

УДК 616.5-006.81-07

<https://doi.org/10.23888/HMJ202193433-446>

## Эффективность мультиагентной технологии в трехдневной кампании по ранней диагностике меланомы кожи

Е. Ю. Неретин<sup>1, 2✉</sup>, С. Х. Садреева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Самарский областной клинический онкологический диспансер, Самара, Российская Федерация

<sup>2</sup>Медицинский университет «Реавиз», Самара, Российская Федерация

<sup>3</sup>Самарский государственный медицинский университет, Самара, Российская Федерация

*Автор, ответственный за переписку:* Евгений Юрьевич Неретин, [evg.neretin2002@mail.ru](mailto:evg.neretin2002@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Меланома — опухоль, поражающая в большинстве случаев кожу, отличается крайне агрессивным течением и постоянным ростом заболеваемости в мире. Однако, диагностированная на ранней стадии, меланома кожи (МК) имеет хороший прогноз при корректном лечении. Улучшения результатов диагностики МК можно добиться, объединив усилия дерматологов и искусственного интеллекта (ИИ).

**Цель.** Изучение возможностей использования мультиагентной системы, включающей экспертную систему (ЭС) на основе ИИ, разработанной для диагностики меланомы кожи.

**Материалы и методы.** В крупном промышленном центре с более чем трехмиллионным населением была проведена трехдневная кампания по ранней диагностике меланомы кожи с использованием мультиагентной технологии и ЭС на основе ИИ, которая позволила выявить 4 случая меланомы кожи (4,35%) на стадии pT1a среди 96 пациентов, зарегистрированных в 2019 г. Всего было осмотрено 800 человек.

**Результаты.** Специфичность самодиагностики жителей региона составила 6,78%, у врачей дерматологов 78,89%, у экспертов онкологов 95,24%. При проспективном контроле качества диагностики на протяжении 6 месяцев такой показатель как чувствительность диагностики меланомы кожи онкологами и дерматологами составил 100%. В результате проведенного исследования было выявлено, что мультиагентная технология необходима для повышения результатов диагностики меланомы кожи, а также для более полной оценки онкоэпидемиологической ситуации, прогнозирования необходимых ресурсов в пределах региона.

**Выводы.** Мультиагентная технология позволяет улучшить результаты диагностики, но для более полной оценки онкоэпидемиологической ситуации необходимо проведение масштабного популяционного скрининга в пределах региона.

**Ключевые слова:** меланома кожи, мультиагентная технология, «тонкая» меланома кожи, ранняя диагностика меланомы, автономный агент, мультиагентная система

### Для цитирования:

Неретин Е. Ю., Садреева С. Х. Эффективность мультиагентной технологии в трехдневной кампании по ранней диагностике меланомы кожи // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2021. Т. 9, № 3. С. 433–446. <https://doi.org/10.23888/HMJ202193433-446>.

<https://doi.org/10.23888/HMJ202193433-446>

## Effectiveness of multi-agent technology in three-day campaign for early diagnosis of cutaneous melanoma

Evgeniy Yu. Neretin<sup>1,2✉</sup>, Saniya Kh. Sadreyeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Samara Regional Clinical Oncological Dispensary, Samara, Russian Federation

<sup>2</sup>Reaviz Medical University, Samara, Russian Federation

<sup>3</sup>Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

*Corresponding author:* Evgeniy Yu. Neretin, [evg.neretin2002@mail.ru](mailto:evg.neretin2002@mail.ru)

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Melanoma — is a tumor that in most cases affects the skin and is characterized by an extremely aggressive course and a steadily increasing morbidity in the world. However, diagnosed at an early stage, cutaneous melanoma (CM) has a good prognosis with correct treatment. The results of the diagnosis of CM can be improved by joint the efforts of dermatologists and artificial intelligence (AI).

**AIM:** Cutaneous melanoma is a tumor with an unpredictable course. The article discusses ways to solve the problem of early diagnosis using multi-agent technology and an expert system based on AI.

**MATERIALS AND METHODS:** In a large industrial city with more than three million population, a three-day campaign for the early diagnostics of cutaneous melanoma was carried out, which revealed 4 cases of CM (4.35%) at pT1a stage in 96 patients registered in 2019. A total of 800 people were examined.

**RESULTS:** As a result of diagnostics, the following data were obtained: specificity of self-diagnostics of the region was 6.78% by the inhabitants, 78.89% by dermatologists, and 95.24% by expert oncologists. In prospective quality control of diagnostics within 6 months, such parameters as the sensitivity of diagnosing cutaneous melanoma by oncologists and dermatologists were both 100%. As a result of the study, it was found that the multi-agent technology is necessary to improve the results of CM diagnostics, and also for a more complete assessment of the onco-epidemiological situation, and for forecasting of the necessary resources in the region.

**CONCLUSIONS:** The multi-agent technology can improve diagnostic results, but for a more complete assessment of the onco-epidemiological situation, a large-scale population screening in the region is required.

**Keywords:** *cutaneous melanoma, multi-agent technology, “thin” cutaneous melanoma, early diagnosis of melanoma, autonomous agent, multi-agent system*

### For citation:

Neretin E. Yu., Sadreyeva S. Kh. Effectiveness of multi-agent technology in three-day campaign for early diagnosis of cutaneous melanoma. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2021;9(3):433–446. <https://doi.org/10.23888/HMJ2021 93433-446>.

## Обоснование

Меланома — опухоль, поражающая в большинстве случаев кожу; она отличается крайне агрессивным течением, постоянным ростом заболеваемости в мире. Смертность от меланомы значительно превосходит смертность от таких кожных новообразований, как базальноклеточный рак, плоскоклеточный рак, метатипический рак кожи и карцинома Меркеля вместе взятых. На ее долю приходится 75% всех смертей от опухолей кожи в мире [1].

Большинство меланом диагностируется на ранней стадии и связано с отличным прогнозом при соответствующем лечении. Первичное лечение меланомы является хирургическим [2]. Большое значение в выживаемости пациента с меланомой кожи (МК) имеет то, на какой стадии выявлена опухоль, размер опухоли [3], толщина опухоли до 0,8 мм [4]. Поэтому немаловажным фактом является ранняя диагностика МК.

Несмотря на имеющий место рост заболеваемости меланомой, далеко не во всех странах наблюдается соответствующее увеличение смертности больных. Так в частности в США на фоне роста заболеваемости наблюдается даже тенденция к снижению смертности от меланомы. Возможно, это связано с наличием в этой стране программ по ранней диагностике опухоли, программ санитарно-просветительской работы с населением, а также более высокой онкологической настороженности врачей первого контакта. Прямым следствием данных программ может быть то, что в США меланома на доинвазивных стадиях диагностируется почти в 90% случаев [5–7]. Авторы утверждают, что проведение широкомасштабной диагностики населения может привести к увеличению выявления более тонких меланом [8], однако целесообразно это делать не у всей генеральной совокупности населения региона, а только у лиц с высоким риском развития данного заболевания [9]. В ряде исследований анализируется эффективность широкого скрининга, направленного на активное выделение новообразований кожи, в частности меланомы [10]. В исследовании [10] показано, что в Германии в

ходе широкого скрининга, проведенного в 2008 г., на 53% увеличилось количество госпитализаций по поводу меланомы. Но при этом значительно, на 48%, снизилась летальность от меланомы в последующие 5 лет. Этот эффект авторы связывают с более ранним выявлением заболевания [10].

Не менее важным фактором раннего обнаружения является и использование навыков самообследования пациентов группы риска, в дополнение к ежегодным обследованиям у специалиста-дерматолога, обучение их первичным признакам патологии [11, 12]. Эффективность данного подхода доказал популяционный скрининг, проведенный в Германии [13].

Многие авторы оценивали эффективность образовательных программ, направленных на повышение онкологической настороженности врачей в отношении меланомы кожи. Актуальность подобного рода обучения продиктована тем, что большинство пациентов с меланомой первично обращаются отнюдь не к онкологу, а к врачам других специальностей: участковому терапевту, хирургу, дерматологу или косметологу, зачастую не прошедшим специального обучения. Это негативно сказывается на качестве ранней диагностики [14]. Так, отмечено, что из всей массы врачей первого контакта лишь 10% когда-то ранее проходили обучение на выявление опухоли кожи и регулярно проводят полное обследование поверхности тела. Из непрошедших обучение лишь 4% врачей правильно указали все четыре клинических типа меланомы (поверхностная, акральная, узловая, беспигментная). Подавляющее большинство (не менее 95%) не считает необходимым применение дерматоскопа при диагностике кожных новообразований, и только 18% врачей, принявших участие в исследовании, проводили санитарно-просветительскую работу, например, рекомендовали пациентам ограничить пребывание на солнце, использовать солнцезащитные кремы и так далее. Авторы сделали выводы, что знаний о меланоме у врачей первого контакта явно недостаточно, и что этот пробел следует срочно заполнить путем обу-

чения [14]. Как видно из приведенных выше данных научных исследований, обучение врачей первого контакта признакам меланомы кожи могло бы существенно способствовать раннему обнаружению опухоли. Однако до сих пор не разработана оптимальная схема обучения. Мы не знаем, какова оптимальная длительность курса, следует ли делать в нем основной упор на внешние признаки новообразования или на анамнестические данные, нет критериев оценки результатов обучения.

Еще одним способом диагностики и оптимизации использования медицинских ресурсов является применение экспертных систем (ЭС). В последнее время ведутся разработки искусственного интеллекта (ИИ) на основе нейронных сверточных сетей (Maron R.C., 2019; Haenssle H.A., Fink C., 2020), которые позволяют проводить диагностику меланомы кожи на уровне квалифицированных дерматологов [15, 16], однако их применение ограничено, и конкретное решение в дальнейшей тактике остается за врачом-клиницистом. Некоторые авторы отмечают, что улучшения результатов диагностики МК можно добиться, объединив усилия дерматологов и ИИ [15–19].

Еще одним из путей решения вопроса принятия решений может служить мультиагентная система, множественная агентная архитектура которой работает с учетом полного цикла принятия клинических решений, постоянно адаптируется ко многим медицинским аспектам, таким как диагностика, прогнозирование, мониторинг ситуации [20–22]. Данный способ позволяет автоматизировано, без внешнего участия, принимать правильные решения в каждой конкретной ситуации множеством агентов системы, которые не имеют полного представления о системе в целом.

**Цель** — изучить возможности использования мультиагентной системы, включающей ЭС на основе ИИ, разработанной для диагностики меланомы кожи.

### Материалы и методы

В качестве региона была выбрана Самарская область, с населением более 3 млн.

человек, акция диагностики продолжалась 3 дня (с 16.10.2019 по 19.10.2019). В крупном промышленном центре было заранее запланировано и проведено исследование, которое было направлено на изучение возможностей использования широкомасштабных акций по ранней диагностике МК и современных технологий диагностики.

На начальном этапе были определены цели, задачи, участники акции, сформирован план. Данное решение принято на основании анализа возрастного и полового состава региона и других, ранее изученных, статистических показателей заболеваемости, смертности, однолетней летальности. В последующем был проведен анализ и смоделирована польза от участия населения в этой программе в плане масштабирования ее на все население Самарской области. Смысл акции «Живи без страха» заключался в том, чтобы сделать одномоментный срез на совершенно конкретную патологию — меланому кожи и потом оценить процент ее выявляемости, информировать население о причинах и ранних ее признаках, оценить мотивацию людей сохранить свое здоровье.

На информационно-обучающем этапе за 30 дней до предполагаемого дня диагностики была проведена таргетированная по региону Самарская область массовая рекламная кампания в средствах массовой информации (СМИ), включавшая телевидение, в формате коротких видеороликов о важности диагностики меланомы, интернет, лечебные учреждения — в формате буклетов и информирования на приеме специалистами, статьи в газетах. Данная кампания намечала пути ее решения в виде бесплатной диагностики по конкретным адресам и специалистам-участникам.

Далее люди (еще не пациенты) проводили у себя самодиагностику, и если обнаруживали, с их точки зрения, любые подозрительные на рак новообразования кожи, могли записаться на первичную консультацию дерматолога бесплатно по телефону 8-800-600-40-64 или на сайте [www.живибезстраха.рф](http://www.живибезстраха.рф). В акции в каче-

стве экспертов–дерматологов первичного приема участвовали консультативно-диагностические отделения Самарского областного кожно-венерологического диспансера (ГБУЗ СОКВД). Всего было задействовано 10 предварительно инструкторов дерматологов.

Также проводилось массовое обучение специалистов, осуществляющих данную диагностику.

Для удобной и быстрой регистрации результатов полученных обследований пациентов был разработан методический блок. Он включал в себя анкету по диагностике с фотографией и схематичным изображением тела человека, факторов риска МК, образа жизни и сопутствующей патологии, договор информированного добровольного согласия на обследование со стороны пациента, авторскую базу данных фиксированных признаков, разработанную программу обучения специалистов первичного звена – онкологов, дерматологов, терапевтов, врачей общей практики, квалифицированного уровня, специализированного уровня [23]; систему накопления, хранения и анализа массива всей базы данных пациентов, также осуществляющей функции поддержки принятия решения на различных этапах оказания медицинской

помощи специалистами различного уровня [24]; ЭС по автоматизированной диагностике МК [25]; Способ диагностики МК с использованием ЭС [26].

Материально-техническое обеспечение онкологов и дерматологов включало дерматоскоп Heine Delta 20T, авторскую компьютерную программу поддержки принятия решения [24]; ЭС по автоматизированной диагностике МК [25], разработанные анкеты, договоры информированного добровольного согласия на исследование.

### Результаты и их обсуждение

На этапе первичной диагностики, используя полученные знания, дерматологи с применением цифровой дерматоскопии проводили осмотр и обследование всех обратившихся с пигментными новообразованиями людей. Осуществлялся сбор жалоб, анамнеза, цифровая дерматоскопия всех новообразований кожи.

В качестве алгоритма дерматоскопической диагностики МК дерматологами ГБУЗ СОКВД и онкологами использовался алгоритм ABCDE с критерием ДИ>5,45. Все подозрительные новообразования направляли на экспертную оценку в консультативное отделение ГБУЗ СОКОД.

**Таблица 1.** Объем работы и результаты приема врачей дерматологов в динамике 16, 18, 19 октября 2020 г. в рамках акции «Живи без страха»

Дата акции	Обратилось в ходе акции, чел.	Заподозрено, меланома кожи, рак кожи, абс.	Заподозрено, меланома кожи, рак кожи, абс., в%
16.10.2019	323	40	12,38
18.10.2019	282	64	22,70
19.10.2019	195	68	34,87
Итого	800	172	21,50

Как видно из представленных данных, всего зарегистрировано на 1 этапе на прием к дерматологам ГБУЗ СОКОД с различными новообразованиями кожи суммарно за 3 дня 800 человек.

В действительности, обратившихся на прием на диагностику было на 10 человек больше из-за того, что отдельные жители по разным причинам обратились напрямую на 3 этап экспертной диагно-

стики в Самарский областной клинический онкологический диспансер (ГБУЗ СОКОД). При выяснении причин обращения непосредственно в специализированный онкологический центр, пациенты указывали на лучшую оснащенность и опыт специалистов. Данные пациенты, которым также проводилась экспертная оценка новообразований кожи, при расчете параметров диагностики врачей

дерматологов для достоверности результатов, не были включены в группу.

Анализируя полученные данные, мы отметили, что из всех обратившихся пациентов, 80% уточняющая диагностика

практически не требовалась. Соотношение мужчин и женщин в нашем исследовании было неодинаково, преобладающее большинство составили женщины (82,56%).

**Таблица 2.** Количество пациентов на экспертном этапе диагностики (16.10.2019, 18.10.2019, 19.10.2019)

Дата акции	Дерматологи направили на этап уточняющей диагностики, абс.(в %)	
	М	Ж
16.10.2019	16 (40,00%)	24 (60,00%)
18.10.2019	6 (9,38%)	58 (90,63%)
19.10.2019	8 (11,76%)	60 (88,24%)
Итого	30 (17,44%)	142 (82,56%)

Это можно объяснить факторами:

- меланома кожи чаще встречается у женщин;
- женщины более внимательны к своему здоровью и внешнему виду, чаще посещают косметолога;
- в популяции Самарской области в процентном отношении женщины преобладают.

На этапе экспертной неинвазивной диагностики, после консультации дерма-

тологами ГБУЗ СОКВД пациенты были осмотрены подготовленными экспертами онкодерматологами в ГБУЗ СОКОД, где по результатам осмотра с применением цифровой дерматоскопии и порогового дерматоскопического индекса (ДИ>5,45) по правилу ABCD, выявленные новообразования были распределены на 3 группы: подозрительные на меланому кожи, подозрительные на рак кожи и доброкачественные новообразования.

**Таблица 3.** Экспертный осмотр онкологами в ГБУЗ СОКОД с применением цифровой дерматоскопии и ранжирующего правила ABCDE для меланоцитарных новообразований кожи

Дата акции	Экспертный этап неинвазивной диагностики			Заподозрено всего, абс. (в%)	Всего пациентов обследовано, абс.
	Подозрение на рак кожи	Подозрение на меланому кожи	Доброкачественный процесс, или динамическое наблюдение по месту жительства		
16.10.2019	2	2	8	12 (30,0%)	40
18.10.2019	6	1	1	8 (12,5%)	64
19.10.2019	2	10	2	14 (20,59%)	68
Итого	10	13	11	34 (19,77%)	172

Как видно из представленных данных, лишь менее чем у 20% пациентов по результатам обследования на последнем, экспертном этапе был заподозрен какой-либо злокачественный процесс. После проведения обследования им было рекомендовано проведение специального лечения в ГБУЗ СОКОД, которое также включало морфологическую верифика-

цию опухоли с обязательным гистологическим исследованием.

На этапе лечения всем подозрительным на МК и с другими злокачественными новообразованиями кожи в условиях ГБУЗ СОКОД проводилось хирургическое лечение, в результате которого была получена морфологическая верификация новообразования.

**Таблица 4.** Результат морфологической верификации диагноза подозрительных на меланому кожи новообразований, выявленных на последнем этапе

Дата акции	Заподозрено, рак кожи, абс.	Заподозрено, меланома кожи, абс.	Совпадение с патогистологическим исследованием, меланома кожи, в %	Совпадение с патогистологическим исследованием, рак кожи, в %
16.10.2019	2	6	16,67	0,00
18.10.2019	7	4	50,00	28,57
19.10.2019	4	2	50,00	25,00
Итого	13	12	33,33	23,08

Как видно из представленных данных по 13 пациентам с подозрением на рак кожи, диагноз подтвердился у 3 пациентов, меланома кожи — у 4 человек.

На последнем этапе был проведен проспективный контроль и анализ результатов акции.

Для анализа эффективности проведения акции были рассчитаны такие показатели диагностики как чувствительность, специфичность. Они рассчитывались для каждого этапа диагностики — дерматологов, онкологов, ЭС, самодиагностики «родинонок» пациентами.

Показатель чувствительности рассчитывался как доля действительно болеющих меланомой людей в обследованной популяции, которые по результатам обследования онкологами и дерматологами выявились как больные среди всех обследованных людей. В нашем случае дополнительно проведен контроль отдаленных результатов диагностики специалистов через 6 месяцев после проведения акции.

Специфичность — доля пациентов с различными доброкачественными новообразованиями, у которых в результате приема дерматолога или онколога заболевание не было выявлено среди всех людей, в действительности не имеющих данной патологии (по результатам гистологического исследования).

Особенностью расчета показателей специфичности проведенного обследования на всех этапах диагностики явилось то, что был проведен проспективный контроль. Для этого данные по всем обратившимся в ходе акции жителям (800 че-

ловек) через 6 месяцев после ее проведения были обработаны путем анализа их обращений к онкологу через базу данных АИС Поликлиника ГБУЗ СОКОД, в результате чего мы получили отдаленные результаты диагностики. Это было сделано для исключения пропусков патологии врачом-экспертом (рак кожи или меланома кожи). Оценка параметров чувствительности и специфичности нами выполнена исходя из «золотого стандарта» диагностики — обязательного морфологического исследования опухоли. Данный метод использовался в качестве референсного метода диагностики злокачественных новообразований кожи.

Однако, по результатам исследования, некоторыми пациентами не был пройден этап хирургического лечения выявленного подозрительного новообразования кожи. Путем мониторинга посещений по базе данных АИС Поликлиника ГБУЗ СОКОД и телефонным звонкам пациентам были выяснены основные причины неявки. Они были сгруппированы по следующим признакам:

- Удаленность места жительства (с обязательным гистологическим исследованием и пересмотром в ГБУЗ СОКОД);
- Непреодолимые семейные обстоятельства;

Психологические причины (страх перед операцией, возможными побочными эффектами терапии, боязнь потерять внешнюю привлекательность, анозогнозия, отрицание болезни — «у меня ничего нет!»), пессимизм, высказывание уверенности в том, что лечение не поможет.

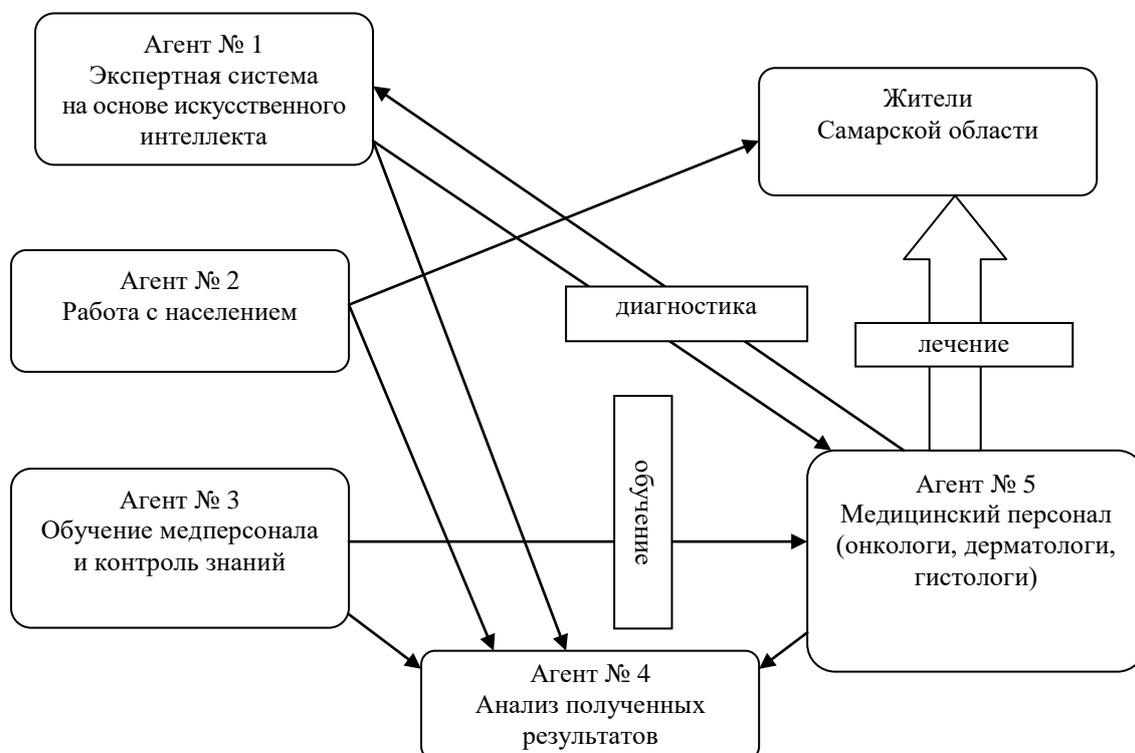
**Таблица 5.** Анализ объективных и субъективных причин отказа от рекомендации по лечению в ГБУЗ СОКОД

Дата акции	Удаленность места жительства	Семейные обстоятельства	Психологические причины
16.10.2019	1	1	2
18.10.2019	0	0	1
19.10.2019	1	0	1
Итого		7 (0,875%)	

Анализируя полученные данные, следует отметить, что основные причины отказа от лечения в ГБУЗ СОКОД — это психологические причины, которые требуют повышения комплаентности врача и пациента, чего в рамках акции и осмотра только лишь кожных покровов, а не всех органов и систем, как хотели бы некоторые пациенты, достичь достаточно затруднительно. Количество пациентов, отказавшихся от лечения, было незначительным, на общую статистику не влияло и составило менее 1% от общего количества участников.

Следует отметить, что среди этих отказов не было ни одного пациента с подозрением на меланому кожи, что является положительным фактом и, в некоторой степени, позволяет не опасаться за дальнейшую судьбу «отказников». С ними впоследствии была проведена беседа по телефону, после которой было достигнуто обязательство обратиться на лечение в ГБУЗ СОКОД по направлению в ближайшее время.

В ходе проведения акции была использована мультиагентная технология диагностики меланомы кожи, которая схематично представлена на рисунке 1.



**Рис. 1.** Структура мультиагентной системы, примененной в ходе акции, потоки информации, агенты.

Все эти компоненты мультиагентной системы работали независимо друг от друга, были автономны, причем ни один из агентов этой системы не имел представление о системе в целом, не было конкретного агента, управляющего всей системой. Все участники этой системы постоянно и непрерывно обменивались знаниями и подчинялись определенным правилам, и были объединены лишь одной целью — ранней диагностикой меланомы кожи.

В ходе проведения акции был также апробирован один из агентов мультиа-

гентной системы — система ранней диагностики меланомы кожи на основе ИИ.

Для этого пациентам с различными новообразованиями кожи было произведено фотографирование пигментных новообразований, внесение их в базу данных [24] с последующим анализом алгоритмов на основе ИИ [25, 26]. Решения о дальнейшей тактике принимались врачом онкологом также и с учетом результатов анализа, выполненного ИИ разработанной системы. Результаты диагностики представлены в таблице 6.

**Таблица 6.** Параметры диагностики новообразований кожи на основе искусственного интеллекта авторской системой диагностики [25]

Дата акции	Заподозрено, меланома кожи	Подтвердилось гистологически	Пропущено, меланома кожи	Специфичность	Чувствительность
16.10.2019	6	1	0	87,18	100
18.10.2019	25	2	0	62,90	100
19.10.2019	24	1	0	65,67	100
Итого	55	4	0	69,64	100

Диагностика рака кожи с применением ЭС не проводилась ввиду того, что данный вид диагностики не входил в цели и задачи исследования.

Как видно из представленных данных, ни одна из МК не была диагностирована системой как доброкачественное новообразование. В тоже время, специфичность составила 69,64%. Данный факт позволяет использовать этот программный продукт и метод диагностики в порядке самодиагностики и поддержки принятия решения.

В результате проведенной акции были рассчитаны параметры самодиагностики меланомы кожи и злокачественных новообразований кожи, самостоятельно проводимые жителями многомиллионного центра.

После получения информации из буклетов и сети Интернет на сайте житель Самарской области, на основании полученных данных и личных убеждений с учетом различных других факторов (занятость, доверие к врачам, отношению к своему здоровью и т.д.) проводил примитивную визуальную самодиагностику пигментных новообразований кожи у себя лично и у лиц ближайшего круга. По результатам этого он принимал

решение о необходимости обращения в лечебное учреждение. Также проводился опрос пришедших на прием жителей: им задавался один вопрос: «Считаете ли Вы, что у Вас рак?» В зависимости от ответа — «Да» или «Нет», рассчитывался показатель; результаты самодиагностики (табл. 7).

По результатам диагностики можно сделать вывод, что специфичность самодиагностики у жителей РФ невелика, и не превышает 6,78%, однако чувствительность составляет 100%. Это объяснимо тем, что пациенты при наличии любого новообразования кожи сразу обращались на диагностику, при наличии такой возможности, в нашем случае — бесплатной акции.

В связи с этим, можно предположить, что обращение сразу на экспертный этап диагностики (ГБУЗ СОКОД) всех жителей Самарской области с «родинками», из которых пациенты в большинстве случаев предполагают наличие у себя злокачественной опухоли, мы считаем нецелесообразным, так как в условиях Самарской области удовлетворить потребность населения в специалистах-экспертах по ранней диагностике МК невозможно.

**Таблица 7.** Результаты самодиагностики меланомы кожи и других злокачественных новообразований кожи жителями Самарской области в результате акции

Дата акции	«У меня наверное рак!»	Подтвердилось гистологически	Пропущено, меланома кожи после контроля 6 мес.	Специфичность	Чувствительность	Пришло по акции
16.10.2019	300	1	0	7,14	100	323
18.10.2019	253	2	0	10,36	100	282
19.10.2019	193	1	0	1,03	100	195
Итого	746	4	0	6,78	100	800

Одним из решений на этом этапе может быть разработка и внедрение ЭС, компонентов телемедицины с целью повышения этого уровня и снижения неблагоприятных результатов поздней диагностики МК. Также одной из мер является информирование население о факторах риска МК, здоровом образе жизни и необходимости ранней диагностики МК для

снижения неблагоприятных последствий.

В ходе проведения акции были также рассчитаны параметры диагностики МК врачами дерматологами ГБУЗ СОКВД. Обследование проводилось с использованием цифровой дерматоскопии, и было неинвазивным; при подозрении на рак кожи и МК пациент направлялся на следующий, экспертный этап в ГБУЗ СОКОД.

**Таблица 8.** Результаты неинвазивной диагностики меланомы кожи врачами дерматологами с применением цифровой дерматоскопии

Дата акции	Заподозрено, меланома кожи	Подтвердилось гистологически	Пропущено, меланома кожи	Специфичность	Чувствительность
16.10.2019	40	1	0	87,89	100
18.10.2019	64	2	0	77,86	100
19.10.2019	68	1	0	65,46	100
Итого	172	4	0	78,89	100

По результатам представленных данных можно сделать вывод, что чувствительность МК к выявлению составляет 100%.

Проведя проспективный контроль результатов диагностики проведенной в ходе акции на протяжении 6 месяцев после ее окончания, мы выяснили, что не было ни одного случая пропуска МК среди обратившихся 800 пациентов, но в то же время специфичность указанной диагностики составила 79%.

Это свидетельствует о том, что врачи дерматологи в ходе акции «боялись» пропустить меланому кожи и, в некоторых случаях принимали решение о направлении на следующий этап (ГБУЗ СОКОД) пациентов с подозрением на МК с минимальными клиническими и дерматоскопическими проявлениями, у которых впоследствии МК не обнаружилась.

В ходе проведения акции были рассчитаны параметры диагностики МК обученными экспертами — врачами онкологами с применением цифровой дерматоскопии. Результаты диагностики представлены в таблице 9.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что средняя специфичность неинвазивного этапа обследования составила 95%, она изменялась от 87 до 99% и была выше, чем у врачей дерматологов. Это связано с тем, что врачи онкологи чаще сталкиваются с МК на приеме, знают все ее ранние признаки, что позволяет снизить число неоправданных биопсий.

В результате проведения акции диагностики среди 800 человек удалось выявить 4 пациентов с МК и гистологической верификацией и 3 пациентов с базальноклеточным раком кожи. Следует

**Таблица 9.** Результаты неинвазивной диагностики меланомы кожи экспертами — врачами онкологами в ГБУЗ СОКОД с применением цифровой дерматоскопии

Дата акции	Заподозрено, меланома кожи	Подтвердилось гистологически	Пропущено, меланома кожи	Специфичность	Чувствительность
16.10.2019	6	1	0	87,18	100
18.10.2019	4	2	0	96,77	100
19.10.2019	2	1	0	98,51	100
Итого	12	4	0	95,24	100

учесть, что меланома кожи является довольно редким заболеванием: всего за 2019 г. в Самарской области было выявлено 258 пациентов с различными стадиями патологии, причем с 1 стадией было зарегистрировано 96 случаев. В ходе проведения кампании по ранней диагностике было выявлено за 3 дня 4,35% пациентов с 1 стадией МК из всех зарегистрированных (96 пациентов) в отчетном 2019 г. Это, безусловно, впоследствии скажется на отдаленных результатах и таких показателях, как смертность и одногодичная летальность.

Анализируя обращаемость пациентов через 6 месяцев после проведения акции по данным АИС Поликлиника ГБУЗ СОКОД, можно сделать вывод, что пропуска патологии МК и рака кожи врачами-экспертами участниками акции не было. В противном случае пациент обязательно обратился бы на прием в онкодиспансер, что было бы видно в базе данных и раковом регистре ГБУЗ СОКОД.

По количеству отказов от обследования можно оценить и уровень комплаентности, который остается высоким: отказы в обследовании были статистически незначимы и составили не более 1%.

По мнению ряда авторов, (Wernli K.J., Henrikson N.B., 2016), одним из направлений ранней диагностики МК может быть всеобщий популяционный скрининг, который позволяет снизить также и смертность от МК (Waldmann A., Nolte S., Weinstock M.A., 2012). Не менее эффективной методикой диагностики также является применение ЭС, позволяющих в отдельных случаях: решить проблему ранней диагностики, повысить такие показатели как точность, исключить влияние субъектив-

ного фактора, сократить время и снизить затраты на обследование пациента, однако попытки создания подобного рода алгоритмов еще находятся в стадии разработки и не получили широкого распространения (Mar V.J., Scolyer R.A., et al., 2017).

Некоторые авторы отмечают, что показатели диагностики ЭС оказались завышенными (Dinnes J., Williams H.C., 2020), но в тоже время появились ЭС, основанные на нейронной сети, которые позволяют поставить правильный диагноз меланомы на уровне квалифицированных дерматологов *in vivo* (Brinker T.J., Hekler A., 2019; Tschand P., Sinz C., Kittler H., 2019). Иногда они оказывались более точными (Mar V.J., Soyer H.P., 2018; Oakden-Rayner L., 2018).

Один из подходов — повышение уровня грамотности населения и ответственности за свое здоровье. Низкий уровень знаний у людей с начальными стадиями МК приводит к поздней обращаемости. Так, по данным Halteh P., Scher R., et al., исходно какие-либо представления о внешних проявлениях меланомы имеют не более 10% людей без специального медицинского образования. В плане самодиагностики МК отмечается низкая чувствительность: от 25% на ранних стадиях до 93% на более поздних, когда новообразование достигает значительного развития (Halteh P., Scher R., et al., 2017).

Качественно новое, развивающееся направление в медицине — это применение мультиагентных систем, которые представляют собой совместную работу ряда агентов (компонентов, процессов, групп людей), для которых характерна определенная автономность в принятии решений с обязательным использованием

ИИ (Shoham Y., 2009), в процессе функционирования которого свойства агентов постоянно меняются, и необходима непрерывная коррекция параметров их взаимодействия в интересах общего конечного результата.

В ходе акции была проведена практическая оценка воздействия на все звенья с применением мультиагентной технологии: уровень знаний специалистов, уровень знаний и информированность жителей региона, доступность специализированной онкологической помощи. В нашем случае это дало определенные результаты.

Меланома кожи является высокозлокачественной опухолью с предсказуемым течением при несвоевременной диагностике, и результат дальнейшей судьбы пациента зависит от многих факторов, среди которых следует выделить следующие: доступность специализированной онкодерматологической помощи; стадия и уровень инвазии, на которой выявлено заболевание; уровень квалификации специалиста первичного контакта.

Определенного эффекта можно добиться, воздействуя на все звенья диагностического процесса: повышать уровень грамотности врачей первичного контакта, внедрять современные методики неинвазивной диагностики, увеличивать ее доступность. В ходе проведенной масштабной кампании в крупном промышленном центре с населением более 3 млн. человек удалось наметить пути решения вопроса ранней диагностики меланомы кожи за счет применения мультиагентной технологии и использования экспертной системы, основанной на искусственном интеллекте.

## Выводы

1. Применение мультиагентной технологии и ее отдельных компонентов — авторской экспертной системы, основанной на искусственном интеллекте, позволяет улучшить показатели самодиагностики меланомы кожи, снизить время на диагностику (время диагностики системы составило 16 секунд), и, теоретически, затраченные ресурсы, помочь принять верное решение в сложной ситуации. Обучение врачей первичного контакта позволит им выявлять меланому кожи на более ранней стадии. Однако решение о дальнейшей тактике должен принимать врач онколог специализированного центра.

2. Специфичность самодиагностики жителей региона низкая, и составляет 6,78%. Показатели диагностики меланомы кожи врачами дерматологами гораздо выше: чувствительность 100%, специфичность 78,89%, экспертами онкологами — 100% при специфичности 95,24%.

3. Для эффективного функционирования системы ранней диагностики меланомы кожи на последнем этапе диагностики вполне достаточно от 2 до 4 подготовленных экспертов-онкологов и 10–19 экспертов-дерматологов на 3 млн. человек, однако акция по диагностике должна продолжаться длительное время, в течение всего календарного года.

4. Для более полной оценки онкоэпидемиологической ситуации и прогнозирования необходимых ресурсов для ранней диагностики меланомы кожи необходимо проведение масштабного популяционного скрининга в пределах региона.

## Список источников

1. Ward-Peterson M., Acuña J.M., Alkhalifah M.K., et al. Association Between Race/Ethnicity and Survival of Melanoma Patients in the United States Over 3 Decades: A Secondary Analysis of SEER Data // *Medicine*. 2016. Vol. 95, № 17. P. e3315. doi: 10.1097/MD.00000000000003315
2. Swetter S.M., Tsao H., Bichakjian C.K., et al. Guidelines of care for the management of primary cutaneous melanoma // *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2019. Vol. 80, № 1. P. 208–250. doi: 10.1016/j.jaad.2018.08.055
3. Ma Q., Suo H., Zhu L., et al. Prognostic significance of tumor size for primary invasive cutaneous melanoma: A population — based study, 2004–2016 // *Cancer Medicine*. 2020. Vol. 9, № 13. P. 4561–4571. doi: 10.1002/cam4.3065
4. Lo S.N., Scolyer R.A., Thompson J.F. Long-Term Survival of Patients with Thin (T1) Cutaneous Melanomas: A Breslow Thickness Cut Point of 0.8 mm Separates Higher-Risk and Lower-Risk Tumors // *Annals of Surgical Oncology*. 2018. Vol. 25, № 4. P. 894–902. doi: 10.1245/s10434-017-6325-1

5. Hartman R.I., Lin J.Y. Cutaneous Melanoma — A Review in Detection, Staging, and Management // *Hematology/Oncology Clinics of North America*. 2019. Vol. 33, № 1. P. 25–38. doi: 10.1016/j.hoc.2018.09.005
6. Tracey E.H., Vij A. Updates in Melanoma // *Dermatologic Clinics*. 2019. Vol. 37, № 1. P. 73–82. doi: 10.1016/j.det.2018.08.003
7. Ko D., Lipner S.R. Comment on: “The first 30 years of the American Academy of Dermatology skin cancer screening program: 1985–2014” // *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2019. Vol. 80, № 1. P. e23. doi: 10.1016/j.jaad.2018.08.056
8. Ferris L.K., Saul M.I., Lin Y., et al. A Large Skin Cancer Screening Quality Initiative: Description and First-Year Outcomes // *JAMA Oncology*. 2017. Vol. 3, № 8. P. 1112–1115. doi: 10.1001/jamaoncol.2016.6779
9. Moloney F.J., Guitera P., Coates E., et al. Detection of primary melanoma in individuals at extreme high risk: a prospective 5-year follow-up study // *JAMA Dermatology*. 2014. Vol. 150, № 8. P. 819–827. doi: 10.1001/jamadermatol.2014.514
10. Kaiser M., Schiller J., Schreckenberger C. The effectiveness of a population-based skin cancer screening program: evidence from Germany // *The European Journal of Health Economics*. 2018. Vol. 19, № 3. P. 355–367. doi: 10.1007/s10198-017-0888-4
11. Robinson J.K., Perez M., Abou-El-Seoud D., et al. Targeted Melanoma Screening: Risk Self-Assessment and Skin Self-Examination Education Delivered During Mammography of Women // *JNCI Cancer Spectrum*. 2019. Vol. 3, № 3. P. pkz047. doi: 10.1093/jncics/pkz047
12. Robinson J.K., Wayne J.D., Martini M.C., et al. Early Detection of New Melanomas by Patients With Melanoma and Their Partners Using a Structured Skin Self-examination Skills Training Intervention: A Randomized Clinical Trial // *JAMA Dermatology*. 2016. Vol. 152, № 9. P. 979–985. doi: 10.1001/jamadermatol.2016.1985
13. Shellenberger R., Nabhan M., Kakaraparthi S. Melanoma screening: A plan for improving early detection // *Annals of Medicine*. 2016. Vol. 48, № 3. P. 142–148. doi: 10.3109/07853890.2016.1145795
14. Herath H.M.M.T.B., Keragala B.S.D.P., Udeshika W.A.E., et al. Knowledge, attitudes and skills in melanoma diagnosis among doctors: a cross sectional study from Sri Lanka // *BMC Research Notes*. 2018. Vol. 11, № 1. P. 389. doi: 10.1186/s13104-018-3499-y
15. Hekler A., Utikal J.S., Enk A.H., et al. Superior skin cancer classification by the combination of human and artificial intelligence // *European Journal of Cancer*. 2019. Vol. 120. P. 114–121. doi: 10.1016/j.ejca.2019.07.019
16. Fink C., Blum A., Buhl T., et al. Diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network in the differentiation of combined naevi and melanomas // *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2020. Vol. 34, № 6. P. 1355–1361. doi: 10.1111/jdv.16165
17. Brinker T.J., Hekler A., Enk A.H., et al. A convolutional neural network trained with dermoscopic images performed on par with 145 dermatologists in a clinical melanoma image classification task // *European Journal of Cancer*. 2019. Vol. 111. P. 148–154. doi: 10.1016/j.ejca.2019.02.005
18. Aractingi S., Pellacani G. Computational neural network in melanocytic lesions diagnosis: artificial intelligence to improve diagnosis in dermatology? // *European Journal of Dermatology*. 2019. Vol. 29, № S1. P. 4–7. doi: 10.1684/ejd.2019.3538
19. Tschandl P., Rinner C., Apalla Z., et al. Human-computer collaboration for skin cancer recognition // *Nature Medicine*. 2020. Vol. 26, № 8. P. 1229–1234. doi: 10.1038/s41591-020-0942-0
20. Shen Y., Colloc J., Jacquet-Andrieu A., et al. Emerging medical informatics with case-based reasoning for aiding clinical decision in multi-agent system // *Journal of Biomedical Informatics*. 2015. Vol. 56. P. 307–317. doi: 10.1016/j.jbi.2015.06.012
21. Mostafa S.A., Mustapha A., Mohammed M.A., et al. A fuzzy logic control in adjustable autonomy of a multi-agent system for an automated elderly movement monitoring application // *International Journal of Medical Informatics*. 2018. Vol. 112. P. 173–184. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2018.02.001
22. Chen S., Wu F., Shen L., et al. Multi-Agent Patrolling under Uncertainty and Threats // *PLoS One*. 2015. Vol. 10, № 6. P. e0130154. doi: 10.1371/journal.pone.0130154
23. Способ обучения врачей и среднего медицинского персонала по ранней диагностике меланомы кожи. Свидетельство №2018613017.
24. База данных пациентов с меланомой кожи. Патент РФ на изобретение № 2018620399.
25. Система ранней диагностики меланомы кожи. Патент РФ на изобретение № 2018613016.
26. Способ ранней автоматизированной дистанционной диагностики меланомы кожи. Патент РФ на изобретение № 2018107018/14.

## References

1. Ward-Peterson M, Acuña JM, Alkhalifah MK, et al. Association Between Race/Ethnicity and Survival of Melanoma Patients in the United States Over 3 Decades: A Secondary Analysis of SEER Data. *Medicine*. 2016; 95(17):e3315. doi: 10.1097/MD.0000000000003315
2. Swetter SM, Tsao H, Bichakjian CK, et al. Guidelines of care for the management of primary cutaneous melanoma. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2019;80(1):208–50. doi: 10.1016/j.jaad.2018.08.055
3. Ma Q, Suo H, Zhu L, et al. Prognostic significance of tumor size for primary invasive cutaneous melanoma: A population — based study, 2004–2016. *Cancer Medicine*. 2020;9(13):4561–71. doi: 10.1002/cam4.3065
4. Lo SN, Scolyer RA, Thompson JF. Long-Term Survival of Patients with Thin (T1) Cutaneous Melanomas: A Breslow Thickness Cut Point of 0.8 mm Separates Higher-Risk and Lower-Risk Tumors. *Annals of Surgical Oncology*. 2018;25(4):894–902. doi: 10.1245/s10434-017-6325-1
5. Hartman RI, Lin JY. Cutaneous Melanoma — A Review in Detection, Staging, and Management. *Hematology/Oncology Clinics of North America*. 2019;33(1):25–38. doi: 10.1016/j.hoc.2018.09.005
6. Tracey EH, Vij A. Updates in Melanoma. *Dermatologic Clinics*. 2019;37(1):73–82. doi: 10.1016/j.det.2018.08.003
7. Ko D, Lipner SR. Comment on: “The first 30 years of the American Academy of Dermatology skin cancer screening program: 1985–2014”. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2019;80(1):e23. doi: 10.1016/j.jaad.2018.08.056
8. Ferris LK, Saul MI, Lin Y, et al. A Large Skin Cancer Screening Quality Initiative: Description and First-Year Outcomes. *JAMA Oncology*. 2017;3(8):1112–5. doi: 10.1001/jamaoncol.2016.6779

9. Moloney FJ, Guitera P, Coates E, et al. Detection of primary melanoma in individuals at extreme high risk: a prospective 5-year follow-up study. *JAMA Dermatology*. 2014;150(8):819–27. doi: 10.1001/jamadermatol.2014.514
10. Kaiser M, Schiller J, Schreckenberger C. The effectiveness of a population-based skin cancer screening program: evidence from Germany. *The European Journal of Health Economics*. 2018;19(3):355–67. doi: 10.1007/s10198-017-0888-4
11. Robinson JK, Perez M, Abou-El-Seoud D, et al. Targeted Melanoma Screening: Risk Self-Assessment and Skin Self-Examination Education Delivered During Mammography of Women. *JNCI Cancer Spectrum*. 2019;3(3):pkz047. doi: 10.1093/jncics/pkz047
12. Robinson JK, Wayne JD, Martini MC, et al. Early Detection of New Melanomas by Patients With Melanoma and Their Partners Using a Structured Skin Self-examination Skills Training Intervention: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Dermatology*. 2016; 152(9):979–85. doi: 10.1001/jamadermatol.2016.1985
13. Shellenberger R, Nabhan M, Kakaraparthi S. Melanoma screening: A plan for improving early detection. *Annals of Medicine*. 2016;48(3):142–8. doi: 10.3109/07853890.2016.1145795
14. Herath HMMTB, Keragala BSDP, Udeshika WAE, et al. Knowledge, attitudes and skills in melanoma diagnosis among doctors: a cross sectional study from Sri Lanka. *BMC Research Notes*. 2018;11(1):389. doi: 10.1186/s13104-018-3499-y
15. Hekler A, Utikal JS, Enk AH, et al. Superior skin cancer classification by the combination of human and artificial intelligence. *European Journal of Cancer*. 2019;120: 114–21. doi: 10.1016/j.ejca.2019.07.019
16. Fink C, Blum A, Buhl T, et al. Diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network in the differentiation of combined naevi and melanomas. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2020;34(6):1355–61. doi: 10.1111/jdv.16165
17. Brinker TJ, Hekler A, Enk AH, et al. A convolutional neural network trained with dermoscopic images performed on par with 145 dermatologists in a clinical melanoma image classification task. *European Journal of Cancer*. 2019;111:148–54. doi: 10.1016/j.ejca.2019.02.005
18. Aractingi S, Pellacani G. Computational neural network in melanocytic lesions diagnosis: artificial intelligence to improve diagnosis in dermatology? *European Journal of Dermatology*. 2019;29(S1):4–7. doi: 10.1684/ejd.2019.3538
19. Tschandl P, Rinner C, Apalla Z, et al. Human-computer collaboration for skin cancer recognition. *Nature Medicine*. 2020;26(8):1229–34. doi: 10.1038/s41591-020-0942-0
20. Shen Y, Colloc J, Jacquet-Andrieu A, et al. Emerging medical informatics with case-based reasoning for aiding clinical decision in multi-agent system. *Journal of Biomedical Informatics*. 2015;56:307–17. doi: 10.1016/j.jbi.2015.06.012
21. Mostafa SA, Mustapha A, Mohammed MA, et al. A fuzzy logic control in adjustable autonomy of a multi-agent system for an automated elderly movement monitoring application. *International Journal of Medical Informatics*. 2018;112:173–84. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2018.02.001
22. Chen S, Wu F, Shen L, et al. Multi-Agent Patrolling under Uncertainty and Threats. *PLoS One*. 2015;10(6): e0130154. doi: 10.1371/journal.pone.0130154
23. Sposob obucheniya vrachey i srednego meditsinskogo personala po ranney diagnostike melanomy kozhi. Certificate № 2018613017.
24. Baza dannyykh patsiyentov s melanomoy kozhi. Patent RU № 2018620399.
25. Sistema ranney diagnostiki melanomy kozhi. Patent RU № 2018613016.
26. Sposob ranney avtomatizirovannoy distantsionnoy diagnostiki melanomy kozhi. Patent RU № 2018107018/14.

## Дополнительная информация

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Этика.** В исследовании использованы данные людей в соответствии с подписанным информированным согласием.

### Информация об авторах:

✉ Евгений Юрьевич Неретин — врач онколог высшей категории консультативного отделения № 1; доцент кафедры хирургии с курсом онкологии, evg.neretin2002@mail.ru, SPIN: 3064-8481, <https://orcid.org/0000-0002-2316-7482>.

Сания Хамзяновна Садреева — д-р мед. наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения, <https://orcid.org/0000-0001-8278-3923>.

### Вклад авторов:

Неретин Е. Ю. — сбор и обработка материала, написание текста, статистическая обработка данных.  
Садреева С. Х. — подготовка статьи к публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Funding.** The study was not sponsored.

**Ethics.** The study used data from people in accordance with signed informed consent.

### Information about the authors:

✉ Evgeniy Yu. Neretin — MD, Cand. Sci. (Med.), Oncologist of the Highest Category of the Consultative Department № 1; Associate Professor of the Department of Surgery with a Course in Oncology, evg.neretin2002@mail.ru, SPIN: 3064-8481, <https://orcid.org/0000-0002-2316-7482>.

Saniya Kh. Sadreyeva — MD, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Public Health and Public Health, <https://orcid.org/0000-0001-8278-3923>.

### Contribution of the authors:

Neretin E. Yu — collecting and processing material, writing the text, statistical data processing.  
Sadreyeva S. Kh. — preparation of the article for publication.

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