

### ВАСИЛЬЕВ Ю.А.,

к.м.н., ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия, e-mail: VasilevYA1@zdrav.mos.ru

### ЗИНЧЕНКО В.В.,

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия, e-mail: ZinchenkoVV1@zdrav.mos.ru

### КУДРЯВЦЕВ Н.Д.,

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия, e-mail: KudryavtsevND@zdrav.mos.ru

### МИХАЙЛОВА А.А.,

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия, e-mail: MikhajlovaAA8@zdrav.mos.ru

### КЛЯШТОРНЫЙ В.Г.,

к.б.н., ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия, e-mail: KlyashtornyjVG@zdrav.mos.ru

### ВЛАДИМИРСКИЙ А.В.,

д.м.н., Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия, e-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

## ОЦЕНКА УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ И ВОВЛЕЧЕННОСТИ ВРАЧЕЙ-РЕНТГЕНОЛОГОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

DOI: 10.25881/18110193\_2024\_1\_70

**Аннотация.** Целью данного исследования представлялось изучение и оценка вовлеченности врачей-рентгенологов в использование программного обеспечения с применением технологий искусственного интеллекта (ИИ) и удовлетворенности применением данных технологий в качестве поддержки при принятии врачебных решений. Анкетирование врачей-рентгенологов проводилось в 2021-22 гг. на базе медицинских организаций Департамента здравоохранения Москвы.

В 2021 году прошли опрос 333 врача-рентгенолога, в 2022 г – 342. Анкетирование проходили врачи разных специальностей: компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, рентгенографии и маммографии, различного возраста и стажа работы по специальности. При исследовании вовлеченности выяснилось, что в 2022 году по сравнению с 2021 годом вовлеченность врачей выросла более чем в 2 раза. Оценка удовлетворенности использования технологий ИИ в работе показала, что в 2022 году по сравнению с 2021 годом отмечается тенденция сдвига мнений от крайних оценок «отлично» и «неудовлетворительно» к оценкам «хорошо» и «удовлетворительно».

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что технологии ИИ требуют дальнейшего развития, не только с клинической или технической точки зрения, но и с популяризационной, образовательной стороны для врачей, использующих технологии ИИ в своей работе.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект; программное обеспечение с искусственным интеллектом; удовлетворенность врачей; вовлеченность врачей.

**Для цитирования:** Васильев Ю.А., Зинченко В.В., Кудрявцев Н.Д., Михайлова А.А., Кляшторный В.Г., Владимирский А.В. Оценка удовлетворенности и вовлеченности врачей-рентгенологов при использовании программного обеспечения с искусственным интеллектом. Врач и информационные технологии. 2024; 1: 70-81.

**VASILEV YU.A.,**

PhD, State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow «Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department», Moscow, Russia, e-mail: VasilevYA1@zdrav.mos.ru

**ZINCHENKO V.V.,**

State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow «Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department», Moscow, Russia, e-mail: ZinchenkoVV1@zdrav.mos.ru

**KUDRYAVTSEV N.D.,**

State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow «Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department», Moscow, Russia, e-mail: KudryavtsevND@zdrav.mos.ru

**MIKHAILOVA A.A.,**

State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow «Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department», Moscow, Russia, e-mail: MikhajlovaAA8@zdrav.mos.ru

**KLYASHTORNY V.G.,**

PhD, State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow «Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department», Moscow, Russia, e-mail: KlyashtornyVG@zdrav.mos.ru

**VLADZYMYRSYY A.V.,**

DSc, State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow «Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department», Moscow, Russia, e-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

## RADIOLOGISTS' SATISFACTION AND ENGAGEMENT WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOFTWARE

DOI: 10.25881/18110193\_2024\_1\_70

**Abstract.** *The purpose of this study was to evaluate the radiologists' engagement and satisfaction with artificial intelligence software as a means to support medical decision-making.*

*A survey of radiologists working in public healthcare facilities under the Moscow Healthcare Department was conducted in 2021 and 2022.*

*The survey was completed by 333 radiologists in 2021, and by 342 – in 2022. The respondents were CT, MRI, X-ray and MMG specialists of various age and clinical experience. The study found that the physicians' engagement rate with artificial intelligence more than doubled in 2022 vs. 2021. An assessment of satisfaction with the artificial intelligence technologies in routine clinical practice showed that in 2022 vs. 2021, the opinions shifted from the extreme "excellent" and "unsatisfactory" rates towards moderate "good" and "satisfactory".*

*The findings show that artificial intelligence technologies require further improvement from both clinical and technical standpoint, public perception and also as an educational tool for physicians who use artificial intelligence in their routine clinical practice.*

**Keywords:** *artificial intelligence; artificial intelligence software; physician satisfaction; physician engagement.*

**For citation:** Vasilev Yu.A., Zinchenko V.V., Kudryavtsev N.D., Mikhailova A.A., Klyashtorny V.G., Vladzimirskyy A.V. Radiologists' satisfaction and engagement with artificial intelligence software. *Medical doctor and information technology.* 2024; 1: 70-81.

## ВВЕДЕНИЕ

Программное обеспечение (ПО) с искусственным интеллектом (ИИ) получает всё большее распространение в лучевой диагностике и используется в качестве медицинского изделия, помогающего врачу-рентгенологу в интерпретации, анализе и протоколировании результатов выполненных исследований [1–3].

По данным Эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы уже сейчас используется более 50 решений по 27 модальностям. Соответствующее ПО с ИИ интегрировано в единый радиологический информационный сервис единой медицинской информационно-аналитической системы города Москвы (ЕРИС ЕМИАС). С помощью данных продуктов было проанализировано более 10 млн рентгенологических исследований [4–6].

На сегодняшний день в системе здравоохранения Москвы ПО с ИИ служит как средство поддержки при решении множества рутинных задач и как средство профилактики дефектов в работе врача-рентгенолога. Например, проводится автоматический анализ маммограмм, флюорограмм и рентгенограмм, измерение размеров внутренних органов и патологических образований [4, 7]. Кроме того, ПО с ИИ применяется для выявления ишемических изменений и кровоизлияний головного мозга, патологии органов брюшной полости и сердечно-сосудистой системы. Идет активное внедрение комплексных ПО с ИИ, проводящих анализ сразу до 10 патологий органов грудной клетки [8, 9].

Научные исследования последнего времени в целом убедительно показали большие перспективы применения ПО с ИИ для повышения эффективности работы врачей-рентгенологов [10]. Например, это позволяет сократить длительность проведения двойного чтения флюорограмм и описания результатов компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки, повысить точность диагностики компрессионных переломов тел позвонков при остеопорозе [7, 11, 12].

Дальнейшее развитие ИИ в лучевой диагностике позволит охватить для анализа большинство модальностей и анатомических областей и

стать неотъемлемой частью рабочего процесса врачей-рентгенологов.

Вместе с тем, при всех видимых достоинствах внедрения ИИ в клиническую медицину у профессионального рентгенологического сообщества остаются вопросы о целесообразности применения этих технологий в лучевой диагностике. Отмечается неопределенность в отношении врачей к внедрению ИИ в их клиническую практику. Такая неопределенность связана с сомнениями в возможностях ИИ улучшить качество и эффективность оказания медицинской помощи, повысить производительность их труда [13].

Стремительное развитие ИИ в лучевой диагностике способствует возникновению у врачей-рентгенологов опасений потерять работу, что прямым образом влияет на вовлеченность врачей [14]. При этом вовлеченность врачей в применение новых технологий является важным фактором качественного и активного развития технологий ИИ.

На сегодняшний день при анализе работы ПО с ИИ вовлеченность и удовлетворенность врачей технологиями ИИ представляются важными показателями – индексами качества используемых решений в клинической практике [15].

Таким образом, целью данного исследования стало изучение отношения врачей-рентгенологов Департамента здравоохранения города Москвы к внедрению ИИ в лучевую диагностику с оценкой их удовлетворенности и вовлеченности в использование ПО с ИИ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе медицинских организаций Департамента здравоохранения города Москвы (ДЗМ) в 2021 и 2022 году во 2 квартале каждого года было проведено социологическое исследование путем анкетирования. В 2021 году в медицинских организациях ДЗМ работали 1692 врача-рентгенолога, в 2022 году – 1571. Были разработаны онлайн-анкеты: анкета №1 состояла из 17 вопросов, анкета №2 – из 14 вопросов. Обе анкеты содержали закрытые вопросы с вариантами ответа на выбор (например, да/нет), множественным выбором ответов и открытые вопросы.

При первом анкетировании в 2021 году использовалась анкета №1. Врачам-рентгенологам необходимо было ответить на вопросы об их ожиданиях от внедрения ПО с ИИ в рабочую

практику, тем самым была попытка определить начальный уровень вовлеченности врачей-рентгенологов. При анкетировании в 2022 году использовалась анкета №2, в которой врачи-рентгенологи отвечали на вопросы, касающиеся их опыта применения ПО с ИИ в рабочей практике, т.е. удовлетворенности работой ПО.

В целях получения более достоверных ответов, для респондентов была предусмотрена возможность не указывать свои персональные данные. При этом ответы на вопросы о возрасте респондента и опыте работы врачом-рентгенологом были обязательными.

Для проверки значимости различия между распределениями категориальных данных использовался статистический тест Хи-квадрат ( $\chi^2$ ). Также для оценки взаимосвязи ответов с исходными характеристиками респондентов было использовано построение модели логистической регрессии.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Оценка профиля респондентов

В 2021 году завершили опрос 333 медицинских специалиста (20,5%), в 2022 году – 324 врача

(20,6%). Возраст большинства респондентов был до 40 лет (58,9%) (табл. 1). Опыт большинства врачей-рентгенологов (66,3%) составил более 5 лет (табл. 1).

По результатам анкетирования было выявлено, что большая часть респондентов имела специализацию по маммографии и рентгенографии, 77,3% и 69,6% соответственно. Чуть больше половины респондентов (56,9%) специализировались на интерпретации КТ-исследований. Доля специалистов, работающих с магнитно-резонансной томографией (МРТ), оказалась менее представлена и составляла 20,4% (табл. 1).

По результатам проведенного анализа респондентов по базовым характеристикам (возраст, стаж работы и специализация), статистически значимых различий между 2021 и 2022 годами выявлено не было.

В опросе 2022 года был добавлен вопрос «Как Вы относитесь к внедрению ПО с ИИ в лучевую диагностику?», на который ответило лишь небольшое число респондентов (48 человек). При анализе этих данных ассоциации между отношением врачей-рентгенологов к внедрению ПО с

**Таблица 1 — Распределение врачей-рентгенологов по возрасту, стажу и специализации**

Распределение врачей-рентгенологов по возрасту				
Возрастная группа, лет	Опрос 2021 года, N = 333	Опрос 2022 года, N = 324	Суммарно, N = 657	$\chi^2$ (p-value)
25–30	69 (20,7%)	78 (24,1%)	147 (22,4%)	2,62 (0,759)
31–40	120 (36,0%)	120 (37,0%)	240 (36,5%)	
41–50	71 (21,3%)	66 (20,4%)	137 (20,9%)	
51–60	41 (12,3%)	38 (11,7%)	79 (12,0%)	
61–70	27 (8,1%)	19 (5,9%)	46 (7,0%)	
Более 70	5 (1,5%)	3 (0,9%)	8 (1,2%)	
Распределение врачей-рентгенологов по стажу работы				
Стаж работы, лет	Опрос 2021 года, N = 333	Опрос 2022 года, N = 324	Суммарно, N = 657	$\chi^2$ (p-value)
<1	14 (4,2%)	18 (5,6%)	32 (4,9%)	1,69 (0,793)
1–2	30 (9,0%)	28 (8,6%)	58 (8,8%)	
3–5	63 (18,9%)	69 (21,3%)	132 (20,1%)	
6–10	88 (26,4%)	76 (23,5%)	164 (25,0%)	
Более 10	138 (41,4%)	133 (41,1%)	271 (41,3%)	
Распределение врачей-рентгенологов по специализации				
Специализация*	Опрос 2021 года, N = 333	Опрос 2022 года, N = 324	Суммарно, N = 657	$\chi^2$ (p-value)
Рентгенография	239 (71,8%)	218 (67,3%)	457 (69,6%)	1,56 (0,211)
Маммография	255 (76,6%)	253 (78,1%)	508 (77,3%)	0,21 (0,644)
КТ	184 (55,3%)	190 (58,6%)	374 (56,9%)	0,77 (0,381)
МРТ	58 (17,4%)	76 (23,5%)	134 (20,4%)	3,69 (0,055)

Примечание: \* – один врач может иметь более одной специализации.

ИИ в лучевую диагностику и их возрастной категории обнаружено не было. Отношение врачей-рентгенологов разделилось почти равномерно по каждой из категорий: негативно, нейтрально и положительно.

Восприятие ИИ изменяется с увеличением стажа работы, где молодые специалисты (особенно те, кто имеет стаж работы от 1 до 5 лет) склонны относиться к ИИ более нейтрально или положительно, в то время как специалисты со стажем 6-10 лет выражают более негативное отношение. Различия в отношении к ИИ между группами с различным стажем работы статистически значимы ( $p < 0,05$ ), однако размер выборки (48 человек) слишком мал, и из данных результатов можно судить лишь о тенденции.

### Оценка вовлеченности врачей-рентгенологов в использование ПО с ИИ

В опросах 2021 и 2022 годов практически одинаковое большинство респондентов (70% суммарно) были вовлечены в использование ПО с ИИ (ответ на вопрос: «Обрабатываются ли рентгенологические исследования, которые Вы описываете, ИИ?» с ответом: «Да»).

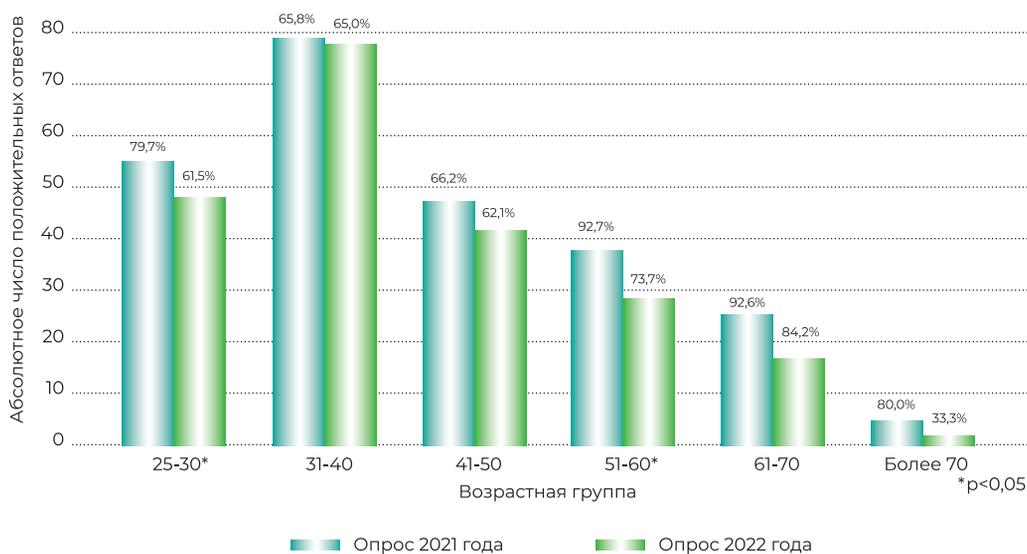
В возрастных группах 25–30 лет и 51–60 лет есть статистически значимое различие в осведомленности о ПО с ИИ между опросами 2021 и

2022 годов ( $p < 0,05$ ): осведомленность снизилась в 2022 году на 18,2% для категории 25–30 лет и на 19,0% для категории 51–60 лет. Для всех остальных возрастных групп статистически значимых различий в осведомленности между опросами 2021 и 2022 годов обнаружено не было (рис. 1).

Вероятность положительного ответа на вопрос «Обрабатываются ли рентгенологические исследования, которые Вы описываете, ИИ?» снижается примерно на 17% в 2022 году, однако это не было статистически значимо ( $p = 0,649$ ).

Зависимость осведомленности о наличии ИИ не зависела от возрастной группы и стажа работы, но для некоторых специализаций являлась значимой (табл. 2).

Анализ показал статистически значимое увеличение доли респондентов, которые ознакомились с результатами работы ИИ-сервисов при подготовке протоколов исследований, с 38,4% в 2021 году до 57,1% в 2022 году ( $p < 0,001$ ). Только в одной категории (25–30 лет) процент вовлеченных упал с 60,9% до 50,0%, что, тем не менее, не является статистически значимым результатом. На рисунке 2 показан график зависимости числа респондентов, ответивших положительно на вопрос «Ознакомились ли Вы с результатами работы ИИ при подготовке протоколов исследований?» в 2021 и 2022 году для каждой



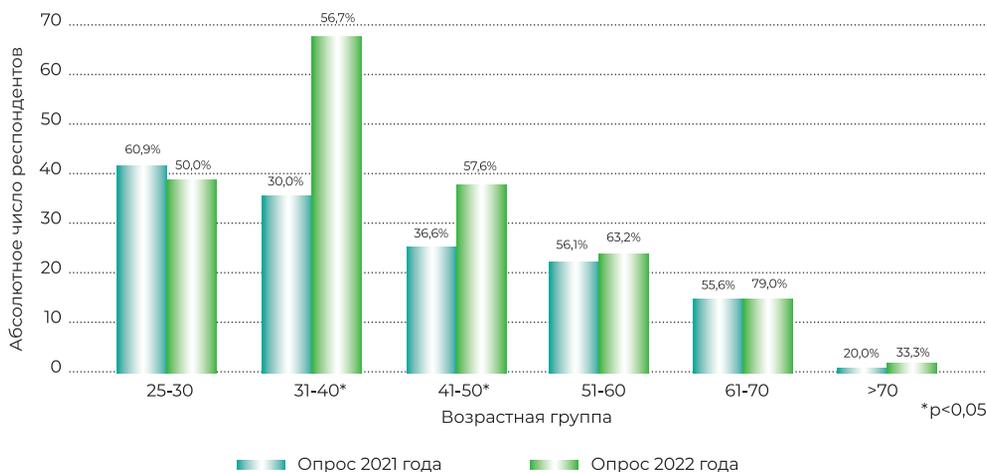
**Рисунок 1 — Осведомленность врачей-рентгенологов о работе с технологиями ИИ в зависимости от возраста (положительный ответ на вопрос «Обрабатываются ли рентгенологические исследования, которые Вы описываете, ИИ-сервисами?»).**

из возрастных категорий, над столбцами указан процент ответивших положительно из общего числа респондентов в рассматриваемый год.

Возраст и стаж респондентов не имели статистически значимой взаимосвязи с их вовлеченностью в работу с технологиями ИИ (табл. 3).

**Таблица 2 — Результаты логистической регрессии для оценки осведомленности врачей-рентгенологов о работе с технологиями ИИ**

Фактор	OR	p	95% ДИ для OR
Возрастная группа	1,160	0,261	0,896; 1,502
Стаж работы	1,103	0,337	0,903; 1,346
Год опроса (2021 = реф.)	0,834	0,649	0,382; 1,821
Рентгенография	2,221	<0,001	1,494; 3,300
Маммография	1,453	0,116	0,912; 2,313
КТ	1,687	0,009	1,141; 2,494
МРТ	0,589	0,017	0,382; 0,910
Взаимодействие возрастная группа*Год опроса 2021 = реф.)	0,920	0,578	0,685; 1,235



**Рисунок 2 — Вовлеченность врачей-рентгенологов в работу с технологиями ИИ в зависимости от возраста (положительный ответ на вопрос «Ознакомились ли Вы с результатами работы ИИ при подготовке протоколов исследований?»).**

**Таблица 3 — Результаты логистической регрессии для оценки вовлеченности врачей-рентгенологов в работу с технологиями ИИ**

Фактор	OR	p	95% ДИ для OR
Возрастная группа	1,151	0,203	0,927; 1,429
Стаж работы	1,068	0,491	0,885; 1,290
Год опроса (2021 = реф.)	2,370	0,021	1,141; 4,925
Рентгенография	1,792	0,003	1,219; 2,633
Маммография	1,425	0,083	0,955; 2,126
КТ	1,660	0,006	1,156; 2,385
МРТ	0,535	0,004	0,347; 0,823
Взаимодействие возрастная группа*Год опроса (2021 = реф.)	1,006	0,966	0,772; 1,310

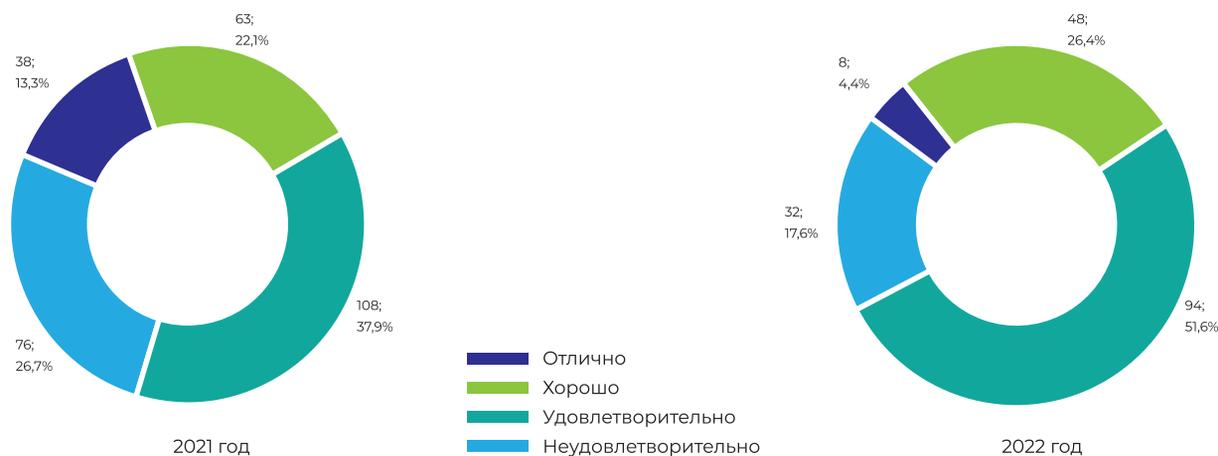
Таким образом, значимыми факторами были год опроса и специализация, при этом вовлеченность врачей выросла более чем в 2 раза в 2022 году по сравнению с 2021 ( $p = 0,021$ ).

### Оценка удовлетворенности врачей-рентгенологов работе с ПО с ИИ

В 2021 году около 13,3% респондентов оценили работу ПО с ИИ на «отлично», в то время как 26,7% поставили оценку «неудовлетворительно». В 2022 году доля ответов «отлично» уменьшилась до 4,4%, а «неудовлетворительно» – до 17,6% (рис. 3). Таким образом, в 2022 году отмечалась тенденция сдвига мнений от крайних оценок «неудовлетворительно» и «отлично» к нейтрально-положительным «удовлетворительно» и «хорошо», которые в 2022 составили около 80% ответов респондентов.

По результатам анализа ассоциации степени удовлетворенности с возрастной группой респондентов статистическая значимость также не была обнаружена. Однако, было выявлено, что с увеличением стажа у респондентов наблюдалось снижение уровня удовлетворенности. Конкретно вероятность получения высокой оценки удовлетворенности сокращалась на 20% ( $p < 0,05$ ) (табл. 4).

Для оценки причин неудовлетворенности, где респонденты могли ответить в свободной форме, их ответы были распределены на 4 категории: неудобный интерфейс, ошибка при классификации патологии, ложные находки, пропуск целевых находок. В 2021 и 2022 годах основной причиной неудовлетворенности работой ПО с ИИ для большинства респондентов (около 70%) стали ложные находки или пропуск целевых



**Рисунок 3 — Распределение ответов респондентов в 2021 и 2022 годах на вопрос «Дайте общую оценку качества работы ИИ по Вашему направлению исследований».**

**Таблица 4 — Результаты упорядоченной логистической регрессии для оценки удовлетворенности врачей-рентгенологов качеством работы ИИ**

Фактор	OR	p	95% ДИ для OR
Возрастная группа	1,173	0,168	0,935; 1,473
Стаж работы	0,805	0,032	0,660; 0,982
Год опроса (2021 = реф.)	1,167	0,695	0,538; 2,531
Рентгенография	0,737	0,150	0,486; 1,117
Маммография	0,785	0,243	0,524; 1,178
КТ	1,124	0,563	0,757; 1,669
МРТ	0,882	0,603	0,549; 1,417
Взаимодействие возрастная группа*Год опроса 2021 = реф.)	0,959	0,764	0,728; 1,262

**Таблица 5 — Результаты двухфакторной логистической регрессии для шансов утвердительного ответа на вопрос про положительные изменения в связи с введением ИИ**

Зависимая переменная	Возраст			Стаж		
	OR	p	95% ДИ для OR	OR	p	95% ДИ для OR
ПО с ИИ позволили сократить длительность подготовки заключений	1,003	0,993	0,562; 1,788	0,692	0,230	0,380; 1,261
ПО с ИИ повысили точность описания исследований	1,063	0,830	0,609; 1,856	1,275	0,429	0,698; 2,329
ПО с ИИ снизили рабочую нагрузку на врачей-рентгенологов	0,391	0,049	0,154; 0,995	1,151	0,705	0,555; 2,387

находок. Далее по частоте упоминания были ошибки в классификации патологии (в среднем 20% за оба года) и неудобство интерфейса (9% в 2021 году и 14% в 2022 году). Если в 2021 году лидировали и составляли 40% жалобы на ложные находки, то в 2022 году основной проблемой стали пропуски целевых находок (37%).

Анализ не выявил наличие статистически значимой ассоциации между стажем и вероятностью положительного ответа на следующие вопросы: 1) «ПО с ИИ позволили сократить длительность подготовки заключений?», 2) «ПО с ИИ повысили точность описания исследований?», 3) «ПО с ИИ снизили рабочую нагрузку на врачей-рентгенологов?». Однако было выявлено, что с увеличением возраста респонденты были более склонны к отрицанию снижения рабочей нагрузки (отношение шансов 0,391 с 95% ДИ 0,154-0,995) (табл. 5). Конкретно в возрастных категориях от 51-60 и 61-70 все респонденты ответили «Нет/Скорее нет» на вопрос «Согласны ли Вы со следующими утверждениями?/ПО с ИИ снизили рабочую нагрузку на врачей-рентгенологов». Для более молодых категорий в среднем 22,9% согласились со снижением рабочей нагрузки.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Для успешного внедрения технологий ИИ в медицину необходимо активное участие врачей в этом процессе [13], поэтому своевременная и динамичная оценка их вовлеченности и удовлетворенности является важнейшей задачей.

Большинство из опубликованных крупных опросов врачей-рентгенологов были сконцентрированы на ожиданиях врачей от внедрения ИИ в клиническую практику и оценку степени их

осведомленности об ИИ [14, 16, 17]. Целью данного исследования стал анализ вовлеченности и удовлетворенности врачей-рентгенологов, активно использующих технологии ИИ.

В результате проведенного опроса стало очевидным, что большая часть респондентов относится к внедрению ИИ нейтрально, при этом в опросе, проведенном среди членов Европейского Общества Радиологии (англ. European Society of Radiology, ESR), большая часть респондентов положительно отреагировала на внедрение ИИ [18].

Согласно данным систематического обзора [19] опубликованных опросов врачей всех специальностей, в т.ч. врачей-рентгенологов, с 2019 по 2022 гг. доля врачей, использующих ИИ в клинической практике, варьировала от 10 до 30%. По результатам опроса, выполненного в данном исследовании, этот показатель составлял 60% в 2021 и 2022, что демонстрирует высокую вовлеченность опрошенных врачей рентгенологов в использование ПО с ИИ.

Результаты опроса демонстрируют стабильный рост вовлеченности врачей всех возрастных групп в использование результатов работы ПО с ИИ для описания рентгенологических исследований. Удовлетворенность врачей технологиями ИИ также прогрессирует со временем. Среди врачей-рентгенологов со стажем работы более 10 лет наблюдалась наивысшая доля негативных оценок работы ИИ в 2021 году по сравнению с респондентами с меньшим стажем. Тем не менее, к 2022 году данный показатель для этой категории сократился до 15,7%, что делает их вторыми по уровню удовлетворенности, уступая лишь врачам со стажем менее 2 лет, для которых показатель составил 12,5%. Это изменение

может быть обусловлено изначальным скепсисом более опытных врачей относительно новой технологии. По мере практического применения и накопления опыта работы с ИИ, их отношение, вероятно, становилось более сдержанным и объективным. Это коррелирует с зарубежными исследованиями [14], которые обнаружили связь между проактивным и положительным отношением к ИИ и более молодым возрастом опрошенных.

В 2021 году большинство врачей, выразивших неудовлетворенность работой ИИ, указали на проблему гипердиагностики (40% опрошенных) – переоценку наличия патологий. Однако к 2022 году основная проблема сдвинулась к гиподиагностике – недооценке в области наличия патологий. Вероятно, это связано с попытками разработчиков найти баланс между чувствительностью и специфичностью в работе ПО с ИИ, а также с внесенными изменениями в программное обеспечение, в т.ч. из-за повышения требований к таким системам в 2022 году. Очевидно, что нестабильность и проблемы в работе ПО с ИИ влияют на решение врачей использовать его в своей профессиональной деятельности. По данным опроса Европейского Общества Радиологии (ESR) в 2022 году более четверти рентгенологов, не видящих практического смысла в применении ИИ, назвали причиной несоответствие реальной эффективности ПО заявлениям разработчиков. Кроме того было продемонстрировано, что 44,4% врачей, использующих ИИ в своей практике, фиксируют диагностические расхождения между выводами рентгенолога и ПО с ИИ [20].

Сокращение времени на подготовку заключений считается одним из ключевых показателей успешного внедрения ПО с ИИ в область лучевой диагностики. Опрос, проведенный среди французских врачей-рентгенологов в 2019 году, показал, что 74,4% респондентов рассчитывали на уменьшение времени подготовки диагностических заключений [21]. Отношение респондентов пока более пессимистичное при использовании ПО с ИИ в корреляции по времени формирования протокола [18].

В старшей возрастной группе (более 60 лет) 60% врачей-рентгенологов подтвердили, что применение ПО с ИИ способствовало улучшению качества описаний исследований. Тем не

менее, никто из опрошенных из этой категории (100%) не заметил снижения рабочей нагрузки. С другой стороны, в более молодых возрастных группах (25–30 лет; 31–40 лет; 41–50 лет) 28% респондентов отметили уменьшение рабочей нагрузки, что может говорить о более высокой адаптивности молодого поколения к новым технологиям и их высокой цифровой грамотности. Уже неоднократно отмечалась необходимость внедрения модулей по ИИ в медицинское образование [22], в т.ч. в программу обучения врачей-рентгенологов [23]. Освоение новых технологий и понимание принципов работы ИИ могут способствовать более эффективному использованию данных систем и, как следствие, снижению рабочей нагрузки, в том числе для старших поколений врачей-рентгенологов.

Поскольку разработки в сфере ИИ находятся на начальном этапе развития в сфере здравоохранения, ПО с ИИ может быть несовершенно и нуждаться в доработке [24]. Эти недостатки могут негативно сказываться на восприятии и готовности врачей к использованию ИИ и, согласно существующим исследованиям, в некоторых случаях увеличивать число диагностических ошибок [25]. Врачи в опросе оставляли следующие примечания относительно их опыта работы с ИИ: «Часто ошибается, как и помогает порой обратить внимание на то, что можешь пропустить»; «ИИ плохо определяет некачественные снимки»; «Часто обращает внимание на норму»; «Пусть развивается ИИ, вероятно есть смысл»; «Спасибо за ИИ»; «Нам не нужен ИИ» и прочее, что демонстрирует широкий спектр мнений и личного отношения, как оптимистичного, так и негативного, к внедрению ИИ. Вполне возможно, что врачи, имевшие высокие ожидания от использования ИИ и столкнувшиеся с реальными техническими возможностями ПО с ИИ, могут отказаться от применения данных технологий в текущем моменте. В то же время, другие специалисты, не имевшие первоначальных ожиданий и решившие попробовать, могут начать проявлять интерес к ИИ, если они увидят его клиническую пользу. Дополнительно, значимым фактором является индивидуальный подход каждого врача к разработке и реализации своего уникального метода использования данной технологии.

Согласно данным других опросов сделан вывод о том, что текущее влияние ИИ на область лучевой диагностики относительно невелико, несмотря на изначальные ожидания более существенного воздействия на клиническую медицину [20]. Это может быть объяснено тем, что растущий опыт работы врачей-рентгенологов с ИИ формирует более реалистичные взгляды на возможности применения данной технологии в лучевой диагностике.

При внедрении технологий ИИ в реальную клиническую практику требуется больше «прозрачности» в работе ИИ, и тогда уровень доверия, вовлеченности и удовлетворенности инновационными технологиями врачей возрастет [26, 27].

Ограничения исследования. В ходе исследования не применялась рандомизация врачей-рентгенологов. Анализировались ответы врачей, которые полностью завершили опрос.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам опроса и анализа полученных ответов наблюдалась высокая вовлеченность опрошенных специалистов в работу с технологиями ИИ. Кроме того, можно отметить положительную динамику в части их удовлетворенности. Тем не менее, почти пятая часть врачей в 2022 году оценили работу ПО с ИИ как «неудовлетворительную», треть из опрошенных затрачивала больше времени на составление протоколов, и все опрошенные старше 50 лет не заметили снижение рабочей нагрузки.

На основании анализа причин неудовлетворенности и примечаний врачей-рентгенологов к опросу можно сделать выводы о том, что технологии ИИ требуют дальнейшего развития с технической стороны, должен быть повышен уровень качества данных решений. Кроме того, необходимо работать над популяризацией данного направления и внедрением образовательных модулей по ИИ в программу обучения врачей-рентгенологов.

Так как цифровизация здравоохранения и внедрение ПО с ИИ в клиническую практику продолжают, в дальнейших опросах и исследованиях необходимо отслеживать изменения в степени удовлетворенности и вовлеченности врачей-рентгенологов в использование ПО с ИИ. Кроме того, будущие исследования должны быть направлены на изучение этого вопроса в других субъектах РФ.

**Источник финансирования.** Данная статья подготовлена авторским коллективом в рамках НИР «Научно-методические основы цифровой трансформации службы лучевой диагностики», (№ ЕГИСУ: № 123031400118-0) в соответствии с Приказом от 21.12.2022 г. № 1196 «Об утверждении государственных заданий, финансовое обеспечение которых осуществляется за счет средств бюджета города Москвы государственным бюджетным (автономным) учреждениям подведомственным Департаменту здравоохранения города Москвы, на 2023 год и плановый период 2024 и 2025 годов» Департамента здравоохранения города Москвы.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Алексеева М.Г., Зубов А.И., Новиков М.Ю. Искусственный интеллект в медицине // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – №7. – С.10-13. [Alekseeva MG, Zubov AI, Novikov MYu. Iskusstvennyi intellekt v meditsine. International Research Journal. 2022; 7: 10-13. (In Russ.)]
2. Gusev A, et al. Development of Artificial Intelligence in Healthcare in Russia. Handbook of Artificial Intelligence in Healthcare: Vol 2: Practicalities and Prospects. Springer International Publishing. 2022: 259-279.
3. Арзамасов К.М. и др. Применение компьютерного зрения для профилактических исследований на примере маммографии // Профилактическая медицина. – 2023. – №26(6). – С.117-123. [Arzamasov K.M, et al. Primenenie komp'yuternogo zreniya dlya profilakticheskikh issledovaniy na primere mammografii. Profilakticheskaya meditsina. 2023; 26(6): 117-123. (In Russ.)]
4. Эксперимент по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы. Доступно по: <https://mosmed.ai/ai/>. Ссылка действительна на 20.06.2023. [Eksperiment po ispol'zovaniyu innovatsionnykh tekhnologii v oblasti komp'yuternogo zreniya dlya analiza meditsinskih izobrazhenii i dal'neishego primeneniya v sisteme zdravookhraneniya goroda Moskvy. [cited 2023 June 20] Available from: <https://mosmed.ai/ai/>. (In Russ.)]

5. Васильев Ю.А. и др. Компьютерное зрение в лучевой диагностике: первый этап Московского эксперимента. 2-е издание. М.: Издательские решения, 2023. – 388 с. [Vasilev YuA, et al. Komp'yuternoe zrenie v luchevoi diagnostike: pervyi etap Moskovskogo eksperimenta. M.: Izdatel'skie resheniya. 2023. 388 p. (In Russ.)]
6. Васильев Ю.А., Владимирский А.В., Омелянская О.В. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2023621230 РФ. MosMedData: медицинские данные 41 000 человек, прошедших компьютерную томографию в пандемию COVID-19 с динамическим наблюдением (результаты маршрутизации пациентов, клинические и лабораторные данные, диагнозы МКБ, исходы): №2023620970 : заявл. 11.04.2023 : опубл. 17.04.2023. заявитель ГБУЗ г.Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ». [Vasilev YuA, Vladzimirskyy AV, Omelyanskaya OV. Certificate of state registration of the database №2023621230 RF. MosMedData: Health records of 41,000 people who underwent computed tomography during the COVID-19 pandemic with the follow-up monitoring (results of patient routing, clinical and laboratory data, ICD diagnoses, outcomes): №2023620970, submitted on April 11, 2023. Submitter: Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department. (In Russ.)]
7. Vladzimirskyy AV, et al. Effectiveness of using artificial intelligence technologies for dual descriptions of the results of preventive lung examinations. *Profil. med.* 2022; 25(7): 7.
8. Карпов О.А., Клименко Г.С., Лебедев Г.С. Применение интеллектуальных систем в здравоохранении // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – 7(1). – С.38-43. [Karpov OA, Klimenko GS, Lebedev GS. Primenenie intellektual'nykh sistem v zdravookhraneni. Modern High Technologies. 2016; 7(1): 38-43. (In Russ.)]
9. Higgins DC. OnRAMP for Regulating Artificial Intelligence in Medical Products. *Advanced Intelligent Systems.* 2021; 3(11): 2100042.
10. Васильев Ю.А., Владимирский А.В., Омелянская О.В. и др. Оценка зрелости технологий искусственного интеллекта для здравоохранения: методические рекомендации. М.: Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ, 2023. – С.28. [Vasilev YuA, Vladzimirskyy AV, Omelyanskaya OV, et al. Otsenka zrelosti tekhnologii iskusstvennogo intellekta dlya zdravookhraneniya: metodicheskie rekomendatsii. M.: Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department. 2023. P.28. (In Russ.)]
11. Huisman M, et al. An international survey on AI in radiology in 1,041 radiologists and radiology residents part 1: fear of replacement, knowledge, and attitude. *Eur Radiol.* 2021; 31(9): 7058-7066.
12. Morozov SP, et al. Effect of artificial intelligence technologies on the CT scan interpreting time in COVID-19 patients in inpatient setting. *Profil. med.* 2022; 25(1); 14.
13. Петрайкин А.В. и др. Точность автоматической диагностики компрессионных переломов тел позвонков по данным морфометрического алгоритма искусственного интеллекта // Остеопороз и остеопатии. – 2023. – Т.25. – №3. – С.92-93. [Petraikin AV, et al. Tochnost' avtomaticheskoi diagnostiki kompressionnykh perelomov tel pozvonkov po dannym morfometricheskogo algoritma iskusstvennogo intellekta. Osteoporosis and Bone Diseases. 2023; 25(3): 92-93. (In Russ.)]
14. Морозов С.П. и др. Исследование целесообразности применения технологий искусственного интеллекта в лучевой диагностике // Врач и информационные технологии. – 2022. – №1. – С.12-29. [Morozov SP, et al. Issledovanie tselesoobraznosti primeneniya tekhnologii iskusstvennogo intellekta v luchevoi diagnostike. Medical doctor and information technologies. 2022; 1: 12-29. (In Russ.)]

15. Zinchenko VV, et al. Methodology for Conducting Post-Marketing Surveillance of Software as a Medical Device Based on Artificial Intelligence Technologies. *Sovrem Tehnol Med.* 2022; 14(5): 15.
16. Huisman M, et al. An international survey on AI in radiology in 1,041 radiologists and radiology residents part 1: fear of replacement, knowledge, and attitude. *Eur Radiol.* 2021; 31(9): 7058-7066.
17. Impact of artificial intelligence on radiology: a EuroAIM survey among members of the European Society of Radiology. *Insights Imaging.* 2019; 10: 105.
18. Coppola F, et al. Artificial intelligence: radiologists' expectations and opinions gleaned from a nationwide online survey. *Radiol med.* 2021; 126(1): 63-71.
19. Chen M, et al. Acceptance of clinical artificial intelligence among physicians and medical students: A systematic review with cross-sectional survey. *Front Med (Lausanne).* 2022; 9: 990604.
20. Becker CD, et al. Current practical experience with artificial intelligence in clinical radiology: a survey of the European Society of Radiology. *Insights into Imaging.* 2022; 13(1): 107.
21. Waymel Q, et al. Impact of the rise of artificial intelligence in radiology: What do radiologists think? *Diagn Interv Imaging.* 2019; 100(6): 327-336.
22. Paranjape K, et al. Introducing Artificial Intelligence Training in Medical Education. *JMIR Medical Education.* 2019; 5(2): 16048.
23. Garin SP, et al. Systematic Review of Radiology Residency Artificial Intelligence Curricula: Preparing Future Radiologists for the Artificial Intelligence Era. *Journal of the American College of Radiology.* 2023; 20(6): 561-569.
24. Зинченко В.В. и др. Технологические дефекты программного обеспечения с искусственным интеллектом // *Digital Diagnostics.* – 2023. – №4(4). – С.593-604. [Zinchenko VV, et al. Tekhnologicheskie defekty programmnoho obespecheniya s iskusstvennym intellektom. *Digital Diagnostics.* 2023; 4(4): 593-604. (In Russ.)]
25. Rezazade Mehrizi MH, et al. The impact of AI suggestions on radiologists' decisions: a pilot study of explainability and attitudinal priming interventions in mammography examination. *Sci Rep.* 2023; 13: 9230.
26. Гусев А.В., Добридюк С.Л. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении // *Информационное общество.* – 2020. – №4-5. – С.78-93. [Gusev AV, Dobridnyuk SL. *Iskusstvennyj intellekt v medicine i zdavoohranenii.* *Informacionnoe obshchestvo.* 2020; №4-5: 78-93. (In Russ.)]
27. Кобринский Б.А. Искусственный интеллект в медицине: состояние и горячие точки // XIX Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2021. Южный федеральный университет, 2021. С.13-29. [Kobrinskij B.A. *Iskusstvennyj intellekt v medicine: sostoyanie i goryachie tochki.* XIX Nacional'naya konferenciya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2021. YUzhnyj federal'nyj universitet, 2021: 13-29. (In Russ.)]