

© Е.М. Антонова

Научная статья

УДК 37.013.32:004.85

DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2022.3.12>

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МИРОВОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ КАК ДРАЙВЕР СТРАТЕГИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ

Е.М. Антонова

Антонова Екатерина Михайловна,
ассистент, кафедра физики, математики
и медицинской информатики, Астраханский
государственный медицинский университет,
Астрахань, Россия.
ORCID iD: 0000-0002-6084-1632
ea244339@gmail.com

Аннотация. В настоящее время наблюдается глобальная трансформация сфер деятельности человечества, в том числе и деятельности в области профилактики заболеваний и сохранения здоровья человека. Меняется не только взгляд человека на проблемы сохранения здоровья, но и подходы к лечению, диагностике и профилактики различного рода заболеваний. Все чаще инструментарий, используемый медицинскими и фармацевтическими работниками, основан на информационно-коммуникационных, цифровых технологиях, технологиях искусственного интеллекта и Big Data. По мере того, как система здравоохранения внедряет технологию искусственного интеллекта для решения лечебно-диагностических и административно-хозяйственных задач, все больше нарастает актуальность подготовки врачей и младший медицинский персонал к работе с данной технологией. Понимая важность данной проблемы, мировое сообщество медицинских вузов и колледжей, в том числе и Российской Федерации, предпринимает первые шаги по внедрению в образовательный процесс дисциплины, направленные на изучение основ искусственного интеллекта. В рамках нашего исследования мы не только разработали курс «Искусственный интеллект в медицине», внедрили в практику обучения будущих врачей, но и используя Шкалу готовности применения студентами – медиками искусственного интеллекта в профессиональной деятельности (MAIRS-MS) оценили результаты обучения. Применяя методы математической статистики для оценки достоверности полученных результатов и для выявления возможных корреляционных зависимостей, установили: 1) студенты проявили повышенный интерес к изучению основ ИИ; 2) студенты достаточно высоко оценили уровень собственных знаний в области ИИ и готовность к применению технологий ИИ для решения профессиональных задач; 3) существует множественная линейная корреляция между географией студентов и уровнем их оценки показателей шкалы готовности.

Ключевые слова: цифровизация здравоохранения, обучение студентов медицинских вузов основам искусственного интеллекта.

Библиографическая ссылка: Антонова Е.М. Цифровизация мирового здравоохранения как драйвер стратегии обучения студентов медицинских вузов // ЦИТИСЭ. 2022. № 3. С.141-151. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2022.3.12>

Research Full Article

UDC 37.013.32:004.85

DIGITALIZATION OF GLOBAL HEALTHCARE AS A DRIVER OF MEDICAL EDUCATION STRATEGY

E.M. Antonova

Ekaterina M. Antonova,

Assistant of the Department of Physics, Mathematics
and medical informatics of Astrakhan
State Medical University,
Astrakhan, Russian Federation.
ORCID iD: 0000-0002-6084-1632
ea244339@gmail.com

Abstract. *Currently a global transformation of human activity spheres is taking place, including the activity in the sphere of illness prevention and health protection. Not only a person's view of health protection issues changes, but also approaches to treatment, diagnostics and prevention of different illnesses. More often the tooling that is used by medical and pharmaceutical workers is based on information-communication and digital technologies, artificial intelligence technologies and Big Data. While the healthcare system introduces the artificial intelligence technology for solving treatment-diagnostic tasks, the applicability of training doctors and nurses to work with this technology, increases. Realizing the importance of the given issue, global society of medical universities and colleges, including in Russia, makes the first steps in introducing the disciplines into the educational process that are aimed at studying the bases of artificial intelligence. In the framework of our study not only we developed a course "Artificial intelligence in medicine" and introduced it into the practice of training future doctors, but also using the Readiness Scale for the application of artificial intelligence in professional activity by medical students (MAIRS-MS), we assessed the results of education. Having applied methods of mathematical statistics for the authenticity assessment of the obtained results and to educe possible correlations, we established the following: 1) students showed increased interest to studying the bases of artificial intelligence; 2) students highly assessed their own knowledge level in the artificial intelligence field and readiness to apply artificial intelligence technologies for solving professional tasks; 3) there exist a multiple linear correlation between the geography of students and the level of their assessment of the readiness scale indicators.*

Keywords: *digitalization of healthcare, teaching students of medical universities the basics of artificial intelligence.*

For citation: Antonova E.M. Digitalization of global healthcare as a driver of medical education strategy. CITISE, 2022, no. 3, pp. 141-151. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2022.3.12>

Введение

Цифровизация здравоохранения представляет собой междисциплинарную концепцию, разработанную на интеграции инновационных технологий и здравоохранения, обобщающих программное обеспечение, оборудование, мобильное здравоохранение, электронные медицинские карты, носимые устройства и датчики, телемедицину и персонализированную медицину. Круг участников, вовлеченных в бизнес-процессы системы цифрового здравоохранения, включает в себя пациентов, практикующих врачей, исследователей, разработчиков приложений, а также производителей и дистрибьюторов медицинского оборудования. Несомненно, идея применения информационных и коммуникационных технологий для реализации медицинских услуг, направленных на профилактику и лечение заболеваний и улучшения качества жизни не является новой концепцией. Однако перед лицом глобальных проблем, связанных со старением, детскими болезнями и смертностью, эпидемиями и пандемиями, высокими затратами и последствиями бедности и расовой дискриминации для доступа к здравоохранению, цифровые технологии здравоохранения, системы здравоохранения и связанные с ними технологии продолжают приобретать все большее значение и развиваться.

Несомненно, пандемия COVID-19 способствовала дальнейшему стимулированию продолжающейся цифровой трансформации в здравоохранении. По мнению исследователей, [1, 2, 3], наиболее эффективные технологии борьбы с COVID-19 включают инструменты, ориентированные на пациента, такие как онлайн-контроль симптомов, порталы для пациентов, инструменты удаленного мониторинга пациентов и телемедицина. Согласно аналитическим данным, цифровое здравоохранение использует не только технологии и инструменты; оно также рассматривает «радикально совместимые данные, искусственный интеллект (ИИ) и открытые, безопасные платформы как ключевые для обеспечения более ориентированной на потребителя и ориентированной на профилактику помощи [1].

Достижения в области искусственного интеллекта, больших данных, робототехники и машинного обучения продолжают вносить серьезные изменения в цифровое здравоохранение, датчиков для приема внутрь, роботов-сиделок до устройств и приложений удаленного мониторинга пациентов. Кроме того, искусственный интеллект и персонализированные рекомендации позволяют пересмотреть подходы к диагностике и лечению заболеваний, повышая безопасность, точность и эффективность методов лечения.

Концепция цифровизации здравоохранения включает в себя несколько основных направлений, акцентирующих внимание на необходимости многоуровневых технологических инфраструктур, важности больших данных, применения виртуальной реальности для лечения пациентов и применение искусственного интеллекта, как ключевого компонента цифровой трансформации системы здравоохранения. Понимая важность искусственного интеллекта для перспектив развития системы здравоохранения и, как следствие, подготовку будущих врачей к работе в новых условиях решения профессиональных задач, в практику обучения студентов медицинских вузов введена новая дисциплина «Искусственный интеллект в медицине». Так, например, данная дисциплина реализуется в ФГБОУ ВО Астраханском государственном медицинском университете Минздрава России в рамках блока вариативных дисциплин и в 2021-2022 учебном году ее изучили более 800 обучающихся, студенты 3 курса лечебного, педиатрического, стоматологического и медико-биологического факультетов. Очевидно, для полноценной оценки результатов обучения данной дисциплине недостаточно данных по охвату

эксперимента, нет отдаленных результатов. И все же, на этапе поискового эксперимента, целью которого является обоснованно выбрать теоретическую основу методики обучения студентов медицинских вузов дисциплине «Искусственный интеллект в медицине», разработать ее содержание и определить подходы к обучению будущих врачей, мы посчитали важным выяснить: 1) проявляют ли будущие врачи интерес к изучению основ ИИ и возможностям его применения для решения профессиональных задач; 2) каков уровень знаний в области ИИ и готовности к их применению.

Дизайн и методы исследования

Теоретической основой поискового эксперимента являлась Шкала готовности применения студентами – медиками искусственного интеллекта в профессиональной деятельности (MAIRS-MS) [4]. Данная шкала, разработанная группой ученых медицинского факультета Измирского университета Турции на основе применения многофакторного анализа и является действительным и надежным инструментом для оценки и мониторинга предполагаемых уровней готовности студентов-медиков к технологиям и приложениям ИИ. Данная шкала содержит четыре группы вопросов:

1) знаний в области искусственного интеллекта (ИИ) у студентов медицинских вузов (знание терминологического аппарата, логики приложений искусственного интеллекта и науки о данных;

2) готовность к применению технологий ИИ для решения профессиональных задач, его эффективного использования путем интеграции профессиональных знаний и потребностей пациента;

3) способность обучающихся объяснять ограничения, сильные и слабые стороны, связанные с медицинским искусственным интеллектом, предвидеть возможности и угрозы, которые могут возникнуть при разработке и использовании технологий ИИ;

4) знания этики, правовых и этических норм и правил при использовании технологий ИИ в медицинских услугах [4].

Отдельно отметим, что по мнению ряда авторов [5, 6, 7 и др.], разработанная Шкала готовности применения студентами – медиками искусственного интеллекта в профессиональной деятельности «является инновационным во всем мире и может внести вклад в исследование оценки предполагаемой готовности студентов-медиков к искусственному интеллекту. Кроме того, MAIRS-MS может принести пользу медицинским школам, учреждениям, преподавателям и разработчикам учебных программ в качестве ценного инструмента разработки учебных программ с возможностью оценки потребностей обучающихся» [6].

Результаты исследования

Медицинское образование в Российской Федерации в мире в целом в настоящее за последние 2-3 года претерпело значительные изменения, связанные не только пересмотром методов обучения и широкому использованию дистанционных технологий обучения, но и с внедрением инновационных методов лечения и диагностики различного рода заболеваний. Однако, образовательные программы медицинских вузов, в своем большинстве, практически не изменились и подготовка медицинских кадров базируется на традиционном фундаментальном содержании учебных программ дисциплин. [8]. «Медицинское образование часто основывается на 6 областях: уход за пациентами, медицинские знания, навыки межличностного общения и общения, обучение и совершенствование на основе практики, профессионализм и системная практика» [9]. Традиционно в перечень изучаемых дисциплин в российских медицинских вузах входит дисциплина «Медицинская информатика», однако содержание данной дисциплины крайне редко пересматривается профессорско-преподавательским составом профильных кафедр и остается неизменным

многие годы на фоне роста многообразия сфер применения информационных цифровых технологий и сервисов в медицинской деятельности.

Отдельно хотелось бы отметить, что в настоящее время не только в российских медицинских вузах поддерживается инициатива внедрению основ ИИ в медицинское образование, но и Американской медицинской ассоциацией с 2018 года (курс ученого, клинического ученого и инженера, разработанный Медицинский колледж Карла Иллинойса; летний курс по всем новым технологиям в здравоохранении, открытый для студентов-медиков Института медицинской разведки и инноваций Шарон Лунд; курс для ординаторов - радиологов по разработке автоматизированного обнаружения патологий при маммографии Университета Флориды и др.) [8].

Принимая во внимание опыт коллег, исследования в области обучения студентов медицинских вузов основам ИИ, последние тенденции в области применения ИИ в здравоохранении нами был разработан курс «Искусственный интеллект в медицине». Данный курс содержал темы, посвященные рассмотрению общих вопросов становления и развития ИИ, основам нейробионического подхода, системам, основанным на знаниях, извлечению и интеграции знаний, методологии построения систем ИИ и экспертным системам как их разновидности, а также роли участников в проектах по анализу данных и внедрению систем машинного обучения в медицине и в здравоохранении. При разработке учебного материал, разработки лекций, практических и лабораторных работ, мы учли, что студенты медицинских вузов имеют не высокий уровень математических знаний. Данная дисциплина изучалась будущими врачами в течении семестра, 108 академических часов (72 аудиторных и 36 часов самостоятельной работы).

Данный, полученные в результате применения указанного выше диагностического аппарата, были обобщены и обработаны с помощью ПО SPSS и Excel. Анализ полученных результатов позволил сформулировать ряд выводов. Во-первых, как показано на диаграмме (рис.1) студенты оценили уровень собственных знаний в области ИИ (среднее значение 4,2) и готовность к применению технологий ИИ для решения профессиональных задач (среднее значение 3,9) как достаточно высокий по сравнению с уровнем способности объяснять ограничения, сильные и слабые стороны, связанные с медицинским искусственным интеллектом (среднее значение 3,8) и знания этики, правовых и этических норм и правил при использовании технологий ИИ в медицинских услугах (среднее значение 3,3). В личной

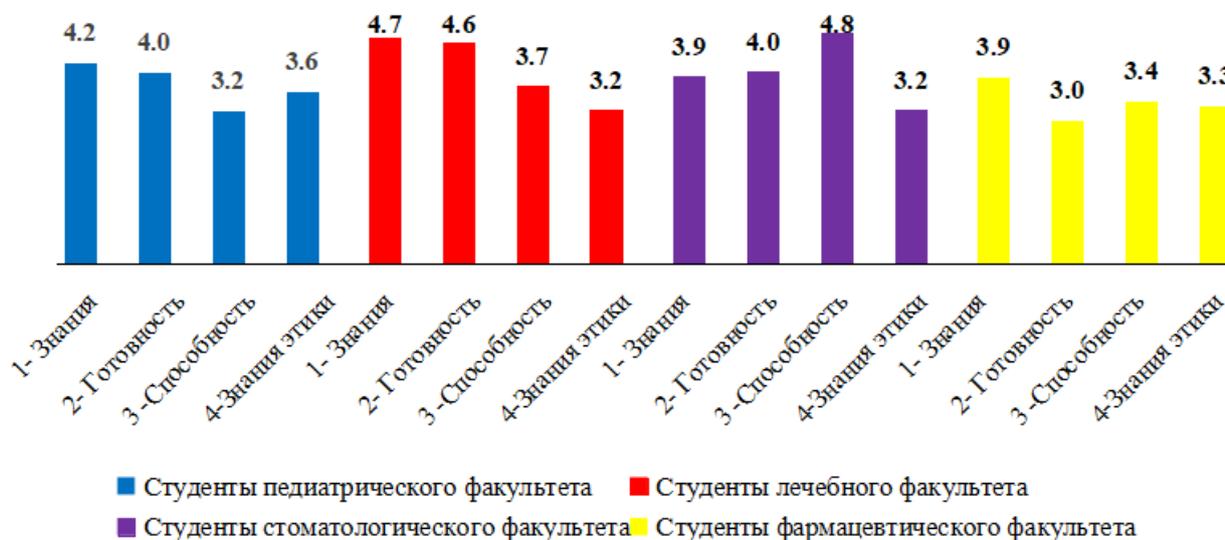


Рис. 1. Средние значения полученных данных по шкале готовности

беседе студенты подчеркивали свой интерес к изучению ряда аспектов ИИ, его применения в

области медицины и здравоохранения, но темы, связанные с границами применения ИИ и этическими, правовыми вопросами считали скучными (более 47,9%).

Кроме того, установлено, что в большей степени студенты понимали общие положения, концепции, принципы и понятия ИИ (75,1% респондентов). Так, например, будущие врачи с легкостью могли сформулировать определения понятий «искусственный интеллект», «нейронная сеть», «экспертная система» (71,6% студентов), однако раскрыть методологию построения систем ИИ, нейробионический подход вызвали у большинства затруднение (83,1% респондентов).

Говоря об оценке готовности к применению технологий ИИ для решения профессиональных задач можно отметить, что более половины обучающихся высоко оценили свою готовность «использовать информацию, основанную на ИИ, в сочетании с моими профессиональными знаниями» (54,3%), объяснить пациенту приложения ИИ, используемые в медицинских услугах (61,0%) и объяснить, какие виды задач здравоохранения может решить ИИ (62,1%), при этом значительное число студентов оценили свою способность получать доступ, оценивать, использовать, делиться и создавать новые знания, используя информационные и коммуникационные технологии как низкую (87,7%).

Оценку согласованности полученных данных мы осуществляли с помощью коэффициент α -Кронбаха, как инструмент, позволяющий оценить степень того, насколько все пункты измеряют одно и то же. Несмотря на то, что наше исследование является «разведочным/поисковым» [10, 11, 12] и коэффициент α -Кронбаха может быть принят большим или равным 0,6 ($\alpha \geq 0,6$), мы посчитали возможным принять значимыми решения больше и равными 0,8 ($\alpha \geq 0,8$). Полученные значения коэффициента Кронбаха показали, что согласованность данных может считаться высокой для всех блоков опросника ($\alpha_{cp} = 0,901$).

Во-вторых, применение корреляционного анализа позволило выявить корреляционную зависимость для (таб.2): знаний в области искусственного интеллекта (ИИ) у студентов медицинских вузов ($\beta = -1,79$, $p = 0,010$ для юношей и $\beta = -3,26$, $p = 0,007$ для девушек), готовности к применению технологий ИИ для решения профессиональных задач ($\beta = 4,78$, $p = 0,017$ для юношей и $\beta = 1,78$, $p = 0,002$ для девушек).

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа полученных результатов

Группы вопросов	Коэффициент корреляции (β)	
	Юноши	Девушки
знаний в области искусственного интеллекта (ИИ) у студентов медицинских вузов	- 1,79 ($p = 0,010$)	- 3,26 ($p = 0,007$)
готовность к применению технологий ИИ для решения профессиональных задач	4,78 ($p = 0,017$)	1,78 ($p = 0,002$)
способность обучающихся объяснять ограничения, сильные и слабые стороны, связанные с медицинским искусственным интеллектом	0,012 ($p = 0,5$)	-0,73 ($p = 0,29$)
знания этики, правовых и этических норм и правил при использовании технологий ИИ в медицинских услугах	- 0,23 ($p = 0,3$)	- 0,89 ($p = 0,51$)

В-третьих, аналитика данных показала корреляционное влияние географии студентов на их ответы (статистически значимые результаты выделены полужирным шрифтом) (таб.2). Анализ коэффициентов корреляции свидетельствует о множественной линейной регрессии. Так, такие утверждения, как «Я могу определить основные понятия статистики» ($\beta = -2,12$, p

= 0,0012 Марокко, ($\beta = - 2,67, p = 0,003$) Индия), «Я могу правильно анализировать данные, полученные ИИ в здравоохранении» ($\beta = - 1,77, p = 0,0016$ Марокко, ($\beta = - 1,23, p = 0,017$) Индия), «Я могу предвидеть возможности и угрозы, которые могут создать технологии ИИ» ($\beta = - 4,05, p = 0,002$ Марокко, $\beta = - 3,45, p = 0,001$ Индия) был статистически значимыми с отрицательными коэффициентами корреляции для студентов из Марокко и Индии. Кроме того, установлено, что на такие вопросы как «Я могу объяснить, как обучаются системы ИИ» и «Я могу объяснить, как приложения ИИ в здравоохранении предлагают решение какой проблемы» являются статистически значимыми для респондентов из всех стран с отрицательными коэффициентами корреляция ($0,001 \geq p \geq 0,23$).

Таблица 2. Результаты корреляционного анализа результатов анкетирования студентов

Вопросы	Коэффициент корреляции (β)					
	Египет	Марокко	Тунис	Кот-Д'Ивуар	ЮАР	Индия
Я могу определить основные понятия науки о данных.	0,024	- 2,121	-0,126	2,347	2,190	- 2,670
Я могу определить основные понятия статистики.	1,867	1,348	1,090	0,008	1,206	0,039
Я могу объяснить, как обучаются системы ИИ.	-4,005	-1,291	-2,490	-2,474	-3,490	-1,692
Я могу определить основные понятия и терминологию ИИ.	3,560	0,004	5,202	0,081	1,340	1,956
Я могу правильно анализировать данные, полученные ИИ в здравоохранении.	3,780	- 1,770	1,575	0,093	0,006	- 1,23
Я могу различать функции и возможности инструментов и приложений, связанных с ИИ.	1,250	0,450	1,687	1,561	-1,599	0,004
Я могу организовать рабочие процессы в соответствии с логикой ИИ.	0,560	0,234	-0,560	1,287	-0,948	0,003
Я могу выразить важность сбора, анализа, оценки и безопасности данных; для развития ИИ в здравоохранении	0,459	0,266	-0,805	0,002	1,001	1,005
Я могу действовать в соответствии с этическими принципами при использовании технологий искусственного интеллекта.	-0,205	0,083	-0,412	2,369	0,003	2,395
Я могу использовать приложения искусственного интеллекта в соответствии с его назначением.	-0,029	0,451	0,004	0,349	0,111	0,234
Я могу получать доступ, оценивать, использовать, делиться и создавать новые	0,671	1,452	0,007	-0,287	0,268	-0,004

знания, используя информационные и коммуникационные технологии.						
Я могу объяснить, как приложения ИИ в здравоохранении предлагают решение какой проблемы.	0,193	2,570	0,791	1,570	-1,948	-2,157
Я могу предвидеть возможности и угрозы, которые могут создать технологии ИИ.	-1,278	- 4,050	-1,260	-2,001	-1,296	- 3,45
Я могу действовать в соответствии с этическими принципами при использовании технологий искусственного интеллекта.	1,409	3,010	0,004	0,004	2,599	3,012

Выводы

Неоспорим тот факт, что одним из инструментов, который применяется и будет применяться будущими врачами для решения широкого круга профессиональных задач, является технология ИИ. В это связи, на наш взгляд, существующая модель специалиста с медицинским образованием и, как следствие, образовательные программы медицинских вузов и колледжей, должны ориентироваться на навыки решения профессиональных, навыки применения информационно-коммуникационных, цифровых технологий и ИИ, с возможностью их постоянного динамичного обновления. Согласимся с мнением коллег из Медицинского колледжа Университета Ульсана (Пак Ш., До К., Ким С., Пак Дж.Х., Медицинской школы Восточной Вирджинии (Вартман С.А., Кобдс К.Д.), что современному врачу и врачу будущего помимо понимания принципов медицины необходимы знания о математических концепциях, основах ИИ, науке о данных и соответствующих этических и юридических вопросах. «Эти навыки помогут им использовать данные из широкого спектра источников, контролировать инструменты ИИ и распознавать случаи, когда алгоритмы могут быть не такими точными, как ожидалось» [13]. Кроме того, навыки общения и лидерства, а также эмоциональный интеллект будут важнее, чем когда-либо, поскольку системы на основе ИИ не смогут учитывать все физические и эмоциональные состояния пациента [14]. Эти черты трудно освоить компьютерам, и они будут характеризовать великого врача в эпоху ИИ.

Отдельно отметим, что введение в образовательную программу подготовки медицинских кадров дисциплины, направленной на изучение ИИ должно дополнить существующие традиции и способствовать смещению акцентов с приобретения базовых знаний на понимание основополагающих принципов, энциклопедичности фундаментальных знаний на возможности их применения как новых инструментов лечения и диагностики заболеваний. Очевидно, то внедрение дисциплины «Искусственный интеллект в медицине» при обучении студентов-медиков потребует пересмотра содержания и клинических дисциплин, дополнив их вопросами применения ИИ для решения конкретной клинических задач [15], а также включить в образовательные программы основы доказательной медицины, что позволит сформировать навыки оценки применяемых методов диагностики и лечения, основанной на базах данных, диагностических тестов или систематических обзоров [16].

В рамках непрерывного медицинского образования можно предложить такие широко известные и эффективные решения как доступность и обязательность вводных курсов и

курсов повышения квалификации, связанных с решением клинических ситуаций с помощью технологий ИИ, а также с достижениями в области цифровых биомаркеров [17] и цифровой терапии [16].

В настоящее время профессорско-преподавательским составом Астраханского государственного медицинского университета, также, как и медицинскими вузами и колледжами Российской Федерации и мира, в целом, предпринимают первые шаги к формированию нового образа врача, способного принимать клинические решения, в том числе и с использованием технологий ИИ, основанного на обработке больше данных (медицинских записей, генетических отчетов, аптечных заметок и данных об окружающей среде и т.п.). На этапе поискового эксперимента, на наш взгляд, нами получены результаты, позволяющие наметить стратегию развития научной и преподавательской деятельности в области подготовки будущих врачей.

Список источников:

1. Kraus S., Schiavone F., Pluzhnikova A., Invernizzi A. Digital Transformation in Healthcare: An Analysis of the Current State of Research // Journal of Business Research. 2020. Vol.123. P. 557-567. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>
2. Mesco B., Drobny Z., Beney E. Digital healthcare is a cultural transformation of traditional healthcare // mHealth. 2017. Vol. 3, No. 9. P. 38. DOI: <https://doi.org/10.21037/mhealth.2017.08.07>
3. Kadakia K., Patel B., Shah A. Advancing digital health: FDA innovation during COVID-19 // npj Digit. Med. 2020. Vol. 3. Art. 38. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00371-7>
4. Karacha O., Chalyshkan S.A., Demir K. Medical Artificial Intelligence Readiness Scale for Medical Students (MAIRS-MS) - Development, Validity and Reliability Study // BMC Med Education. 2021. Vol. 21. Art. 112. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02546-6>
5. Wartman S.A. Combs K. Medical education should move from the information age to the age of artificial intelligence // Academic medicine. 2018. Vol. 93 (8). P. 1107-1109 DOI: [10.1097/ACM.0000000000002044](https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002044)
6. Mehta N., Harish V., Bilimoria K. Knowledge and Attitudes to Artificial Intelligence in Health Care: A Provincial Medical Student Surve // Study.MedEdPublish. 2021. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.15694/mep.2021.000075.1>
7. Goch P., Sandars J.. Vision of the Use of Technology in Medical Education after the COVID-19 // MedEdPublish Pandemic. 2020. Vol. 9 (1). P. 49. DOI: [10.15694/mep.2020.000049.1](https://doi.org/10.15694/mep.2020.000049.1)
8. Фомина Е.Е. Обзор методов оценки надежности измерительной шкалы в социологических исследованиях // Экономика. Социология. Право. 2018. №4 (12). С. 63-70. EDN: [YWJGMP](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36921133) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36921133>
9. Шарашова Е.Е., Холматова К.К., Горбатова М.А. Применение множественного логистического регрессионного анализа в здравоохранении с использованием пакета статистических программ spss // Наука и здравоохранение. 2017. №4, С.5-26. EDN: [WSSGQN](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29992966) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29992966>
10. Плащевая Е.В., Иванчук О.В. Оценка интернет-навыков как составляющей цифровых компетенций // ЦИТИСЭ. 2021. № 4. С.577-585. DOI: [http://doi.org/10.15350/2409-7616.2021.4.53](https://doi.org/10.15350/2409-7616.2021.4.53)
11. Park Sh., Do K., Kim S., Park J.H., Lim. What should medical students know about artificial intelligence in medicine // Journal of Education Assessment for Health Professionals. 2019. Vol. 16. P.18. DOI: [10.3352/jeehp.2019.16.18](https://doi.org/10.3352/jeehp.2019.16.18)

12. Wartman S.A. Combs. Medical education should go from the information age to the age of artificial intelligence // *Acad Med*. 2018. Vol. 93 (8). P. 1107-1109. DOI: <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000002044>
13. Shortliff E.H. Brief on biomedical informatics in physician education // *Journal of Education Assessment for Medical*. 2010. Vol. 304 (11). P.1227-1228. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1262>
14. Резаев А.В., Трегубова Н.Д. Искусственный интеллект и искусственная социальность: новые явления и проблемы для развития медицинских наук // *Эпистемология и философия науки*. 2019. № 56 (4). С.183-199. EDN: [VNPDHD](https://doi.org/10.5840/eps201956475) DOI: [10.5840/eps201956475](https://doi.org/10.5840/eps201956475)
15. Мещерякова А.М., Акопян Э.А., Слинин А.С. Искусственный интеллект в медицинской визуализации. Основные задачи и сценарии развития // *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2018. №3 (8). С. 98-102. EDN: [YWZVLN](https://doi.org/10.5840/eps201956475) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36957549>
16. Coravos A, Khozin S, Mandl Error: Digital Biomarkers to Improve Patient Outcomes // *Digital Medicine*. 2019. Vol. 2. P. 40. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0119-8>
17. Sverdlov O., Van Dam J., Hannesdottir K., Thornton W. Digital therapy: an integral component of digital innovation in drug development // *Clinical Pharmacology*. 2018. Vol. 104 (1). P. 72-80. DOI: <https://doi.org/10.1002/cpt.1036>

References:

1. Kraus S., Schiavone F., Pluzhnikova A., Invernizzi A. Digital Transformation in Healthcare: An Analysis of the Current State of Research. *Journal of Business Research*, 2020, vol.123, pp. 557-567. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>
2. Mesco B., Drobny Z., Beney E. Digital healthcare is a cultural transformation of traditional healthcare. *mHealth*, 2017, vol. 3, no. 9, pp. 38. DOI: <https://doi.org/10.21037/mhealth.2017.08.07>
3. Kadakia K., Patel B., Shah A. Advancing digital health: FDA innovation during COVID-19. *npj Digit. Med*, 2020, vol.3, Art. 38. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00371-7>
4. Karacha O., Chalyshkan S.A., Demir K. Medical Artificial Intelligence Readiness Scale for Medical Students (MAIRS-MS) - Development, Validity and Reliability Study. *BMC Med Education*, 2021, vol.21, Art. 112. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02546-6>
5. Wartman S.A. Combs K. Medical education should move from the information age to the age of artificial intelligence. *Academic medicine*, 2018, vol.93 (8), pp. 1107-1109 DOI:
6. Mehta N., Harish V., Bilimoria K. Knowledge and Attitudes to Artificial Intelligence in Health Care: A Provincial Medical Student Surve. *Study.MedEdPublish*, 2021, vol.10. DOI: <https://doi.org/10.15694/mep.2021.000075.1>
7. Goch P., Sandars J.. Vision of the Use of Technology in Medical Education after the COVID-19. *MedEdPublish Pandemic*, 2020, vol. 9 (1), pp. 49. DOI:
8. Fomina E.E. A review of methods for assessing the reliability of a measuring scale in sociological research. *Economics. Sociology. Right*, 2018, no. 4 (12),pp. 63-70. (In Russian). EDN: [YWJGMP](https://doi.org/10.5840/eps201956475) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36921133>
9. Sharashova E.E., Kholmatova K.K., Gorbatova M.A. Application of multiple logistic regression analysis in health care using the SPSS statistical software package. *Science and Health*, 2017, no. 4, pp. 5-26. (In Russian). EDN: [WSSGQN](https://doi.org/10.5840/eps201956475) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29992966>
10. Plashevaya E.V., Ivanchuk O.V. Evaluation of Internet skills as a component of digital competencies. *CITISE*, 2021, no. 4, pp. 577-585. (In Russian). DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2021.4.53>

11. Park Sh., Do K., Kim S., Park J.H., Lim. What should medical students know about artificial intelligence in medicine. *Journal of Education Assessment for Health Professionals*, 2019, vol.16, pp. 18. DOI: [10.3352/jeehp.2019.16.18](https://doi.org/10.3352/jeehp.2019.16.18)
12. Wartman S.A. Combs. Medical education should go from the information age to the age of artificial intelligence. *Acad Med*, 2018, vol.93 (8), pp. 1107-1109. DOI: <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000002044>
13. Shortliff E.H. Brief on biomedical informatics in physician education. *Journal of Education Assessment for Medical*, 2010, vol. 304 (11), pp. 1227-1228. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1262>
14. Rezaev A.V., Tregubova N.D. Artificial intelligence and artificial sociality: new phenomena and problems for the development of medical sciences. *Epistemology and Philosophy of Science*, 2019, no. 56 (4), pp.183-199. (In Russian). EDN: [VNPDHD](https://doi.org/10.5840/eps201956475) DOI: [10.5840/eps201956475](https://doi.org/10.5840/eps201956475)
15. Meshcheryakova A.M., Akopyan E.A., Slinin A.S. Artificial intelligence in medical imaging. Main tasks and development scenarios. *Journal of telemedicine and e-health*, 2018, no. 3 (8), pp. 98-102. (In Russian). EDN: [YWZVLN](https://doi.org/10.1001/jama.2010.1262) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36957549>
16. Coravos A, Khozin S, Mandl Error: Digital Biomarkers to Improve Patient Outcomes. *Digital Medicine*, 2019, vol. 2, pp. 40. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0119-8>
17. Sverdlov O., Van Dam J., Hannesdottir K., Thornton W. Digital therapy: an integral component of digital innovation in drug development. *Clinical Pharmacology*, 2018, vol. 104 (1), pp. 72-80. DOI: <https://doi.org/10.1002/cpt.1036>

Submitted: 13 July 2022

Accepted: 13 August 2022

Published: 14 August 2022

