

**КОБЯКОВА О.С.,**

чл.-корр. РАН, д.м.н., ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия; e-mail: kobyakovaos@mednet.ru; ORCID: 0000-0003-0098-1403

**КАНЕВ А.Ф.,**

к.м.н., ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия; e-mail: alexkanev92@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9612-8815

**КУРАКОВА Н.Г.,**

д.б.н., ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия; e-mail: idmz@mednet.ru; ORCID: 0000-0003-1896-6420

**КАРМИНА Р.Л.,**

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия; e-mail: r.karmina@yandex.ru; ORCID: 0009-0006-6567-4235

## ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЛАНДШАФТ МЕДИЦИНСКОЙ ОТРАСЛИ: ПОТРЕБНОСТИ РЫНКА ТРУДА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ (АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА)

DOI: 10.25881/18110193\_2026\_1\_38

**Аннотация.** Актуальность. Внедрение цифровых технологий в систему здравоохранения оказывает глубокое и многовекторное влияние на самую ценную и уязвимую ее составляющую – человеческие ресурсы. Цифровая трансформация меняет ландшафт профессиональной деятельности, инициируя появление принципиально новых специальностей и требований к компетенциям и навыкам медицинских работников.

Цель исследования: систематизировать актуальные данные о влиянии цифровизации на потребность в медицинских кадрах, на изменение профессионального ландшафта и на требования к компетенциям медицинских работников.

Материалы и методы. Систематически проанализированы зарубежные публикации, извлеченные из баз данных Scopus, PubMed, Google Scholar с использованием поискового образа: «digital technologies» OR «artificial intelligence» or «telemedicine» and «workforce» and «healthcare». Включались все типы исследований, оценивающих влияние цифровых технологий (искусственный интеллект, телемедицина, роботизация, интернет медицинских вещей и анализ больших данных) на уровень нагрузки на медперсонал.

Результаты. В обзор вошла 61 зарубежная публикация, позволяющая отметить, что по состоянию на конец 2025 г. цифровые технологии не предлагают глобальной системе здравоохранения решения проблемы кадрового дефицита, но предоставляют комплекс инструментов, позволяющих ей функционировать более эффективно, устойчиво и качественно даже в условиях объективного глобального дефицита человеческих ресурсов. Поэтому цифровизация в большинстве публикаций, вошедших в обзор, рассматривается в качестве ключевого инструмента смягчения последствий глобального кадрового дефицита.

*Заключение.* Выполненный обзор обозначил перспективу глубинной трансформации ландшафта медицинских профессий. Роли врачей и медсестер эволюционируют в сторону управления данными, их критической интерпретации и усиленного взаимодействия с пациентом. Возникает устойчивый спрос на принципиально новые гибридные профессии на стыке медицины, информационных технологий и наук о данных (биоинформатики, разработчики медицинского программного обеспечения, специалисты по кибербезопасности). Для реализации потенциала цифровизации необходимы преодоление нормативных барьеров и значительная трансформация системы медицинского образования.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, система здравоохранения, кадровое обеспечение, искусственный интеллект, телемедицина, роботизация, интернет медицинских вещей, экономическая эффективность, межлицензионная практика, модели оплаты, ответственность за решения, интероперабельность.

**Для цитирования:** Кобякова О.С., Канев А.Ф., Куракова Н.Г., Кармина Р.Л. Влияние цифровизации на профессиональный ландшафт медицинской отрасли: потребности рынка труда и перспективы развития (анализ зарубежного опыта). *Врач и информационные технологии.* 2026; 1: 38-51. DOI: 10.25881/18110193\_2026\_1\_38.

**KOBYAKOVA O.S.,**

Corresponding Member of the RAS, DSc, Russian Research Institute of Health, Moscow, Russia;  
e-mail: kobyakovaos@mednet.ru; ORCID: 0000-0003-0098-1403

**KANEV A.F.,**

PhD, Russian Research Institute of Health, Moscow, Russia; e-mail: alexkanev92@gmail.com;  
ORCID: 0000-0001-9612-8815

**KURAKOVA N.G.,**

DSc, Russian Research Institute of Health, Moscow, Russia; e-mail: idmz@mednet.ru;  
ORCID: 0000-0003-1896-6420

**KARMINA R.L.,**

Russian Research Institute of Health, Russia; e-mail: r.karmina@yandex.ru;  
ORCID: 0009-0006-6567-4235

## THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE PROFESSIONAL LANDSCAPE OF THE MEDICAL INDUSTRY: LABOR MARKET NEEDS AND DEVELOPMENT PROSPECTS (ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE)

DOI: 10.25881/18110193\_2026\_1\_38

**Abstract.** *Significance.* The introduction of digital technologies into the healthcare system has a profound and multidimensional impact on its most valuable and vulnerable component - human resources. Digital transformation is changing the landscape of professional activity, leading to the emergence of fundamentally new specialties and requirements for competencies and skills of medical professionals.

*Aim:* to systematize current data on the impact of digitalization on the demand for medical personnel, the changing professional landscape, and the requirements for the competencies of medical professionals.

*Materials and methods.* We systematically analyzed international publications retrieved from Scopus, PubMed, and Google Scholar using the search terms "digital technologies," "artificial intelligence," or "telemedicine," "workforce," and "healthcare.". All types of studies assessing the impact of digital technologies (artificial intelligence, telemedicine, robotics, the Internet of Medical Things, and big data analysis) on the workload of medical staff were included.

*Results.* The review includes 61 international publications, which indicate that, as of the end of 2025, digital technologies do not offer the global healthcare system a solution to the workforce shortage. Instead, they provide a set of tools enabling it to function more efficiently, sustainably, and efficiently, even in the face of an objective global human resource shortage. Therefore, digitalization is considered a key tool in mitigating the consequences of the global workforce shortage in the majority of publications included in the review.

*Conclusion.* The review highlights the potential for a profound transformation of the medical profession landscape. physicians and nurses are evolving toward data management, critical interpretation, and enhanced patient engagement. There is a strong demand for fundamentally new hybrid professions at the intersection of medicine, information technology, and data science (bioinformaticians, medical software developers, cybersecurity specialists). Realizing the potential of digitalization requires overcoming regulatory barriers and significantly transforming the medical education system.

**Keywords:** digital transformation, healthcare system, human resources, artificial intelligence, telemedicine, robotics, Internet of medical things, economic efficiency, inter-license practices, payment models, responsibility for decisions, interoperability.

**For citation:** Kobyakova O.S., Kanev A.F., Kurakova N.G., Karmina R.L. The impact of digitalization on the professional landscape of the medical industry: labor market needs and development prospects (analysis of foreign experience). *Medical doctor and information technology.* 2026; 1: 38-51. DOI: 10.25881/18110193\_2026\_1\_38.

## ВВЕДЕНИЕ

Современная система глобального здравоохранения находится в состоянии перманентного кризиса, обусловленного демографическими сдвигами, эпидемиологическим переходом и растущими финансовыми ограничениями [1]. Старение населения, повсеместный рост распространенности хронических неинфекционных заболеваний и повышенные ожидания пациентов в отношении качества и доступности медицинской помощи создают беспрецедентную нагрузку на отработанные десятилетиями модели оказания услуг. Важным элементом этого кризиса является существенная нехватка человеческих ресурсов. Согласно прогнозам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), к 2030 г. мировой дефицит медицинских работников может достичь отметки в 18 млн человек [2], что более чем вдвое превышает текущие показатели. Данный кризис усугубляется такими факторами, как профессиональное выгорание, непривлекательность условий труда в отдельных регионах и дисбаланс в распределении кадров между мегаполисами и отдаленными сельскими районами [3].

В этих условиях цифровые технологии, включая искусственный интеллект (ИИ), телемедицину, роботизацию, интернет медицинских вещей (IoMT) и анализ больших данных, повсеместно рассматриваются как ключевой инструмент для повышения операционной эффективности, качества медицинской помощи и экономической устойчивости систем здравоохранения. Правительства многих стран и международные организации возлагают на цифровизацию большие надежды в контексте преодоления вышеозначенных вызовов [4].

Хотя внедрение цифровых технологий и нельзя считать окончательным ответом на проблему кадрового дефицита, оно безусловно оказывает глубокое и многовекторное влияние на самую ценную и уязвимую составляющую любой системы здравоохранения — человеческие ресурсы [5]. Цифровая трансформация значительным образом меняет ландшафт профессиональной деятельности, модифицируя суть существующих профессий, инициируя появление принципиально новых специальностей и предъявляя экстраординарные требования к компетенциям и навыкам медицинских работников [6]. Как отмечается в отчете OECD, врачам сегодня уже недостаточно обладать лишь глубокими клиническими

знаниями — на ведущие роли выходят цифровые компетенции и способность работать в симбиозе с интеллектуальными системами [1].

**Цель:** систематизировать актуальные данные о влиянии цифровизации на потребность в медицинских кадрах, на изменение профессионального ландшафта и на требования к компетенциям медицинских работников.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Систематически проанализированы зарубежные публикации, извлеченные из баз данных Scopus, PubMed, Google Scholar с использованием поискового образа: «digital technologies» OR «artificial intelligence» or «telemedicine» and «workforce» and «healthcare».

Включались все типы исследований, оценивающих влияние цифровых технологий (ИИ, телемедицина, роботизация, интернет медицинских вещей и анализ больших данных) на уровень нагрузки на медперсонал. Двое авторов независимо отбирали публикации иностранных авторских коллективов и извлекали данные, объединенные в качественный синтез.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в обзор была включена 61 публикация, размер выборок и контексты вошедших в обзор публикаций существенно различались. Ниже представлены ключевые результаты по пяти главным аспектам анализа, подкрепленные конкретными примерами из литературы.

### Влияние цифровизации на кадровый дефицит в здравоохранении

Анализ массива литературных данных однозначно указывает на то, что цифровые технологии, вопреки некоторым опасениям и (или) надеждам, не ведут к прямому и масштабному сокращению общей численности медицинских кадров. Вместо простого замещения человеческого труда машинным они действуют как мощный мультипликатор эффективности и инструмент оптимизации, позволяя существующему кадровому составу обслуживать больше пациентов без потери, а зачастую и с повышением качества оказываемой медицинской помощи [7].

**Автоматизация рутинных задач.** Ключевым механизмом данного процесса является автоматизация рутинных, ресурсоемких и

поддающихся алгоритмизации задач. Это высвобождает значительные временные ресурсы высококвалифицированных специалистов, которые могут быть перенаправлены на прямое взаимодействие с пациентом и решение сложных диагностических и терапевтических задач, требующих применения клинического мышления [8]. Ярче всего этот эффект проявляется в диагностических специальностях, работающих с большими массивами стандартизированных данных. Важно подчеркнуть, что речь не идет о замене врача, а о перераспределении его рабочего времени от рутинного скрининга к сложным случаям, верификации и интерпретации данных.

Так, в исследовании, проведенном в больнице Яньтай Юйхуандин, центре рака Фуданского университета и Гуандунской больнице охраны здоровья матери и ребенка, применение технологии ИИ для анализа изображений, полученных во время маммографии, увеличивало точность выявления новообразований молочной железы на 12,4%, при этом скорость анализа составляла в среднем всего 3 секунды против шести минут, необходимых врачу-диагносту [9]. Подобное исследование было проведено и на базе Университетской больницы Королевы Софии в Испании: применение ИИ для скрининга рака молочной железы увеличивало чувствительность метода на 25%, одновременно уменьшая нагрузку на врачей на 29,7% [10].

В госпитале медицинского университета Южной Каролины ИИ сократил время интерпретации КТ-снимков грудной клетки на 93 секунды [11]. В центральной больнице Фушуня провинции Ляонин в Китае, стратегия скрининга переломов ребер, основанная на применении ИИ, оказалась точнее и быстрее, чем стандартный анализ рентгеновских снимков [12].

Вместе с тем, коллектив Цзиньлинской больницы пришел к выводу, что анализ КТ-изображений головного мозга с помощью ИИ имеет куда меньшую специфичность в отношении выявления интракраниальных аневризм по сравнению со случаями, когда диагностический процесс осуществляет специалист-радиолог [13]. Тем не менее, по мнению авторов статьи, технологии ИИ в любом случае имеют определенную ценность для диагностического процесса: за счет исключительной чувствительности их применение позволяет значительно снизить рабочую нагрузку на

медицинский персонал. Подобные результаты получены коллективом упомянутого медицинского учреждения и в отношении выявления поражений легких при коронавирусной инфекции [14]. Сходного мнения придерживаются авторы из университетского медицинского центра Гронингена, оценивавшие возможность применения ИИ для диагностики солидных образований в легких [15]. С другой стороны, существуют и более сдержанные оценки ценности ИИ в автоматизации диагностического процесса: по данным исследователей из университетского госпиталя Бонна, за счет более длительной загрузки изображений в программу анализа ИИ не смог снизить время, затрачиваемое на оценку изображений [16].

В целом, однако, результаты использования ИИ для решения рутинных диагностических задач выглядят более, чем оптимистичными. Так, время, затрачиваемое на исследование биопсийного материала желудка, сокращается более, чем на 90% [17]. Столь же значительная эффективность наблюдается в урологии в отношении диагностики рака простаты [18], в неврологии (сокращение времени просмотра видеомониторинга для диагностики эпилепсии на 86%) [19] и в гематологии (сокращение времени анализа проб периферической крови на 62,7%) [20]. В офтальмологии использование ИИ делает диагностику диабетической ретинопатии быстрее на 37%, аномалий роговицы — на 99% [21, 22]. Пациенты положительно относятся к использованию ИИ в диагностике и лечении [23] при условии, что ключевая роль в интерпретации результатов, принятии решений и выстраивании взаимодействия с пациентами останется за врачами [24].

Не менее важным направлением является автоматизация административной нагрузки. Внедрение голосовых ассистентов с распознаванием речи, как показала практика клиники Мейо, позволило сократить время, затрачиваемое медсестрами на подготовку медицинской документации, на 40%, что высвободило ресурсы для непосредственного ухода за пациентами [25]. Алгоритмы для прогнозного планирования штатного расписания с применением технологии анализа больших данных (исторические показатели госпитализации, сезонность) с высокой точностью предсказывают пиковую нагрузку, позволяя избежать как недоукомплектованности, ведущей к выгоранию, так и неэффективного

избытка кадров [26]. В частности, такие ассистенты уже внедрены в госпиталях Британской Колумбии в Канаде [27].

**Телемедицина и удаленный мониторинг состояния пациента.** Вторым мощным инструментом оптимизации, позволяющим в условиях дефицита кадров обеспечивать максимальное покрытие населения медицинскими услугами, является телемедицина и удаленный мониторинг состояния пациентов. Эти технологии кардинально меняют географию оказания медицинской помощи, позволяя узким специалистам и консилиумам экспертов из крупных медицинских центров консультировать пациентов и коллег в удаленных, сельских и малообеспеченных регионах (т.н. «кадровых пустынях»), не прибегая к физическому перемещению. Одним из подобных примеров может служить стратегическая цель, которую поставило перед собой министерство здравоохранения Израиля. Согласно его пресс-релизу, одна из приоритетных задач ближайшего времени — «совершить скачок в системе здравоохранения, который позволит ей стать устойчивой, передовой, инновационной, обновленной и постоянно совершенствующейся за счет оптимального использования информационных и коммуникационных технологий, доступных всему населению Израиля». Первым шагом на пути к реализации данной задачи стало создание специального «сообщества телездравоохранения» из специалистов, работающих в области телемедицины. Также было создано несколько рабочих групп по различным специальностям (таким как телепедиатрия и телегериатрия), чтобы определить рабочие практики и сформулировать рекомендации для Министерства в сфере телемедицины [28].

Таким образом, телемедицина не сокращает потребности в кадрах, но радикально повышает доступность и «масштабируемость» уникальной экспертизы уже существующих специалистов, эффективно нивелируя географическое неравенство. Кроме того, телемедицинские платформы создают прецедент, т.н. модели «медицинского дома» (Patient-Centered Medical Home), позволяя врачу первичного звена оперативно получать консультации специалистов, не направляя пациента в другой город, тем самым повышая собственные диагностические возможности и компетенцию. Концепция «медицинского дома», в частности, разрабатывается

Агентством по исследованиям и качеству в здравоохранении США [29].

**Влияние цифровизации на профессиональный ландшафт глобального здравоохранения**

Цифровая трансформация приводит к глубокому и необратимому перераспределению профессиональных ролей и функций внутри медицинских организаций. Этот процесс характеризуется не исчезновением существующих профессий, а их глубокой эволюцией и появлением принципиально новых гибридных специальностей, что значительно меняет кадровый ландшафт отрасли [30].

Эволюция и специализация существующих ролей является наиболее вероятным трендом. Роль врача трансформируется от универсального эксперта-исполнителя, выполняющего весь цикл от сбора данных до постановки диагноза и назначения лечения, к роли «супервайзера данных», куратора и интерпретатора выводов, сгенерированных интеллектуальными системами [31]. Врач все больше сосредотачивается на стратегическом планировании лечения, комплексной коммуникации с пациентом и принятии окончательных решений в сложных, нестандартных и этически неоднозначных случаях, где машина не может заменить человеческое суждение и эмпатию. Его функция смещается от «действия» к «мышлению» и «взаимодействию».

Примером трансформации роли врача за счет внедрения в рутинную практику технологий ИИ может служить использование ассистента Transpara, уже вошедшего в состав базового обследования, например, в Швеции [32]. Система обеспечивает первичный скрининг маммограмм, в результате чего врачи, анализируя уже обработанные результаты, могут сконцентрировать внимание на найденных ассистентом аномалиях. Таким образом, врач становится экспертом, контролирующим выполнение рутинных задач и принимающим сложные диагностические решения. Еще один аналогичный инструмент — qure.ai, используется в больницах по всему миру (от Англии до Нигерии) для предварительного анализа КТ легких и головного мозга, позволяя значительно сократить затрачиваемое медицинскими работниками время [33, 34].

Использование ИИ, однако, не ограничивается предварительным анализом изображений.

Так, система IBM Watson for Oncology, внедренная в ряде медицинских учреждений Китая, помогает подобрать индивидуализированное лечение опухолей [35], а коммерческое приложение Siemens Healthineers Teamplay позволяет оптимизировать использование диагностического оборудования [36], агрегируя данные с томографов Siemens, анализируя дозы облучения, время исследования, и используемые протоколы. Во всех этих случаях врач становится экспертом, управляющим ИИ ассистентами, принимающим решения на основе собранной ими информации.

Широко применяются в настоящее время голосовые ассистенты, ускоряющие процессы ведения медицинской документации. Например, в США массово востребован ассистент *suki.ai*, позволяющий фиксировать аудио-данные в электронной истории болезни, а также предоставляет элементы поддержки принятия решений) [37].

Трансформация профессиональных ролей под влиянием цифровых технологий в равной степени характерна и для среднего медицинского персонала. Перевод в автоматический режим таких рутинных процессов, как мониторинг витальных функций, документирование и контроль выполнения назначений, создает условия для перераспределения обязанностей. Высвобождающийся временной ресурс позволяет медсестрам осваивать расширенные клинические полномочия, что повышает уровень их профессиональной автономии. На практике это выражается в переходе от исполнительских функций к роли оператора и координатора. Например, работа с системами автоматизированной выдачи лекарств (типа *Puxis MedStation* [38]) сводит к минимуму ошибки дозирования [39], а интегрированные с электронной историей болезни платформы удаленного мониторинга (такие как *Philips eCareCoordinator* [40]) предоставляют медсестре уже проанализированные данные. Это смещает фокус с механического сбора информации на интерпретацию готовых показателей и принятие решений в рамках доверенной зоны ответственности.

Параллельно с эволюцией традиционных ролей наблюдается стремительное зарождение «гибридных» профессий, что формирует абсолютно новую нишу на рынке труда. Возникает устойчивая потребность в специалистах на стыке медицины, компьютерных наук, инженерии и анализа данных [41]. Прежде всего,

это биоинформатики и аналитики медицинских данных, отвечающие за сбор, очистку, анализ и интерпретацию больших массивов медицинских данных для задач персонализированной медицины, прогнозирования эпидемий и оптимизации работы лечебных учреждений [42, 43]. Не менее востребованы специалисты по медицинской кибербезопасности, чья роль связана с защитой конфиденциальных пациентских данных в условиях роста киберугроз и ужесточения регуляторных требований [44].

Значительный импульс развития получает направление, связанное с разработкой медицинского программного обеспечения и алгоритмов ИИ. Эти специалисты создают и внедряют диагностические системы, алгоритмы поддержки принятия врачебных решений и телемедицинские платформы [45]. Для обеспечения их бесперебойной работы и соответствия клиническим потребностям требуются клинические ИТ-администраторы и координаторы цифровых программ оказания медицинской помощи, которые выступают связующим звеном между техническими подразделениями и медицинским персоналом [46]. Наконец, широкое внедрение сложных систем, от хирургических роботов-ассистентов до автоматизированных лабораторных комплексов, порождает спрос на операторов и инженеров роботизированного оборудования, обеспечивающих их эксплуатацию и техническое обслуживание [47]. Формирование этого нового профессионального ландшафта свидетельствует о глубокой трансформации отрасли, в которой технологическая грамотность становится неотъемлемым компонентом медицинского образования.

Прямого «ухода в прошлое» целых профессий в обозримой перспективе не прогнозируется, однако значительно сократится потребность в выполнении узких, рутинных, легко алгоритмируемых задач (например, первичный анализ стандартизированных диагностических изображений, рутинное документирование по шаблону) [48]. Это потребует от действующих специалистов массового обучения и повышения компетенций, а от организаторов здравоохранения — формирования юридической и материальной базы для широкого внедрения новых технологий. Анализ 11 пилотных кейсов из больниц разных стран Европы (Швейцария, Финляндия,

Германия, Дания и др.) выявил общие барьеры для широкого внедрения ИИ в практику, такие, как недоверие персонала к «черным ящикам» алгоритмов, проблемы с управлением и безопасностью медицинских данных, а также этические и регуляторные сложности [49].

### **Трансформация требований к компетенциям медицинского персонала**

Глубинная трансформация профессиональных ролей, описанная выше, закономерно влечет за собой изменение требований к профилю компетентности современного медицинского работника. Как отмечается в отчете OECD [1], сегодня уже недостаточно обладать только глубокими фундаментальными и клиническими знаниями — их необходимо дополнять цифровыми компетенциями.

В настоящее время имеет место значительный разрыв между требуемыми и реально существующими цифровыми компетенциями медицинского персонала. В зависимости от конкретного исследования, от 30 до 70% медработников сообщают, что у них отсутствуют необходимые навыки для полноценного использования цифровых технологий и работы с цифровой информацией [50]. Этот цифровой пропасть представляет собой один из ключевых барьеров на пути успешной цифровой трансформации отрасли.

В настоящее время формируются новые требования к компетенциям медицинских работников, включающие технологические, аналитические, коммуникативные и этико-правовые аспекты [51]. Необходимым условием для эффективной работы становится техническая и цифровая грамотность, выходящая за рамки базового владения электронными медицинскими картами и телемедицинскими платформами и предполагающая осмысленное понимание принципов работы ИИ с позиции пользователя-эксперта. Неотъемлемым компонентом становится развитая способность к анализу, визуализации и интерпретации данных для принятия клинических и управленческих решений, что особенно актуально в контексте развития предиктивной медицины. Парадоксальным образом, цифровизация усиливает значимость сугубо человеческих компетенций, таких как эмпатическая коммуникация в цифровой среде, верификация информации в условиях ее избытка и способность к цифровому наставничеству для пациентов и

коллег. Данный профиль также требует высокой этико-правовой компетентности, включающей обеспечение конфиденциальности данных, понимание правовых норм и нивелирование рисков алгоритмической предвзятости. Следовательно, центральной задачей для систем медицинского образования является разработка подходов к формированию именно такого, целостного набора компетенций.

### **Влияние цифровизации на условия работы, профессиональное выгорание и удержание кадров**

Влияние цифровых технологий на условия труда, психологическое благополучие медицинских работников и, как следствие, на их удержание в профессии является амбивалентным и комплексным. Его конечный вектор — снижение или усиление выгорания, зависит не от самих технологий, а от качества их внедрения, интеграции в рабочий процесс и уровня поддержки, предоставляемой персоналу.

Потенциал применения цифровых технологий для снижения выгорания и удержания кадров является значительным и подтверждается многочисленными исследованиями. Он реализуется посредством снижения административной и рутинной когнитивной нагрузки на персонал. Автоматизация документооборота, выписки рецептов, составления расписаний и напоминаний напрямую устраняет один из ключевых драйверов выгорания — ощущение «бумажной» работы в ущерб оказанию медицинской помощи пациенту [52]. Оптимизация рабочей нагрузки, реализованная на основе алгоритмов ИИ для прогнозного планирования штата и динамического распределения смен, позволяют избежать хронической недоукомплектованности и необоснованных сверхурочных работ, которые являются прямой дорогой к эмоциональному истощению. Алгоритмы могут анализировать модели расписания и предлагать более справедливое распределение сложных случаев между командами [53]. Внедрение систем поддержки принятия клинических решений снижает эмоциональное бремя за счет уменьшения страха совершить ошибку [54]. Перспективным представляется внедрение системы на основе ИИ и носимых устройств для отслеживания уровня стресса и усталости сотрудников в режиме реального времени, что позволяет упреждающе

оказывать поддержку, рекомендовать перерывы или психологическую помощь [55].

Однако существуют и обратные, теневые стороны цифровизации, которые могут усугублять выгорание и недовольство, такие, как техностресс и увеличение скрытой нагрузки; подмена личного общения с пациентами данными и интерфейсами; сопротивление, тревожность и страх перед новыми технологиями; ухудшение социального климата в коллективе. Качественные исследования выявляют, что медперсонал зачастую отмечает не снижение, а рост общей нагрузки [56]. Это связано с появлением новых, неучтенных обязанностей: необходимость отвечать на бесчисленные цифровые сообщения пациентов в чатах и порталах, исправлять их ошибки при самостоятельной онлайн-записи, постоянно осваивать новые и не всегда дружелюбные интерфейсы систем без выделенного времени на обучение [57]. Многие врачи и медсестры выражают обеспокоенность тем, что работа с информационными системами и экранами постепенно подменяет собой прямое, живое взаимодействие с пациентом, ради которого многие и шли в профессию. Это ведет к экзистенциальной фрустрации, ощущению потери связи и снижению удовлетворенности от работы. Дополнительно, технологическая тревожность является сильным негативным фактором [58]. Страх сделать ошибку в новой системе, недоверие к «черному ящику» ИИ, опасения по поводу надежности оборудования и отсутствие мгновенной технической поддержки создают мощный психологический барьер и ведут к отказу от использования технологий или к их применению «из-под палки». Еще один немаловажный фактор — сокращение неформального общения между коллегами из-за тотальной цифровизации коммуникаций (внутренние чаты вместо личных разговоров) может негативно сказаться на сплоченности команды, взаимной поддержке и атмосфере в отделении, которые являются важными буферами против выгорания.

Таким образом, при грамотном, продуманном и обоснованном внедрении технологии выступают мощным инструментом удержания кадров, снижая рутинную нагрузку и повышая безопасность и предсказуемость труда. Однако при игнорировании человеческого фактора, недостатке обучения и поддержки, они же могут стать источником нового, цифрового стресса,

усугубляя проблемы выгорания и профессиональной деформации.

### **Проблемы нормативно-правового регулирования и обучения**

Потребность в интеграции цифровых технологий в клиническую практику диктует необходимость формирования адекватных инфраструктурных условий, среди которых ключевое значение имеют адаптация нормативно-правового поля и трансформация системы непрерывного медицинского образования. Эти элементы выступают критическими факторами, от которых будет зависеть возможность полномасштабной реализации потенциала цифровизации.

В сфере нормативного регулирования актуальной задачей является преодоление ряда существующих барьеров. Значительным препятствием для развития телемедицинских сервисов остается региональная привязка лицензирования медицинской деятельности в США, которая ограничивает возможность оказания врачебной помощи за пределами территориального субъекта, где была выдана лицензия [59]. Это диктует потребность в гармонизации законодательства и разработке механизмов упрощенного межрегионального взаимодействия. Другим существенным аспектом является отсутствие устоявшихся и прозрачных моделей финансирования телемедицинских консультаций, удаленного мониторинга состояния пациентов и анализа данных, генерируемых цифровыми двойниками. Недостаточный уровень оплаты подобных услуг со стороны страховых компаний, включая государственные программы, не создает достаточных стимулов для медицинских организаций к инвестированию в соответствующие технологии. Кроме того, сдерживающим фактором выступает правовая неопределенность в вопросах разграничения ответственности при использовании систем поддержки врачебных решений на основе ИИ. Требуется разработка четких регламентов, определяющих степень ответственности разработчика алгоритма, медицинской организации и врача-пользователя, а также утверждение процедур валидации, сертификации и постмаркетингового надзора за подобными программными средствами [60]. Немаловажной проблемой остается отсутствие единых стандартов для обмена данными между разнородными

электронными медицинскими картами, телемедицинскими платформами и носимыми устройствами, что приводит к формированию информационных разрозненных систем и увеличению нагрузки на медицинский персонал. Параллельно с этим вопросы обеспечения кибербезопасности и конфиденциальности данных пациентов требуют первостепенного внимания.

Столь же значимым направлением является модернизация образовательных программ на всех уровнях подготовки медицинских кадров. Существующая система в значительной степени отстает от темпа технологических изменений, что обуславливает необходимость ее системного обновления. Первоочередной мерой представляется интеграция в учебные планы медицинских вузов и колледжей дисциплин, посвященных основам медицинской информатики, цифровой грамотности, биostatистики и этическим аспектам применения ИИ. Выпускники должны обладать не только фундаментальными клиническими знаниями, но и компетенциями для работы в цифровой среде. Для практикующих врачей и среднего медицинского персонала ключевое значение имеют программы повышения квалификации и переподготовки, направленные на преодоление цифрового разрыва [61]. Эффективность таких программ напрямую зависит от создания условий для их прохождения, включая выделение оплачиваемого рабочего времени, что исключает перекладывание нагрузки на личное время сотрудников. Важным условием успеха образовательной трансформации является подготовка самого преподавательского состава, который зачастую не обладает достаточной компетентностью для обучения работе с новыми технологиями. Активное внедрение в учебный процесс инновационных форматов, таких как симуляторы на основе виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), онлайн-курсы, междисциплинарные проекты с ИТ-специалистами и разбор реальных клинических случаев с применением методов анализа больших данных, будет способствовать формированию практических навыков, необходимых для работы в условиях цифровизации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты настоящего обзора по данным зарубежных исследований свидетельствуют, что на

конец 2025 г. цифровые технологии не предлагают глобальной системе здравоохранения решения проблемы кадрового дефицита, но предоставляют комплекс инструментов, позволяющих ей функционировать более эффективно, устойчиво и качественно даже в условиях объективного глобального дефицита человеческих ресурсов.

Цифровизация не приводит к прямому и массовому сокращению общей численности медицинских работников, но значительно меняет характер потребности в них. Система здравоохранения будущего будет нуждаться не в большом количестве врачей, выполняющих рутинные задачи, такие как анализ медицинских изображений или назначение лечения по стандарту; вместо этого возрастет потребность в высококвалифицированных специалистах, в равной степени обладающих фундаментальными клиническими знаниями и способных эффективно использовать современные технологии. Кроме того, вероятно, возрастет потребность в среднем медицинском персонале, наделенном цифровыми полномочиями для удаленного мониторинга и выполнения врачебных предписаний. Поэтому цифровизация рассматривается в качестве ключевого инструмента смягчения последствий глобального кадрового дефицита.

Выполненный обзор обозначил перспективу глубинной трансформации, а не замены медицинских профессий. Роли врачей и медсестер эволюционируют в сторону управления данными, их критической интерпретации и усиленного взаимодействия с пациентом. Параллельно возникает устойчивый спрос на принципиально новые гибридные профессии на стыке медицины, ИТ и наук о данных (биоинформатики, разработчики медицинского ПО, специалисты по кибербезопасности). Потребность в выполнении узких, рутинных задач будет неуклонно снижаться, что требует программ массового повышения квалификации

От всех медицинских работников требуются цифровая грамотность, навыки работы с данными, развитые мягкие навыки для коммуникации в цифровой среде, а также способность к критическому мышлению и этико-правовая компетентность. Преодоление цифрового разрыва среди действующих медицинских кадров является одной из самых важных задач для руководителей здравоохранения.

Технологии цифровизации являются мощным инструментом снижения рутинной нагрузки и борьбы с выгоранием (через автоматизацию, оптимизацию планирования, повышение безопасности), но лишь при условии их правильного внедрения, обеспечения адекватной технической поддержки и выделения ресурсов на обучение. В противном случае, они рискуют стать источником техностресса, увеличения скрытой нагрузки и профессиональной фрустрации, усугубляя кризис кадров.

Для реализации потенциала цифровизации необходимо преодоление нормативных барьеров (прозрачность и простота процедуры лицензирования, модели оплаты, ответственность за решения ИИ, интероперабельность) и значительная трансформация системы медицинского образования на всех уровнях — от интеграции цифровых дисциплин в базовые программы до создания системы непрерывного пожизненного обучения с гарантированным временем на освоение нового.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Socha-Dietrich, K. Empowering the health workforce to make the most of the digital revolution. *OECD Health Working Papers*. 2021; 129. doi: 10.1787/37ff0eaa-en.
2. WHO guideline on health workforce development, attraction, recruitment and retention in rural and remote areas. 10.09.2025.
3. Ag Ahmed MA, Diakité SL, Sissoko K, Gagnon MP, Charron S. Factors explaining the shortage and poor retention of qualified health workers in rural and remote areas of the Kayes, region of Mali: a qualitative study. *Rural Remote Health*. 2020; 20(3):5772. doi: 10.22605/RRH5772.
4. Yeung AWK, Torkamani A, Butte AJ, et al. The promise of digital healthcare technologies. *Front Public Health*. 2023; 11: 1196596. doi: 10.3389/fpubh.2023.1196596.
5. Al-Saleem AI, Aldakheel MK. Barriers to Workforce-Driven Innovation in Healthcare. *Cureus*. 2024; 16(10): e72316. doi: 10.7759/cureus.72316.
6. Al-Haimi B, Ali F, Hujainah F. Digital Transformation in Healthcare: Impact on Organizations' Strategies, Future Landscape, and Required Skills. In: *Navigating the Intersection of Business, Sustainability and Technology*. Contributions to Environmental Sciences & Innovative Business Technology. Springer, Singapore. 2023. doi: 10.1007/978-981-99-8572-2\_3.
7. Jeilani A, Hussein A. Impact of digital health technologies adoption on healthcare workers' performance and workload: perspective with DOI and TOE models. *BMC Health Serv Res* 25, 271(2025). doi: 10.1186/s12913-025-12414-4.
8. Mohd J, Abid H, Ravi PS. Health informatics to enhance the healthcare industry's culture: An extensive analysis of its features, contributions, applications and limitations. *Informatics and Health*. 2024; 1(2): 123-148. doi: 10.1016/j.infoh.2024.05.001.
9. Zheng T, Lin F, Li X, et al. Deep learning-enabled fully automated pipeline system for segmentation and classification of single-mass breast lesions using contrast-enhanced mammography: a prospective, multicentre study. *EClinicalMedicine*. 2023; 58: 101913. doi: 10.1016/j.eclinm.2023.101913.
10. Raya-Povedano JL, Romero-Martín S, Elías-Cabot E, et al. AI-based Strategies to Reduce Workload in Breast Cancer Screening with Mammography and Tomosynthesis: A Retrospective Evaluation. *Radiology*. 2021; 300(1): 57-65. doi: 10.1148/radiol.2021203555.
11. Yacoub B, Varga-Szemes A, Schoepf UJ, et al. Impact of Artificial Intelligence Assistance on Chest CT Interpretation Times: A Prospective Randomized Study. *AJR Am J Roentgenol*. 2022; 219(5): 743-751. doi: 10.2214/AJR.22.27598.
12. Li N, Wu Z, Jiang C, Sun L, et al. An automatic fresh rib fracture detection and positioning system using deep learning. *Br J Radiol*. 2023; 96(1146): 20221006. doi: 10.1259/bjr.20221006.
13. Shi Z, Miao C, Schoepf UJ, et al. A clinically applicable deep-learning model for detecting intracranial aneurysm in computed tomography angiography images. *Nat Commun*. 2020; 11(1): 6090. doi: 10.1038/s41467-020-19527-w.
14. Ni Q, Sun ZY, Qi L, et al. A deep learning approach to characterize 2019 coronavirus disease (COVID-19) pneumonia in chest CT images. *Eur Radiol*. 2020; 30(12): 6517-6527. doi: 10.1007/s00330-020-07044-9.
15. Lancaster HL, Zheng S, Aleshina OO, et al. Outstanding negative prediction performance of solid pulmonary nodule volume AI for ultra-LDCT baseline lung cancer screening risk stratification. *Lung Cancer*. 2022; 165: 133-140. doi: 10.1016/j.lungcan.2022.01.002.
16. Wenderott K, Krups J, Luetkens JA, et al. Prospective effects of an artificial intelligence-based computer-aided detection system for prostate imaging on routine workflow and radiologists' outcomes. *Eur J Radiol*. 2024; 170: 111252. doi: 10.1016/j.ejrad.2023.111252.

17. Yang R, Yan C, Lu S, et al. Tracking cancer lesions on surgical samples of gastric cancer by artificial intelligent algorithms. *J Cancer*. 2021; 12: 6473-83.
18. Eloy C, Marques A, Pinto J, et al. Artificial intelligence-assisted cancer diagnosis improves the efficiency of pathologists in prostatic biopsies. *Virchows Arch*. 2023; 482: 595-604.
19. Peltola J, Basnyat P, Armand Larsen S, et al. Semiautomated classification of nocturnal seizures using video recordings. *Epilepsia*. 2023; 64(Suppl 4): S65-71.
20. Katz BZ, Feldman MD, Tessema M, et al. Evaluation of Scopio Labs X100 Full Field PBS: the first high-resolution full field viewing of peripheral blood specimens combined with artificial intelligence-based morphological analysis. *Int J Lab Hematol*. 2021; 43: 1408-16.
21. Yan Y, Jiang W, Zhou Y, et al. Evaluation of a computer-aided diagnostic model for corneal diseases by analyzing in vivo confocal microscopy images. *Front Med (Lausanne)*. 2023; 10: 1164188.
22. Yang Y, Pan J, Yuan M, et al. Performance of the AIDRScreening system in detecting diabetic retinopathy in the fundus photographs of Chinese patients: a prospective, multicenter, clinical study. *Ann Transl Med*. 2022; 10: 1088.
23. Tancredi C, Ibba S, Fantesini A, et al. Capturing patient voices: A focus group-based study unveiling the potential of AI in medical diagnosis. *Human Technology*. 2024; 20(3): 541-557. doi: 10.14254/1795-6889.2024.20-3.6.
24. Ali M, Fantesini A, Morcella MT, et al. Adoption of AI in Oncological Imaging: Ethical, Regulatory, and Medical-Legal Challenges. *Critical Reviews™ in Oncogenesis*. 2024; 29(2).
25. Bongurala AR, Save D, Virmani A, Kashyap R. Transforming health care with artificial intelligence: redefining medical documentation. *Mayo Clin Proc Digit Health*. 2024; 2(3): 342-347.
26. Căvescu AM, Popescu N. Predictive Analytics in Human Resources Management: Evaluating AIHR's Role in Talent Retention. *AppliedMath*. 2025; 5: 99. doi: 10.3390/appliedmath5030099.
27. Fraser Health Advances AI in Healthcare with Digital Navigator and Scheduling Innovations. <https://www.startupecosystem.ca/news/fraser-health-advances-ai-in-healthcare-with-digital-navigator-and-scheduling-innovations/>
28. Ministry of Health Israel. Government of Israel, Ministry of Health. National Plan for Digital. <https://www.health.gov.il/About/projects/DigitalHealth/Pages/default.aspx>.
29. Rojas SL, Ashok M, Morss DyS, et al. Contextual Frameworks for Research on the Implementation of Complex System Interventions [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US). 2014 Mar. Patient-Centered Medical Home Framework. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK196203/>
30. Stoumpos AI, Kitsios F, Talias MA. Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. *Int J Environ Res Public Health*. 2023; 20(4): 3407. doi: 10.3390/ijerph20043407.
31. Liu X, Keane PA, Denniston AK. Time to regenerate: the doctor in the age of artificial intelligence. *J R Soc Med*. 2018; 111(4): 113-116. doi: 10.1177/0141076818762648.
32. <https://medical.sectra.com/case/ai-frees-up-valuable-time-for-radiologists-in-a-swedish-healthcare-region/>
33. Qure.ai impact stories. The impact of AI at The Royal Bolton NHS Hospital, UK. [https://www.quire.ai/impact\\_stories/the-impact-of-ai-at-the-royal-bolton-nhs-hospital-uk](https://www.quire.ai/impact_stories/the-impact-of-ai-at-the-royal-bolton-nhs-hospital-uk).
34. Qure.ai impact stories. On Ground with IHVN and Fujifilm in Nigeria. [https://www.quire.ai/impact\\_stories/on-ground-with-ihvn-and-fujifilm-in-nigeria](https://www.quire.ai/impact_stories/on-ground-with-ihvn-and-fujifilm-in-nigeria).
35. Zou FW, Tang YF, Liu CY, Ma JA, Hu CH. Concordance Study Between IBM Watson for Oncology and Real Clinical Practice for Cervical Cancer Patients in China: A Retrospective Analysis. *Front Genet*. 2020; 11: 200. doi: 10.3389/fgene.2020.00200.
36. Siemens Healthineers. «Облачное решение teamplay — приложения для управления производительностью». <https://www.siemens-healthineers.com/ru/digital-health-solutions/digital-solutions-overview/service-line-managment-solutions/teamplay>.
37. Suki.ai. The AI infrastructure for halthcare. <https://www.suki.ai/>
38. BD Pyxis MedStation ES System. Automated dispensing cabinet for single and multi-facilities medication management. <https://www.bd.com/en-uk/products-and-solutions/products/product-families/bd-pyxis-medstation-es-system>.
39. Jung YY, Walsh Á, Patel J, Lai K. Benefits and challenges associated with implementation and ongoing use of automated dispensing cabinet for medicines: a scoping review. *Explor Res Clin Soc Pharm*. 2025; 18: 100599.
40. Philips eCareCoordinator Clinical dashboard for ambulatory health. <https://www.philips.cz/healthcare/product/HCNOCTN482/ecarecoordinator-clinical-dashboard-for-ambulatory-health>.

41. Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva: World Health Organization; 2021.
42. Whitepaper “unlocking healthcare’s future: the invaluable role of clinical informatics”. [https://www.himss.org/sites/hde/files/media/file/2024/04/18/wp\\_value-of-clinical-informatics-1.pdf](https://www.himss.org/sites/hde/files/media/file/2024/04/18/wp_value-of-clinical-informatics-1.pdf).
43. Gyldenkærne C, Hansen JU, Hertzum M, Mønsted T. Innovation tactics for implementing an ML application in healthcare: a long and winding road. *Int J Hum Comput Stud.* 2024; 181: 103162
44. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: World Health Organization; 2021.
45. Topol, E.J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019; 25: 44-56. doi: 10.1038/s41591-018-0300-7.
46. <https://www.techtarget.com/searchhealthit/definition/clinical-informatics>.
47. Hamilton A. The Future of Artificial Intelligence in Surgery. *Cureus.* 2024; 16(7): e63699. doi: 10.7759/cureus.63699.
48. Gou F, Liu J, Xiao C, Wu J. Research on artificial-intelligence-assisted medicine: a survey on medical artificial intelligence. *Diagnostics (Basel).* 2024; 14: 1472.
49. Klumpp M, Hintze M, Immonen M, et al. Artificial intelligence for hospital health care: application cases and answers to challenges in European hospitals. *Healthcare (Basel).* 2021; 9: 961.
50. Closing the digital skills gap in healthcare POLICY BRIEF 72 Identifying core digital skills and competencies and education and training opportunities for health professionals in the European Union. [https://eurohealthobservatory.who.int/docs/librariesprovider3/publicationsnew/policybrief-bewell-digital-v3-30042025.pdf?sfvrsn=5533673\\_2](https://eurohealthobservatory.who.int/docs/librariesprovider3/publicationsnew/policybrief-bewell-digital-v3-30042025.pdf?sfvrsn=5533673_2).
51. Jose A, Tortorella GL, Vassolo R, Kumar M, Mac Cawley AF. Professional Competence and Its Effect on the Implementation of Healthcare 4.0 Technologies: Scoping Review and Future Research Directions. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 20(1): 478. doi: 10.3390/ijerph20010478.
52. How to Automate Repetitive Tasks in Healthcare. Automation in healthcare industry. <https://www.aalpha.net/blog/how-to-automate-repetitive-tasks-in-healthcare/>
53. Yildirim Ş, Yücekaya AD, Hekimoğlu M, et al. AI-Driven Predictive Maintenance for Workforce and Service Optimization in the Automotive Sector. *Appl. Sci.* 2025; 15(11): 6282. doi: 10.3390/app15116282.
54. Shahmoradi L, Safdari R, Ahmadi H, Zahmatkeshan M. Clinical decision support systems-based interventions to improve medication outcomes: A systematic literature review on features and effects. *Med J Islam Repub Iran.* 2021; 35: 27. doi: 10.47176/mjiri.35.27.
55. Kakhi K, Jagatheesaperumal SK, Khosravi A, Alizadehsani R, Acharya UR. Fatigue monitoring using wearables and AI: Trends, challenges, and future opportunities. *Comput Biol Med.* 2025; 195: 110461. doi: 10.1016/j.combiomed.2025.
56. Bernburg M, Gebhardt JS, Groneberg DA, Mache S. Impact of Digitalization in Dentistry on Technostress, Mental Health, and Job Satisfaction: A Quantitative Study. *Healthcare (Basel).* 2025; 13(1): 72. doi: 10.3390/healthcare13010072.
57. Biro JM, Handley JL, Malcolm McCurry J, et al. Opportunities and risks of artificial intelligence in patient portal messaging in primary care. *NPJ Digit Med.* 2025; 8(1): 222. doi: 10.1038/s41746-025-01586-2.
58. Wirkkala M, Wijk K, Larsson AC, Engström M. Technology frustration in healthcare - does it matter in staff ratings of stress, emotional exhaustion, and satisfaction with care? A cross-sectional correlational study using the job demands-resources theory. *BMC Health Serv Res.* 2024; 24(1): 1557. doi: 10.1186/s12913-024-11906-z.
59. Board on Health Care Services; Institute of Medicine. The Role of Telehealth in an Evolving Health Care Environment: Workshop Summary. Washington (DC): National Academies Press (US). 2012; 4. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK207146/>
60. Jones C, Thornton J, Wyatt JC. Artificial intelligence and clinical decision support: clinicians' perspectives on trust, trustworthiness, and liability. *Med Law Rev.* 2023; 31(4): 501-520. doi: 10.1093/medlaw/fwad013.
61. Tolentino R, Baradaran A, Gore G, Pluye P, Abbasgholizadeh-Rahimi S. Curriculum Frameworks and Educational Programs in AI for Medical Students, Residents, and Practicing Physicians: Scoping Review. *JMIR Med Educ.* 2024; 10: e54793. doi: 10.2196/54793.