классифицировала как нецелевое заболевание (в данном примере – ДНО), но в соответствии с алгоритмом диагностической маршрутизации требуют подтверждения у врача-специалиста (например, врача-дерматовенеролога). Обычно это случаи с вероятностью наличия ЦЗ ниже порога алгоритма маршрутизации, но требующие дополнительной верификации. Например, модель ИИ оценила новообразование как ДНО с вероятностью 50%, пациент направлен на осмотр к врачу-дерматовенерологу для подтверждения доброкачественного характера новообразования.

Формула 4 / Formula 4

Формула для расчета ФЗ на не диагностированные, «пропущенные» случаи ЦЗ при применении ИИ:

$$PAC_{ND}^{ai} = (N_{FN \geq t} + (\sum_{s=1}^n N_s^{FN < t}) + (\sum_{f=1}^n N_f^{TP \geq t}) + (\sum_{p=1}^n N_p^{TP < t})) \times CrP$$

где PAC_{ND}^{ai} – потенциально предотвратимые ФЗ на все ЛО (недиагностированные, пропущенные) случаи ЦЗ при применении ИИ (руб.); $N_{FN \geq t}$ – количество ЛО случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была равна или выше порога алгоритма маршрутизации и которые не были направлены на дополнительную диагностику (пропущены при применении программы ИИ); $N_s^{FN < t}$ – количество ЛО случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была ниже порога алгоритма маршрутизации и которые были направлены к врачам-специалистам, но не диагностированы (пропущены) на следующих этапах маршрутизации (определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ИП случаев ЦЗ предыдущего этапа маршрутизации на долю ЛО случаев ЦЗ при диагностике врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации; CrP – ФЗ на одного пациента на лечение недиагностированных, пропущенных случаев ЦЗ (руб.); $N_f^{TP \geq t}$ – количество ИП случаев ЦЗ, при которых вероятность ЦЗ по заключению модели ИИ была равно или выше порога алгоритма маршрутизации и которые были направлены к врачам-специалистам, но не диагностированы (пропущены) на следующих этапах маршрутизации (определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ИП случаев ЦЗ предыдущего этапа

маршрутизации на долю ЛО случаев ЦЗ при диагностике врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации); $N_r^{TP<t}$ – количество ИП случаев ниже порога алгоритма маршрутизации, которые были направлены к врачам-специалистам, но не диагностированы (пропущены) на следующих этапах диагностики (определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ИП случаев ЦЗ предыдущего этапа маршрутизации на долю ЛО случаев ЦЗ при диагностике врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации); \sum – сумма (набора чисел), сумма ряда; n – количество этапов маршрутизации алгоритма диагностики (каждый этап – это осмотр врачом-специалистом с проведением медицинских вмешательств по его назначению или без него).

Это ФЗ (потери) от несвоевременного выявления ЗНО при диагностике с применением ИИ. К ним относятся случаи, когда модель ИИ не распознала ЦЗ (например, ЗНО) или когда даже при правильной классификации моделью ИИ на последующих этапах маршрутизации врачи-специалисты не смогли правильно установить диагноз. Если правильный диагноз ЦЗ устанавливается на более поздних стадиях заболевания, то это существенно увеличивает стоимость лечения. Параметр рассчитывается как произведение количества всех недиагностированных, пропущенных случаев ЦЗ на взвешенные ФЗ на лечение одного недиагностированного или поздно диагностированного случая ЗНО (СрР).

Формула 5 / Formula 5

Формула для расчета ФЗ на диагностику ЛП случаев ЦЗ без применения ИИ:

$$AC_{FP}^{nai} = \sum_{r=1}^n (N_r^{FPnai} \times DMC_r^{FPnai})$$

где AC_{FP}^{nai} – предотвратимые ФЗ на диагностику ЛП случаев ЦЗ без применения ИИ (руб.);

N_r^{FPnai} – количество ЛП случаев ЦЗ на k-м этапе при диагностике врачом-специалистом без применения моделей ИИ (определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ЛО случаев ЦЗ предыдущего этапа маршрутизации на долю ЛП случаев ЦЗ при диагностике врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации); DMC_r^{FPnai} – прямые медицинские ФЗ на диагностику на k-м этапе для ЛП случаев при диагностике врачом-специалистом без применения моделей ИИ (руб.);

Σ – сумма (набора чисел), сумма ряда; n – количество этапов маршрутизации алгоритма диагностики (каждый этап – это осмотр врачом-специалистом с проведением медицинских вмешательств по его назначению или без него).

Это ФЗ на обследование пациентов, у которых отсутствует ЦЗ, но ВОП/терапевт при диагностике без применения ИИ ошибочно заподозрил ЦЗ (например, ЗНО) и которые были направлены на осмотр к врачам-специалистам (дерматовенерологам, онкологам) для дополнительного обследования. Включает ФЗ на осмотры врачей-специалистов и другие медицинские вмешательства (биопсию с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием). При традиционной диагностической маршрутизации без применения моделей ИИ доля необоснованных направлений к врачам-специалистам, как правило, высокая из-за низкой специфичности диагностики ВОП/терапевтами на первичном этапе.

Формула 6 / Formula 6

Формула расчета ФЗ на не диагностированные, «пропущенные» случаи ЦЗ при диагностике без применения ИИ:

$$PAC_{ND}^{nai} = \left(\sum_{j=1}^n N_j^{FNnai} \right) \times CrP$$

где PAC_{ND}^{nai} – потенциально предотвратимые ФЗ на не диагностированные, «пропущенные» случаи ЦЗ при диагностике без применения ИИ (руб.); N_j^{FNnai} – количество ЛО случаев ЦЗ на j -м этапе при диагностике врачом-специалистом без применения моделей ИИ. Определяется в виде конкретного количества, если оно известно, либо рассчитывается как произведение количества ИП случаев ЦЗ предыдущего этапа маршрутизации на долю ЛО случаев ЦЗ при диагностике врачом-специалистом на данном этапе маршрутизации; CrP – ФЗ на одного пациента на лечение не диагностированных, «пропущенных» случаев ЦЗ (руб.); Σ – сумма (набора чисел), сумма ряда; n – количество этапов маршрутизации алгоритма диагностики (каждый этап – это осмотр врачом-специалистом с проведением медицинских вмешательств по его назначению или без него).

Это ФЗ (потери) от несвоевременного выявления ЦЗ (например, ЗНО) при диагностике без применения ИИ. Включает случаи, когда ВОП/терапевты не заподозрили ЦЗ (например, ЗНО) и не направили пациента на дальнейшее обследование.

Рассчитывается как произведение количества пропущенных случаев ЦЗ на взвешенные ФЗ на лечение одного недиагностированного случая ЦЗ (СрР). При традиционной диагностической маршрутизации без применения моделей ИИ количество пропущенных случаев, как правило, очень высокая из-за более низкой чувствительности диагностики ВОП/терапевты на первичном этапе.

Расчеты для сценария с применением ИИ / Calculations for scenario with AI

Расчет AC_{FP}^{ai} (ФЗ на ЛП случаи) – формула 2

ЛП случаи с вероятностью $\geq 62\%$ (направлены к врачам-онкологам):

– $N_{FP \geq t} = 11$ случаев;

– $DMC_{FP \geq t}$ (осмотр врачом-онкологом) = 268,59 руб/случай;

– итого: $11 \times 268,59 = 2954,49$ руб.

ЛП случаи с вероятностью $\geq 62\%$ (направлены на биопсию с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием):

– $N_i^{FP \geq t} = 2,42$ случая. Так как точное количество не известно, то 11 случаев,

которые попали к врачам-онкологам, умножаются на 22% – долю ЛП случаев диагностики врачом-специалистом (доля ЛП случаев = 1 минус специфичность);

– $DMC_i^{FP \geq t}$ (биопсия 5-й категории сложности, взвешенная стоимость) = 6 395,20 руб/случай;

– итого: $2,42 \times 6 395,20 = 15 476,38$ руб.

ЛП случаи с вероятностью $< 62\%$ (направлены к врачам-дерматовенерологам):

– $N_{FP < t} = 8$ (ДНО направлены к врачам-дерматовенерологам);

– $DMC_{FP < t}$ (осмотр врачом-дерматовенерологом + дерматоскопия) = 466,76 руб/случай;

– итого: $8 \times 466,76 = 3734,08$ руб.

ЛП случаи с вероятностью $< 62\%$ (направлены к онкологу):

– $N_m^{FP < t}$ (1-й этап) = 1,82 случая (поскольку точное количество неизвестно, 8

случаев, которые попали к врачам-дерматовенерологам, умножаются на 22,8% – долю ЛП случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛП случаев составляет 1 минус специфичность);

– $DMC_m^{FP < t}$ (1-й этап, осмотр врачом-онкологом) = 268,59 руб/случай;

– итого: $1,82 \times 268,59 = 488,83$ руб.

– $N_m^{FP<t}$ (2-й этап) = 0,6 случая (поскольку точное количество неизвестно, 1,82 случая, которые направлены на биопсию с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием, умножаются на 33,14% – долю ЛП случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛП случаев составляет 1 минус специфичность);

– $DMC_m^{FP<t}$ (2-й этап, (2-й этап, биопсия 5-й категории сложности, взвешенная стоимость) = 6 395,20 руб/случай;

– итого: $0,6 \times 6\,395,20 = 3\,837,12$ руб.

Всего: $AC_{FP}^{ai} = 2954,49 + 15\,476,38 + 3734,08 + 488,83 + 3\,837,12 = 26\,490,90$ руб.

Расчет AC_{TN}^{ai} (ФЗ на ИО случаи) – формула 3

– ИО случаи с вероятностью <62% (направлены к врачам-дерматовенерологам):

– $N_{TN<t} = 7$;

– $DMC_{TN<t}$ (осмотр врачом-дерматовенерологом + дерматоскопия) = 466,76 руб/случай;

– итого: $7 \times 466,76 = 3267,32$ руб.

ИО случаи с вероятностью <62% (направлены к врачам-онкологам):

– $N_k^{TN<t}$ (1-й этап) = 1,59 случая (поскольку точное количество неизвестно, то 7 случаев, которые попали к врачам-дерматовенерологам, умножаются на 22,8% – долю ЛП случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛП случаев составляет 1 минус специфичность);

– $DMC_k^{TN<t}$ (1-й этап, осмотр врачом-онкологом) = 268,59 руб/случай;

– итого: $1,59 \times 268,59 = 427,05$ руб.;

– $N_k^{TN<t}$ (2-й этап) = 0,52 случая (поскольку точное количество неизвестно, 1,59 случая, которые направлены на биопсию с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием, умножаются на 33,14% – долю ЛП случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛП случаев составляет 1 минус специфичность);

– $DMC_k^{TN<t}$ (2-й этап, биопсия 5-й категории сложности, взвешенная стоимость) = 6 395,20 руб/случай;

– итого: $0,52 \times 6\,395,20 = 3\,325,50$ руб.

Всего: $AC_{TN}^{ai} = 3267,32 + 427,05 + 3\,325,50 = 7\,019,87$ руб.

Расчет PAC_{ND}^{ai} (ФЗ на ЛО случаи) – формула 4

ЛО случаи $\geq 62\%$ (пропущены при диагностике с применением ИИ):

– $N_{FN \geq t} = 1$ случай.

ЛО случаи $< 62\%$ (пропущены ИИ и направлены к врачам-дерматовенерологам).

– $N_s^{FN < t}$ (1-й этап) = 0,2 случая (поскольку точное количество неизвестно, 1 случай,

который попал к врачу-дерматовенерологу, умножается на 20,8% – долю ЛО случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность);

– $N_s^{FN < t}$ (2-й этап) = 0,26 случая (поскольку точное количество неизвестно, 0,8

случая, который попали к врачам-онкологам от врача-дерматовенеролога, умножаются на 33,14% – долю ЛО случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность).

ИП случаи $\geq 62\%$ (правильно направлены, но пропущены врачами-онкологами):

– $N_f^{TP \geq t} = 10,27$ случая (поскольку точное количество не известно, 31 случай,

который попал к врачам-онкологам, умножается на 33,14% – долю ЛО случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность).

ИП случаи $< 62\%$ (правильно направлены, но пропущены дерматовенерологом):

– $N_p^{TP < t}$ (1-й этап) = 1,2 случая (поскольку точное количество неизвестно, 6 случаев,

которые попали к врачам-дерматовенерологам, умножаются на 20,8% – долю ЛО случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность);

– $N_p^{TP < t}$ (2-й этап) = 1,59 случая (поскольку точное количество неизвестно, 4,8

случаев, которые попали к врачам-онкологам от врачей-дерматовенерологов, умножаются на 33,14% – долю ЛО случаев диагностики врачом-специалистом; доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность);

– $CrP = (0,852 \times 403\,021,60) + (0,148 \times 2\,787\,014,87) = 755\,852,60$ руб.⁵

Всего: $PAC_{ND}^{ai} = (1 + 0,2 + 0,26 + 10,27 + 1,2 + 1,59) \times 755\,852,60 = 10\,974\,979,75$ руб.

⁵ Представленный расчет CrP проводился на основании таблиц 2–4, 6 и является приблизительной оценкой ФЗ на лечение пропущенных случаев меланомы и используется для демонстрации методики расчета для оценки МЭЭ. Для каждой стадии ЦЗ рассчитана средняя арифметическая стоимость лечения на основании тарифов ОМС. При наличии данных о фактической частоте применения различных методов лечения целесообразно использовать более точные взвешенные оценки. В данном расчете учтены только прямые медицинские затраты на лечение меланомы согласно тарифам ОМС. При наличии более полной информации о ФЗ скорректированные данные следует включить в расчет.

Общий расчет

Таким образом, получаем общее значение для сценария с применением ИИ:

$$TC_{ai} = 26\,490,90 + 7\,019,87 + 10\,974\,979,75 = 11\,008\,490,52 \text{ руб.}$$

Расчеты для сценария без применения ИИ / Calculations for scenario without AI

Расчет AC_{FP}^{nai} (ФЗ на ЛП случаи) – формула 5

Всего ДНО – 191 случая.

После первичного осмотра ВОП/терапевты направляют пациентов с подозрением на ЗНО к врачам-дерматовенерологам. По данным литературы [7], 50,6% пациентов с ДНО (доля ЛП случаев составляет 1 минус специфичность) направляются к врачам-дерматовенерологам.

Количество ДНО, направленных к врачам-дерматовенерологам: N_r^{FPnai} (1-й этап) = $191 \times 0,506 = 96,64$.

DMC_r^{FPnai} (1-й этап, осмотр врачом-дерматовенерологом + дерматоскопия) = $96,64 \times 466,76 = 45\,107,68$ руб.

Врачи-дерматовенерологи направляют пациентов с подозрением на ЗНО к онкологу. По данным литературы [7], 22,8% пациентов с ДНО (доля ЛП случаев составляет 1 минус специфичность) направляются к врачу-онкологу.

Количество ДНО, направленных к врачам-онкологам: N_r^{FPnai} (2-й этап) = $96,64 \times 0,228 = 22$.

DMC_r^{FPnai} (2-й этап, осмотр врачом-онкологом) = $22 \times 268,59 = 5908,98$ руб.

Врачи-онкологи направляют пациентов с подозрением на ЗНО на биопсию с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием. По данным литературы [7], 22% пациентов с ДНО (доля ЛП случаев составляет 1 минус специфичность) необоснованно направляются на биопсию с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием.

Количество ДНО, направленных к врачам-онкологам: N_r^{FPnai} (3-й этап) = $22 \times 0,22 = 4,84$.

DMC_r^{FPnai} (3-й этап, биопсия 5-й категории сложности, взвешенная стоимость) = $4,84 \times 6\,395,20 = 30\,952,77$ руб.

Всего: $AC_{FP}^{nai} = 45\,107,68 + 5\,908,98 + 30\,952,77 = 81\,969,43$ руб.

Расчет PAC_{ND}^{nai} (ФЗ на ЛО случаи) – формула 6

Всего ЗНО – 39 случаев.

По данным литературы [7], ВОП/терапевты пропускают ЗНО в 55,4% случаев (доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность).

Количество недиагностированных, пропущенных ЗНО: N_j^{FNnai} (1-й этап) = $39 \times 0,554 = 21,60$.

К врачам-дерматовенерологам от ВОП/терапевтов направляются 17,4 ИП случаев ($39 \times 44,6\%$). По данным литературы [7], врачи-дерматовенерологи пропускают ЗНО в 20,8% случаев (доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность).

Количество недиагностированных, пропущенных случаев ЗНО: N_j^{FNnai} (2-й этап) = $17,4 \times 0,208 = 3,6$.

К врачам-онкологам от врачей-дерматовенерологов направляются 13,8 ИП случаев ($17,4 \times 0,792$). По данным литературы [7], врачи-онкологи пропускает случаи ЗНО в 33,14% случаев (доля ЛО случаев составляет 1 минус чувствительность).

Количество недиагностированных, пропущенных случаев ЗНО: N_j^{FNnai} (3-й этап) = $13,8 \times 0,3314 = 4,57$.

$$CrP = (0,852 \times 403\,021,60) + (0,148 \times 2\,787\,014,87) = 755\,852,60 \text{ руб}$$

Общий расчет

Таким образом, получаем общие значения для сценария без применения ИИ:

$$PAC_{ND}^{nai} = (21,60 + 3,6 + 4,57) \times 755\,852,60 = 22\,501\,731,90 \text{ руб.},$$

$$TC_{nai} = 81\,969,43 + 22\,501\,731,90 = 22\,583\,701,33 \text{ руб.}$$

Расчет коэффициента соотношения ФЗ / Calculation of FCs ratio

На основании полученных данных расчет коэффициента отношения ФЗ на диагностику ЦЗ с применением заключений моделей ИИ и ФЗ на диагностику ЦЗ без применения моделей ИИ (формула 1) выглядит так:

$$R_{TC} = 11\,008\,490,52 / 22\,583\,701,33 = 0,49.$$

Полученное значение $R_{TC}=0,49$ показывает, что на 1 руб. ФЗ на диагностику ЦЗ без применения моделей ИИ приходится 0,49 руб. ФЗ на диагностику ЦЗ с применением

моделей ИИ. Иными словами, общие ФЗ на диагностику ЦЗ с использованием программы ИИ Derma Onko Check составляют 49% от ФЗ при традиционной диагностике без программы ИИ, что означает снижение общих ФЗ на 51%.

Важно подчеркнуть, что данный показатель учитывает не только предотвратимые ФЗ на медицинские вмешательства (осмотры врачей-специалистов, биопсии, патолого-анатомические исследования), но и потенциально предотвратимые ФЗ от несвоевременного выявления ЗНО. Включение компонента ФЗ на лечение пропущенных случаев (СрР) в обе части формулы обеспечивает корректную сопоставимость диагностических подходов с различной структурой ФЗ и клинических результатов.

Оценка МЭЭ диагностики с применением ИИ / Evaluating economic efficiency of diagnostics using AI

Расчет коэффициентов ФЗ

Для комплексной оценки МЭЭ диагностики с применением технологий ИИ разработана квадрантная матрица (**рис. 2**), в которой ось абсцисс отражает коэффициент предотвратимых ФЗ (R_{TC_AC}), а ось ординат – коэффициент потенциально предотвратимых ФЗ (R_{TC_PAC}).

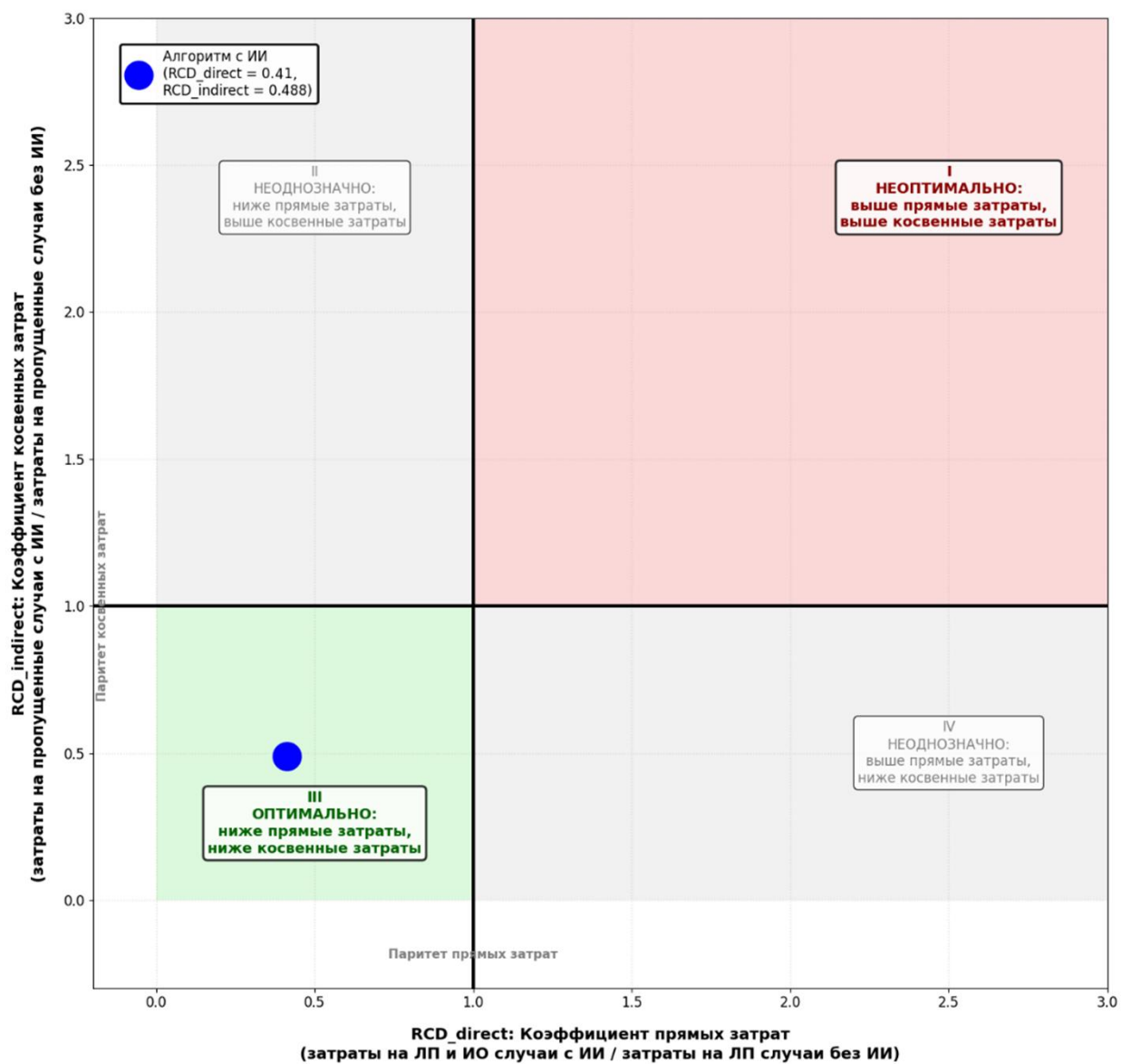


Рисунок 2. Плоскостная визуализация показателей относительной медико-экономической эффективности алгоритма маршрутизации на основе заключений программы искусственного интеллекта Derma Onko Check.

ИИ – искусственный интеллект; ЛП – ложноположительные; ИО – истинно-отрицательные

Figure 2. Two-dimensional visualization of relative economic efficacy for the routing algorithm based on Derma Onko Check AI program output.

AI – artificial intelligence; FP – false positive; TN – true negative

R_{TC_AC} рассчитывается как отношение предотвратимых ФЗ на диагностику с применением ИИ к предотвратимых ФЗ без применения ИИ:

$$R_{TC_AC} = (AC_{FP}^{ai} + AC_{TN}^{ai}) / AC_{FP}^{nai}$$

R_{TC_PAC} рассчитывается как отношение потенциально предотвратимых ФЗ (на пропущенные случаи) с применением ИИ к потенциально предотвратимых ФЗ без применения ИИ:

$$R_{TC_PAC} = PAC_{ND}^{ai} / PAC_{ND}^{nai}$$

Пример результатов расчетов ФЗ на диагностику с применением технологий ИИ и без применения технологий ИИ приведен в **таблице 8**. Из этих данных следует, что снижение редотвратимых и потенциально предотвратимых ФЗ при использовании ИИ составляет соответственно:

$$(1 - R_{TC_AC}) \times 100\% = (1 - 0,41) \times 100\% = 59,0\%,$$

$$(1 - R_{TC_PAC}) \times 100\% = (1 - 0,49) \times 100\% = 51,0\%.$$

Таблица 8. Пример результатов расчетов финансовых затрат на диагностику с применением технологий искусственного интеллекта и без него

Table 8. Example of financial cost estimation: artificial intelligence-assisted diagnostics vs. conventional methods

Параметр / Parameter	Сценарий / Scenario		R_{TC}
	С применением ИИ, руб. / With AI, rub.	Без применения ИИ, руб. / Without AI, rub.	
<i>Предотвратимые ФЗ / Avoidable FCs</i>			
ЛП случаи / FP cases	26 490,90	–	$R_{TC_AC}=0,41$
ИО случаи / TN cases	7 019,87	–	
Всего / Total	33 510,77	81 969,43	
<i>Потенциально предотвратимые ФЗ / Potential avoidable FCs</i>			
Всего / Total	10 974 979,75	22 501 731,90	$R_{TC_PAC}=0,49$

Примечание. ЛП – ложноположительные случаи; ИО – истинно отрицательные случаи; ИИ – искусственный интеллект; ФЗ – финансовые затраты; R_{TC_direct} – коэффициент предотвратимых ФЗ; R_{TC_PAC} – коэффициент потенциально предотвратимых ФЗ.

Note. FP – false positive; TN – true negative; AI – artificial intelligence; FCs – financial costs; R_{TC_direct} – ratio of avoidable FCs; R_{TC_PAC} – ratio of potential avoidable FCs.

Интерпретация результатов визуализации в квадрантной матрице

Матрица разделена на четыре квадранта относительно точки паритета (1,0; 1,0).

Квадрант III (ниже предотвратимых ФЗ, ниже потенциально предотвратимых ФЗ) – оптимальная зона для оценки эффективности. Результаты применения технологии, располагающиеся в этом квадранте, характеризуются одновременным снижением как предотвратимых ФЗ на диагностику (за счет уменьшения числа необоснованных обследований), так и потенциально предотвратимых ФЗ (за счет снижения числа пропущенных случаев ЦЗ). Такие технологии обладают высокой медико-экономической эффективностью, что обосновывает их приоритетное внедрение в процессы оказания медицинской помощи.

Квадрант I (выше прямые ФЗ, выше потенциально предотвратимые ФЗ) – неоптимальная зона при оценке эффективности. Результаты применения технологии, располагающиеся в этом квадранте, указывают на увеличение как предотвратимых, так и потенциально предотвратимых ФЗ и не рекомендуются к внедрению.

Квадранты II и IV – неоднозначные зоны при оценке эффективности. Квадрант II характеризуется снижением предотвратимых ФЗ при увеличении потенциально предотвратимых, что требует дополнительных исследований эффективности программы ИИ и оптимизации пороговых значений алгоритма. Квадрант IV характеризуется увеличением предотвратимых ФЗ при снижении потенциально предотвратимых ФЗ, что требует тщательной оценки приоритетов системы здравоохранения.

Точка сценария диагностики с применением программы ИИ Derma Onko Check ($R_{TC_AC}=0,41$; $R_{TC_PAC}=0,49$) располагается в квадранте III, что свидетельствует о значительном превосходстве ее эффективности над эффективностью стандартной диагностики и подтверждает целесообразность интеграции алгоритма диагностики с применением заключений модели ИИ в клиническую практику.

Полученные результаты подтверждают правильность выбранного порога алгоритма маршрутизации (62%) и высокую ценность разработанного алгоритма для оптимизации диагностики ЦЗ (в данном примере – ЗНО).

ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

Результаты исследования полностью подтверждают гипотезу о том, что интеграция заключений моделей ИИ в алгоритмы многоэтапной маршрутизации пациентов позволяет добиться значительного снижения ФЗ при одновременном улучшении качества оказания медицинской помощи. Ключевым фактором эффективности стало снижение числа пропущенных случаев ЗНО за счет высокой чувствительности ИИ при выбранном пороге

алгоритма маршрутизации, что привело к уменьшению потенциально предотвратимых ФЗ на дополнительную диагностику и лечение поздних стадий ЗНО.

Сравнение с существующими подходами к оценке МЭЭ в здравоохранении выявляет как точки согласия, так и элементы новизны. Подход, основанный на концепции человеческого капитала здоровья и регулирующего эффекта системы здравоохранения, где эффективность оценивается через соизмерение результатов (сохранение человеко-лет) с финансовыми затратами бюджета [13], развивается в настоящем способе оценки путем введения симметричного учета потенциально предотвратимых ФЗ на дополнительную диагностику и лечение пропущенных случаев (СрР) в обе части коэффициента R_{TC} , что обеспечивает корректную сопоставимость сценариев с разной структурой ФЗ. Методические рекомендации по унификации клинико-экономического анализа медицинских технологий [15] дополняются предложенной квадрантной матрицей и коэффициентами R_{TC_AC} и R_{TC_PAC} для визуализации баланса предотвратимых и потенциально предотвратимых ФЗ, что особенно актуально для цифровых технологий. Анализ эффективности структурных подразделений медицинских организаций [15] фокусируется на внутреннем уровне. В отличие от этого, настоящая работа оценивает системный эффект на уровне маршрутизации пациентов.

Полученные результаты меняют понимание проблемы оценки МЭЭ технологий ИИ в диагностике социально значимых заболеваний. Традиционные подходы часто ограничиваются анализом только прямых ФЗ, что приводит к недооценке преимуществ технологий, снижающих число пропущенных случаев ЦЗ. Предложенный способ с симметричным учетом СрР создает более справедливую систему сравнения и подчеркивает важность потенциально предотвратимых ФЗ. Прикладное значение заключается в обосновании приоритетного внедрения технологий ИИ в регионах с высокой нагрузкой на онкологическую службу, где потенциальная экономия может достигать сотен миллионов рублей ежегодно при сохранении или улучшении качества медицинской помощи.

Преимущества исследования включают использование реальных тарифов ОМС г. Москвы на 2025 г., учет многоэтапности маршрутизации и универсальность способа, позволяющего применять его к оценке МЭЭ диагностики других ЦЗ. Включение компонента лечения пропущенных случаев делает оценку МЭЭ более полной по сравнению с большинством существующих моделей.

Ограничения исследования / Limitations of the study

Ограничения связаны с относительно небольшой выборкой для валидации предлагаемого способа оценки МЭЭ на меланоцитарных опухолях при использовании программ ИИ (n=230), использованием приближенных оценок СрР (средние арифметические по стадиям без взвешивания по реальной частоте применения методов лечения), учетом только прямых ФЗ без полного анализа косвенных ФЗ (потерь) (инвалидность, потеря трудоспособности, стоимость одного года жизни в поправкой на качество (англ. Quality-adjusted life year, QALY). Показатели точности диагностики (чувствительности, специфичности) врачей-специалистов взяты из литературы [7], что может не полностью отражать реальную клиническую практику в медицинских организациях различных уровней и в разных регионах.

Перспективы дальнейших исследований / Prospects for further research

Перспективы дальнейших исследований включают проспективные многоцентровые исследования с большой когортой пациентов для валидации способа оценки в реальном времени, интеграцию нескольких моделей ИИ внутри одной программы ИИ (например, Derma Onko Check + Melanoma Check), разработку взвешенных оценок СрР на основе регистровых данных, включение анализа стоимости одного года жизни с поправкой на качество (QALY), анализа «Затраты – Полезность» (англ. Cost-utility analysis, CUA) и распространение анализа МЭЭ на другие социально значимые заболевания. Целесообразно также изучение долгосрочных исходов внедрения ИИ в систему здравоохранения с оценкой фактической экономии ФЗ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Разработанный способ расчета МЭЭ диагностики с применением алгоритмов на основании заключений моделей ИИ представляет собой комплексный инструмент для объективной оценки экономической целесообразности внедрения технологий ИИ в систему здравоохранения.

Ключевым методологическим решением является учет не только предотвратимых ФЗ на медицинские вмешательства, но и потенциально предотвратимых ФЗ от несвоевременного выявления ЦЗ. Включение компонента ФЗ на лечение пропущенных случаев (СрР) в обе части формулы расчета коэффициента соотношения ФЗ обеспечивает корректную сопоставимость диагностических подходов с различной структурой ФЗ и позволяет избежать систематической ошибки при сравнении сценариев маршрутизации.

Валидация способа оценки МЭЭ на данных клинических исследований программы ИИ Derma Onko Check продемонстрировала ее применимость для реальных условий клинической практики. Полученные результаты свидетельствуют о высокой МЭЭ применения алгоритмов диагностики на основе заключений моделей ИИ: снижение общих ФЗ на 51%, снижение предотвратимых ФЗ на 59,0% ($R_{TC_AC}=0,41$) и потенциально предотвратимых ФЗ на 51,0% ($R_{TC_PAC}=0,49$)

Разработанная квадрантная матрица для визуализации результатов оценки МЭЭ (коэффициентов предотвратимых и потенциально предотвратимых ФЗ) позволяет наглядно интерпретировать полученные данные и принимать обоснованные решения о целесообразности внедрения технологий ИИ в диагностические процессы.

Предложенный способ является универсальным и может быть применен для оценки МЭЭ диагностики любых ЦЗ при условии наличия соответствующих данных о диагностической точности программ ИИ и врачей-специалистов, а также информации о стоимости медицинских услуг и ФЗ на диагностику и лечение.

Дальнейшее развитие метода может включать расширение моделей для учета дополнительных факторов, таких как качество жизни пациентов, долгосрочные исходы лечения, а также адаптацию для различных организационных моделей оказания медицинской помощи.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ARTICLE INFORMATION
<p>Поступила: 10.02.2026 В доработанном виде: 20.04.2026 Принята к печати: 27.04.2026 Опубликована онлайн: 08.05.2026</p>	<p>Received: 10.02.2026 Revision received: 20.04.2026 Accepted: 27.04.2026 Published online: 08.05.2026</p>
Вклад авторов	Authors' contribution
<p>Корабельников Д.И.: формулирование идеи, гипотезы, цели исследования; разработка методов и процедур; проведение экспериментов, сбор данных; проверка результатов, воспроизводимости; научное руководство проектом; организационное управление проектом; редактирование, доработка текста. Ламоткин А.И.: разработка методов и процедур; проведение экспериментов, сбор данных; управление данными: подготовка, аннотирование, хранение; проверка результатов, воспроизводимости; статистический или теоретический анализ данных; создание программного обеспечения, скриптов, алгоритмов; написание первоначального текста статьи; создание графиков, схем, иллюстраций. Авторы прочитали и утвердили окончательный вариант рукописи</p>	<p>Korabelnikov D.I.: formulation of the idea, hypotheses and research objectives; development of methods and procedures; conducting experiments and data collection; verification of results and reproducibility; scientific supervision of the project; organisational management of the project; editing and finalising the text. Lamotkin A.I.: development of methods and procedures; conducting experiments, data collection; data management: preparation, annotation, storage; verification of results and reproducibility; statistical or theoretical analysis of data; creation of software, scripts, algorithms; drafting of the initial text of the article; creation of graphs, diagrams and illustrations. The authors have read and approved the final version of the manuscript</p>
Конфликт интересов	Conflict of interests
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов	The authors declare no conflict of interests
Финансирование	Funding
Авторы заявляют об отсутствии финансовой поддержки	The authors declare no funding

Этические аспекты	Ethics declarations
Неприменимо	Not applicable
Раскрытие данных	Data sharing
Первичные данные могут быть предоставлены по обоснованному запросу автору, отвечающему за корреспонденцию	Raw data could be provided upon reasonable request to the corresponding author
Комментарий издателя	Publisher's note
Содержащиеся в этой публикации утверждения, мнения и данные были созданы ее авторами, а не издательством ИРБИС (ООО «ИРБИС»). Издательство снимает с себя ответственность за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или препаратов, упомянутых в публикации	The statements, opinions, and data contained in this publication were generated by the authors and not by IRBIS Publishing (IRBIS LLC). IRBIS LLC disclaims any responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred in the content
Права и полномочия	Rights and permissions
© 2026 Д.И. Корабельников, А.И. Ламоткин; ООО «ИРБИС» Статья в открытом доступе по лицензии CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)	© 2026 D.I. Korabelnikov, A.I. Lamotkin. Publishing services by IRBIS LLC This is an open access article under CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Wu W.T., Chao Y.W., Lin T.K., et al. Economic evaluation of AI-assisted technologies in healthcare: a systematic review. *J Food Drug Anal.* 2025; 33 (4): 487–500. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.3570>.

2. Омеляновский В.В., Горкавенко Ф.В., Рягина В.А. и др. Основные подходы к оценке цифровых медицинских продуктов и сервисов в Российской Федерации. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология.* 2025; 18 (4): 473–82. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2025.349>.

Omelyanovskiy V.V., Gorkavenko F.V., Ryagina V.A., et al. Basic approaches to assessment of digital health products and services in the Russian Federation. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya / FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2025; 18 (4): 473–82 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2025.349>.

3. Корабельников Д.И., Ламоткин А.И. Способ оценки эффективности диагностики с использованием алгоритмов на основании заключений моделей искусственного интеллекта. *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология.* 2026; 19 (1): 79–91. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2026.355>.

Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. A method for evaluating diagnostic effectiveness using algorithms based on opinion obtained from artificial intelligence models. *FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2026; 19 (1): 79–91 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2026.355>.

4. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. Предварительная дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей из эпидермальной ткани кожи с применением программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check». *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2025; 2: 223–42. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-2-223-242>.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Preliminary differential diagnosis of benign and malignant tumors from epidermal skin tissue using an artificial intelligence program “Derma Onko Check”. *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2025; 2: 223–42 (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-2-223-242>.

5. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. и др. Точность предварительной диагностики злокачественных меланоцитарных опухолей кожи с помощью программы искусственного интеллекта. *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко*. 2025; 1: 42–51. <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-1-42-51>.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., et al. Melanoma check the accuracy of the preliminary diagnosis of malignant melanocytic skin tumors using the artificial intelligence program “Melanoma Check”. *Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko*. 2025; 1: 42–51 (in Russ.). <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-1-42-51>.

6. De Bedout V., Williams N.M., Muñoz A.M., et al. Skin cancer and dermoscopy training for primary care physicians: a pilot study. *Dermatol Pract Concept*. 2021; 11 (1): e2021145. <https://doi.org/10.5826/dpc.1101a145>.

7. 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. <https://doi.org/10.17116/klinderma20232201199>.

Neretin E.Yu., Titov K.S., Zapirov G.M. Primary early diagnosis of skin melanoma after individual training of doctors. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology*. 2023; 22 (1): 99–105 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/klinderma20232201199>.

8. Chen J.Y., Fernandez K., Fadadu R.P., et al. Skin cancer diagnosis by lesion, physician, and examination type: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Dermatol*. 2025; 161 (2): 135–46. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2024.4382>.

9. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Олисова О.Ю., Ламоткин И.А. Алгоритм маршрутизации пациентов при применении программы искусственного интеллекта «Derma Onko Check» при дифференциальной диагностике новообразований кожи. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2025; 5: 139–59. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-5-139-159>.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Olisova O.Yu., Lamotkin I.A. Patient routing algorithm when using the artificial intelligence program “Derma Onko Check” for differential diagnosis of skin neoplasms. *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2025; 5: 139–59 (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-5-139-159>.

10. 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 (12): 71–9. <https://doi.org/10.47407/kr2025.6.11.00715>.

Korabelnikov D.I., Lamotkin A.I. Patient routing algorithm in differential diagnosis of cutaneous neoplasms with the combined use of Derma Onko Check and Melanoma Check artificial intelligence software tools. *Clinical Review for General Practice*. 2025; 6 (12): 71–9 (in Russ.). <https://doi.org/10.47407/kr2025.6.11.00715>.

11. Ламоткин А.И., Корабельников Д.И., Ламоткин И.А. Алгоритм маршрутизации пациентов при дифференциальной диагностике новообразований кожи с использованием программы искусственного интеллекта Melanoma Check. *Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко*. 2025; 4: 6–13. <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-4-06-13>.

Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A. Patient routing algorithm for differential diagnosis of skin neoplasms using the artificial intelligence program “Melanoma Check”. *Medical Bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko*. 2025; 4: 6–13 (in Russ.). <https://doi.org/10.53652/2782-1730-2025-6-4-06-13>.

12. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. (ред.) Состояние онкологической помощи населению России в 2024 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2025: 275 с.

Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Shakhzadova A.O. (Eds.) The state of oncological care for the population of Russia in 2024. Moscow: Herzen Moscow Research Institute of Oncology – branch of National Medical Research Center for Radiology; 2025: 275 pp. (in Russ.).

13. Бабенко А.И., Пушкарев О.В. Методологические основы комплексной оценки медико-экономической эффективности здравоохранения. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2014; 34 (2): 89–94.

Babenko A.I., Pushkarev O.V. Methodological basis of the complex estimation of medical-economic efficiency of public health services. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2014; 34 (2): 89–94 (in Russ.).

14. Краснова Л.С., Арькова Е.С., Лучинин Е.А., Холонья-Волоскова М.А. Методические рекомендации по организации и проведению клинико-экономического анализа медицинских изделий. М.: ГБУЗ «Научно-исследовательский институт

организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»; 2022: 60 с.

Krasnova L.S., Arkova E.S., Luchinin E.A., Kholovnya-Voloskova M.A. Methodological recommendations for organizing and conducting clinical and economic analysis of medical devices. Moscow: Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management; 2022: 60 pp. (in Russ.).

15. Марисов Л.В., Кобяцкая Е.Е., Бутарева М.М., Метцгер А.В. Анализ медико-экономической эффективности деятельности структурных подразделений медицинской организации. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2022; 30 (5): 853–8. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2022-30-5-853-858>.

Marisov L.V., Kobyatskaya E.E., Butareva M.M., Metsger A.V. Medical and economic analysis of the effectiveness of the structural units of a medical organization. *Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine*. 2022; 30 (5): 853–8 (in Russ.). <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2022-30-5-853-858>.

Сведения об авторах / About the authors

Корабельников Даниил Иванович, к.м.н., доцент / *Daniil I. Korabelnikov*, PhD, Assoc. Prof. – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0459-0488>. eLibrary SPIN-code: 7380-7790.

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