

УДК 338.465.4 + 616.894-036.868-08-039.57

Т.Л. ОЛЕНСКАЯ, доктор мед. наук,
профессор кафедры медицинской реабилитации и физической культуры
с курсом ФК и ПК
Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский универси-
тет Министерства Здравоохранения Республики Беларусь



Статья поступила 10.04.2025

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

В статье изложены актуальные вопросы применения цифровых технологий в здравоохранении и рассмотрены основные проблемные аспекты возможности применения искусственного интеллекта в медико-социальной реабилитации.

Ключевые слова: *медико-социальная реабилитация, цифровые технологии, искусственный интеллект.*

ALENSKAYA T.L., Doctor of Med. Sc.,
Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Physical Education with a course in Physical Culture and Personal Training
Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Ministry of Health, Republic Belarus

TOPICAL ISSUES USING OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN MEDICAL AND SOCIAL REHABILITATION

The article presents current issues of using digital technologies in healthcare and examines the main problematic aspects of the possibility of using artificial intelligence in medical and social rehabilitation.

Keywords: *medical and social rehabilitation, digital technologies, artificial intelligence.*

На сегодняшний день цифровые информационные технологии становятся неотъемлемыми структурами медицины, применяются для решения ряда практических задач и направлены на повышение медицинской деятельности. С учетом развития микроэлектроники стало возможным внедрение в медицинскую деятельность алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ), имитирующих когнитивную деятельность человека и способность к обучению [1].

Возникновение идеи ИИ было еще до появления первых компьютеров и позволила стартовать научным исследованиям в данной области. Основными предпосылками, определявшим актуальность проблемы были: фундаментальные исследования природы

разума, возможность математического моделирования нейронных процессов, теоретические работы, направленные на создание машин, способных имитировать человеческое мышление, создание математической модели нейронной сети [1].

В медицине ИИ первоначально использовался для упрощения доступа к информации. Предпосылки к этому были еще в 1879 году, когда в Национальной медицинской библиотеке США начали публиковать ежемесячные выпуски Index Medicus, которые велись экспертами вручную, что со временем потребовало создание системы, которая автоматически производила бы поиск среди огромных объемов библиографических цитат и литературы. Этот запрос и привел к созданию пер-

вого ИИ, который был призван помогать медицинскому сообществу – системе MEDLARS (Medical Literature Analysis and Retrieval System). Эта система анализа медицинской литературы и получения данных из нее появилась в Национальной медицинской библиотеке США в 1964 году. С 1971 года эта система перешла в онлайн и превратилась в работающую поныне систему MEDLINE, которая широко использует алгоритмы ИИ и машинного обучения в своей работе [2,3].

В 1945 г. в США был создан первый электронный цифровой компьютер (англ. Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC). Пионером машинного обучения был британский ученый Алан Тьюринг. В 1950 г. он предложил Тьюринг-тест, который стал одной из первых попыток определить, может ли машина проявлять интеллект, не отличающийся от человеческого. Его статья «Вычислительная техника и интеллект» [6] до сих пор является одной из наиболее часто цитируемых в этой сфере [5, 7].

Первый шаг по применению ИИ в качестве помощника врача был в 1975 году сделан Э. Шортлиффом в Стэнфорде. Его научная работа представляла собой одну из ранних экспертных систем, основанных на достаточно искусственном интеллекте, написанной на языке Лисп. Система называлась MYCIN, отсылая к своему функционалу. Этот ИИ-помощник должен был помогать врачу распознать патогенные бактерии, вызывающие опасные состояния типа менингита или бактериемии (бактериальное заражение крови), а затем назначать антибиотики и рассчитывать их дозировку, исходя из массы тела пациента. Опиралась система на приблизительно 600 правил, которые помогали ей принимать правильное решение в 65% случаев. При сравнении, врачи Стэнфордского госпиталя давали правильный результат в диапазоне 42,5-62,5%, а студенты и интерны госпиталя: от 30% до 45%.

Однако при этом при попытках перенести ИИ в реальные условия практики появилось несколько серьезных проблем. Первая – временная: для работы с системой даже опытному врачу требовалось не менее получаса, что в условиях реальной практики было слишком много. Вторая – юридическая [2,3,4].

В 1980 г. в Венском университете была разработана экспертная система CADIAG-2 для предварительной постановки диагнозов по 295 заболеваниям [5].

В СССР работы в области ИИ начались в 1960-х годах. Большой вклад в развитие ИИ внес член-корреспондент Академии наук СССР А. А. Ляпунов – советский математик, один из основоположников кибернетики. В 1954 г. А.А. Ляпунов организовал и вел на механико-математическом факультете Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова междисциплинарный кибернетический семинар «Автоматы и мышление» [5].

Ряд пионерских исследований был выполнен в Московском университете и Академии наук коллективами В.Н. Пушкина и Д.А. Поспелова. Одним из ключевых направлений исследований в области искусственного интеллекта стали математическая логика и доказательства теорем. Подходы к созданию «интеллектуальных систем в Советском Союзе были основаны на фундаментальных математических принципах, что отражает сильные традиции страны в области математики и логики. «Искусственный интеллект» - это не одна математическая формула, позволяющая решать многие задачи, а набор различных математических функций комбинации из которых позволяют обрабатывать данные, обучаться и делать прогнозы [1].

В настоящее время внедрение цифровых сервисов в здравоохранение происходит в следующих направлениях [1]:

1. Диагностика и медицинская визуализация (например, радиология, патология, дерматовенерология).
2. Персонализированная медицина и геномика.
3. Управление медицинскими данными.
4. Цифровые консультации и телемедицина. В современных условиях ИИ в рамках телемедицины может проводить предварительную диагностику пациентов через виртуальных ассистентов, обеспечивая оперативный и удобный доступ к здравоохранению.
5. Прогнозирование заболеваний.
6. Автоматизация клинических процессов.
7. Лекарственная разработка.
8. Этические и конфиденциальные вопросы.

Использование искусственного интеллекта в последние годы становится все более заметным, что обусловлено быстрым развитием алгоритмов распознавания и машинного обучения. Интеграция искусственного интеллекта в индустрию здравоохранения имеет первый опыт, и уже ряд программ использу-

ется для целей диагностики, разработки лекарств и поиска кандидатов на исследования. Использование искусственного интеллекта в сфере здравоохранения – довольно недавняя разработка, в настоящее время существует определенный объем исследований [4].

Наука о данных состоит из следующих ключевых аспектов: сбор данных, предварительная обработка данных, статистический анализ и искусственный интеллект, визуализация данных, искусственный интеллект, машинное обучение [1].

Искусственный интеллект (ИИ, англ. Artificial intelligence, AI) – наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ. ИИ связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами [2,3].

В области искусственного интеллекта есть несколько подразделов – робототехника, компьютерное зрение, обработка естественного языка, машинное обучение. К методам ИИ относятся нейронные сети, статистический анализ, машинное обучение, нейросетевые регуляторы, конструирование признаков, компьютерное зрение.

В реабилитации нейронные сети могут явиться частью систем поддержки принятия врачебных решений, которые могут быть применимы для проведения диагностики и мониторинга состояния пациента, принятия врачебных решений, составления индивидуальных программ реабилитации и прогнозирования результатов лечения и реабилитации. Перспективным направлением является внедрение систем поддержки принятия решений в медико-социальную экспертизу [1].

На 2024 г выделяли следующие критерии и признаки, которые отличают ИИ от других программных комплексов: способность к обучению и адаптации, автономность принятий решений, понимание контекста сложных задач, когнитивные функции, обработка естественного языка, предиктивный анализ, мультимодальность, мультидисциплинарность. Интеграция всех 8 базовых признаков ИИ не является обязательной, т.к., по существу, достаточно даже одного из выше перечисленных [2,3].

В настоящее время определен ряд потенциальных применений искусственного интеллекта в здравоохранении, в основном сосредоточенных на распознавании образов,

оптимизации медицинских процессов и мониторинге. Возможность искусственного интеллекта особенно актуальна с учетом перехода к электронному здравоохранению и виртуальным посещениям пациентов. Информация, собранная со смартфонов, компьютеров и оборудования для мониторинга, может быть классифицирована, проанализирована и представлена для дальнейшего медицинского использования. Применение глубокого обучения для таких целей можно считать, как экономически эффективным, так и экономящим время. Другое заметное и возможное применение современного машинного интеллекта в медицине включает использование диагностических технологий и инструментов на базе искусственного интеллекта. Интеллектуальные медицинские устройства могут выполнять свои основные функции и собирать обратную связь без вмешательства человека, а это означает, что степень свободы и комфорта пациента может значительно расшириться [4].

В то же время, в некоторых ситуациях, когда нет экономической выгоды в разработке системы ИИ, для выполнения рутинных работ привлекают достаточное количество людей и специалистов. Они могут решить те задачи, с которыми компьютер не в состоянии справиться в одиночку. Примером может быть сбор и обработка данных социологического опроса, данных медико-профилактических акций. Такая информация может находиться в неоцифрованном виде, в ней могут быть допущены ошибки и сокращения. Такой формат будет понятен человеку, и он сможет организовать данные в тот вид, который будет читаем алгоритмами программ, что называется стратегией краудсорсинга [1].

Для оценки эффективности ИИ используются следующие основные показатели: частота ложноположительных результатов, точность, взвешенная ошибка, специфичность, чувствительность. Основным среди них является частота ложноположительных результатов. Современные научные исследования показали, что этот показатель у ИИ сопоставим с опытными и компетентными врачами, но ниже, чем у врачей с меньшим опытом. Другим важным ключевым параметром эффективности ИИ является диагностическая точность исследования. По данным литературы, ИИ может достигать сопоставимой точности в диагностике заболеваний в сравнении с врачами или даже этот показатель может быть лучше, чем у врачей [5].

По данным литературы, есть ряд основных проблем, с которыми сталкиваются в области медицинского искусственного интеллекта: технические проблемы, этические и юридические. Конфиденциальность данных, безопасность и ответственность - все это важнейшие вопросы, которые необходимо решить. Использование данных пациента для обучения моделей искусственного интеллекта должно соответствовать применимым правилам и политикам, чтобы избежать юридических последствий. Кроме того, любые решения, принимаемые системой искусственного интеллекта, должны тщательно контролироваться, чтобы убедиться, что они точны, непредвзяты и соответствуют соответствующим законам и нормативным актам. Все вышеупомянутые области важны для обсуждения, поскольку искусственный интеллект и его аспекты в настоящее время недостаточно изучены [4].

В Российской Федерации, Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» была утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Среди приоритетных направлений в ней выделено «повышение качества услуг в сфере здравоохранения, включая профилактические обследования, диагностику, основанную на анализе изображений, прогнозирование возникновения и развития заболеваний, подбор оптимальных дозировок лекарственных препаратов, сокращение угроз пандемий, автоматизацию и точность хирургических вмешательств». Российская стратегия включает федеральные проекты и усилия по привлечению инвестиций в развитие инноваций в данной сфере [5].

В 2024 году в России утвержден ГОСТ Р 71672-2024 «Системы прогнозной аналитики на основе искусственного интеллекта в клинической медицине. Основные положения». Отмечается, что внедрение ИИ-средств для поддержки принятия клинических и управленческих решений является одним из перспективных направлений цифровой трансформации здравоохранения [6].

В соответствии с ГОСТом, система прогнозной ИИ-аналитики может представлять собой программный продукт, включающий модели, созданные с помощью методов машинного обучения, а также различные алгоритмы, правила и иные программные реализации (функции, процедуры, сервисы и т.д.). Объектом модели прогнозирования могут быть: события в будущем (например, оценка

вероятности развития заболеваний, осложнений или поломок оборудования), возможное количество обращений пациентов за медицинской помощью в определенном регионе или медицинской организации и пр. [6].

Также в 2024 году, в Российской Федерации введен в действие новый государственный стандарт ГОСТ Р 71671-2024 «Системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) с применением искусственного интеллекта», направленный на регулирование применения искусственного интеллекта (ИИ) в медицинских системах. ГОСТ утвержден Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии и вступил в силу с 1 января 2025 года. Стандарт был разработан Научно-практическим клиническим центром диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы [7].

В Республике Беларусь Президент Республики Беларусь 21 декабря 2017 года подписал Декрет № 8 "О развитии цифровой экономики". Документ определил условия для развития ИТ-отрасли и дал серьезные конкурентные преимущества стране в создании цифровой экономики XXI века [8].

В Министерстве здравоохранения Республики Беларусь подписано постановление от 28 мая 2021 г. № 65 «Об утверждении Положения об особенностях оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий». Данный документ определил стратегическую задачу – расширить возможности взаимодействия организаций здравоохранения путем развития дистанционных возможностей при оказании медпомощи населению. В этой связи требовалась разработка документа, который бы урегулировал правоотношения медицинских работников разного уровня и пациентов при использовании современных информационно-коммуникационных технологий и потенциала лучших организаций здравоохранения [9].

Активное развитие интернет-технологий позволяет провести полноценную консультацию или консилиум, для решения дальнейшей тактики лечения пациента, лечащим врачом и врачами-экспертами без прибытия пациента в организацию здравоохранения. Телемедицинские консультации расширили возможность доступа к медицинским услугам, что особенно актуально для сельских населенных пунктов.

Определенный опыт накоплен нами по организации дистанционной форма физической адаптации лиц старшего возраста в период

самоизоляции в условиях COVID-19. Специалисты кафедры по запросу комитета проводили дистанционное обучение сотрудников территориальных центров, отделений круглосуточного пребывания и домов-интернатов по вопросам долговременного ухода, профилактики прогрессирования основных гериатрических синдромов пожилых граждан [10, 11, 12, 13].

Разработанный и внедренный в реабилитационную практику дистанционный контент в рамках проекта «ПДДВГМУ – поможем друг другу» был одним из доступных и эффективных инструментов в работе медицинских специалистов, социальных работников и населения для профилактики, лечения и восстановления на амбулаторном и домашнем этапах [10].

В дальнейшем, в рамках реализации Национальной стратегии «Активное долголетие-2030» и Государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы и с учетом протокола поручений № 1 от 8 июня 2022 г. Межведомственного совета по формированию здорового образа жизни, контролю за неинфекционными заболеваниями, предупреждению и профилактике пьянства, алкоголизма, наркомании и потребления табачного сырья и табачных при Совете Министров Республики Беларусь, пункт 3.2.2. на базе УЗ «Шумилинская центральная районная больница» в июле-сентябре 2022 г. был проведен пилотный проект скрининговой оценки с использованием искусственного интеллекта системы MeDiCase (Московское городское научное общество терапевтов, МГНОТ, г. Москва) и предложенного протокола обследования по своевременной диагностике постковидного синдрома, профилактики осложнений и своевременной диагностике синдрома когнитивных нарушений и высокого риска развития деменции (<https://medicase.pro/vitebk/shumilino>) [10].

Модель, заложенная в алгоритм проведения опроса, является древом решений: имеется список основных вопросов первого слоя, каждый положительный или отрицательный ответ на вопрос первого слоя может активировать ветвь дополнительных уточняющих вопросов. (Воробьев А.П., 2020).

В процессе работы было выполнено: Разработка и адаптация анкеты для проведения опроса, определение группы тестируемого населения, определение группы пациентов для проведения

лабораторно-инструментального обследования, проведение анализа результатов опроса, создание дифференцированных программ реабилитации на различных уровнях оказания медико-социальной помощи [10].

Полученный опыт был заложен в качестве первого шага реализации гранта Президента Республики Беларусь на 2025 год в сфере здравоохранения «на разработку нового комплексного метода дистанционной системы организации домашнего этапа реабилитации с использованием искусственного интеллекта» (ответственный исполнитель заведующий кафедрой медицинской реабилитации с курсом ФПК и ПК УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», д.м.н., профессор Т.Л. Оленская).

Однако применение блока опросника «Хронические неинфекционные заболевания» потребовали достаточного временного промежутка для опроса фельдшерами обследуемых пациентов, необходимость хорошего обеспечения интернет связью, что не позволяло выполнять основную задачу работы с использованием системы MeDiCase в отдаленных поселках Поставского района Витебской области. Проведенный анализ полученных данных опроса 730 респондентов показал наличие гипердиагностики предполагаемых гипотез заболеваний, что было обусловлено субъективностью оценки пациентами своих жалоб. Это потребовало бы повышение нагрузки на практическое здравоохранение, что полностью не соответствовало основной задаче проводимой работы.

Также на данной платформе не было возможности осуществления взаимодействия медицинского и социального аспектов реабилитации. В следствие чего была показана неэффективность применения системы MeDiCase для выполнения запланированной работы и дальнейшей маршрутизации пациентов на домашнем этапе реабилитации.

В связи с чем, для осуществления медицинскими и социальными работниками дистанционного скрининга домашнего этапа реабилитации сельских жителей Поставского района, проведения мониторинга за пациентами, проходящих курс гипобарической барокамерной адаптации и каденс-тренировок, составления эффективных алгоритмов маршрутизации пациентов с основной инвалидирующей патологией и их дистанционного сопровождения с учетом полученных резуль-

татов и уровней оказания медицинской и медико-социальной помощи в качестве базовой ИТ-платформы цифрового медицинского помощника была задействована экспертная АИС на базе предобученной нейронной сети в варианте многослойного персептрона с реляционной СУБД – «Многоуровневая автоматизированная информационная система диагностики адаптационных возможностей человека», разработанная Савостьяновым В.В., д.м.н., профессором кафедры «Физическое воспитание» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана.

Эффективность «Многоуровневая автоматизированная информационная система диагностики адаптационных возможностей человека» – [/run.bmstu.ru/](http://run.bmstu.ru/) была доказана серий разносторонних фундаментальных и клинических исследований по проблемам изучения вопросов здоровья и долголетия человека [14].

АИС [/run.bmstu.ru/](http://run.bmstu.ru/) – это технология машинного обучения, которая осуществляет профессиональную интеллектуальную оценку антропометрических и физиологических данных, получаемых с носимых сенсорных или бытовых диагностических устройств, для определения состояния энергообеспечения когнитивной и мышечной деятельности человека, его биологического возраста, рисков преморбидного фона, порогов аэробного и анаэробного обмена, уровней функциональной подготовленности и адаптационного потенциала, превентивной диагностики состояний «утомления» и «перенапряжения» и прочих состояний дезадаптации для последующей «умной» коррекции персональных реабилитационных, тренировочных и обучающих программ.

АИС [/run.bmstu.ru/](http://run.bmstu.ru/) как инновационная система построена на принципиально новых фундаментальные физиологические гипотезах. Уникальностью технологии является то, что она создана на основе глубоких фундаментальных исследований по изучению реагирования биологической системы на стресс-повреждение, в отличие от широко используемых сегодня моделей регрессионного анализа, которые в принципе не способны описать всю многогранность этого реагирования в силу ограничений по наблюдениям за экстремальными состояниями.

[/run.bmstu.ru/](http://run.bmstu.ru/) реализована как экспертная АИС на базе предобученной нейронной сети в варианте многослойного персептрона с реляционной СУБД. В основе физико-

математическая модель гидромеханики кровообращения, описывающая реализацию её газотранспортной функции с позиций теории общего адаптационного синдрома.

В настоящее время общее количество клинических наблюдений в соответствии с выполненными протоколами клинических, экспериментальных и педагогических исследований составляет более пяти тысяч, и эта база данных непрерывно пополняется новыми наблюдениями (Савостьянов В.В., 2025).

Применение данной системы показало эффективность применения в рамках определения маршрутизации пациентов на домашнем этапе медико-социальной реабилитации в рамках педагогического эксперимента оценки базового функционального состояния. А также позволило выявить и следующие проблемные вопросы возможности применения искусственного интеллекта в здравоохранении, как только в ходе проводимой работы врачами Поставской центральной районной больницы система стала восприниматься в формате медицинского помощника принятия клинических решений.

1. На сегодняшний день существует некорректное понимание и трактовка, что такое телемедицинская помощь. Телемедицина – это не видеоконференция, а снятие показателей жизнедеятельности пациента разнообразными сенсорами, которые в последующем обрабатываются медицинским искусственным интеллектом для представления клинического заключения (синдромально) медицинскому работнику, что не отражено в законодательстве.

Вследствие чего, испытанную систему АИС на базе предобученной нейронной сети в варианте многослойного персептрона с реляционной СУБД в формате медицинского помощника принятия клинических решений, невозможно завести в правовое поле практического здравоохранения РФ.

2. Подобная телемедицинская система ИИ требует официальной сертификации (получение регистрационных удостоверений на высокотехнологичные медицинские изделия или специальное медицинское программное обеспечение).

3. В центральной районной больнице требуется наличие серверов для хранения персональных данных и системы, обеспечивающие сохранность данных по правилам безопасности, а также появление расходов на интеграцию ИИ-решений в текущую ИТ-инфраструктуру и на техническое обслуживание.

4. Требуется создание образовательных программ для подготовки медицинских специалистов по вопросам применения искусственного интеллекта в практическом здравоохранении.

5. Требуется определение юридических аспектов работы врача при применении искусственного интеллекта в формате медицинского помощника принятия клинических решений.

Список литературы

1. Цифровые технологии в медицинской реабилитации : учебно-методическое пособие / В. В. Михайлишин, А. Р. Суфэльфа, Е. В. Фогт, К. Н. Петрищева ; под ред. Г.Н. Пonomarenko. – Спб., 2024 – 92 с.
2. URL: <https://therapy.school/feed/istoriya-meditsiny-iskusstvennyy-intellekt/>
3. URL: <https://med-history.livejournal.com/187217.html>
4. URL: https://libelloc.bsuir.by/bitstream/123456789/51897/1/Zenevich_Iskusstvennii_intellekt.pdf
5. Ламоткин, А. И. Искусственный интеллект в здравоохранении и медицине: история ключевых событий, его значимость для врачей, уровень развития в разных странах / А. И. Ламоткин, Д. И.Корабельников, И. А. Ламоткин [и др.] // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2024. – № 17 (2). – С. 243–250. – URL: <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.254>.
6. ГОСТ Р 71672-2024 Системы прогнозной аналитики на основе искусственного интеллекта в клинической медицине.
7. ПНСТ 962-2024 Системы маршрутизации и оптимизации потоков пациентов на основе искусственного интеллекта.
8. URL: <https://president.gov.by/ru/documents/dekret-8-ot-21-dekabrya-2017-g-17716>.
9. URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/novoe-nasayte/kommentariy-k-postanovleniyu-minzdrava-65-2021/>.
10. Актуальные вопросы медико-социальной реабилитации пациентов старшего возраста на амбулаторном и домашнем этапах / Т. Л. Оленская– Витебск : ВГУ им П.М. Машерова, 2023. – 312 с.
11. Оленская, Т. Л. Инновационные методы реабилитации на амбулаторном и домашнем этапах у пациентов после пневмонии

COVID-19/ Т. Л. Оленская // Медицинский совет. – 2021. – № 4. – С. 220-229.

12. Опыт организации медико-социального междисциплинарного онлайн-сопровождения лиц старшего возраста в период инфекции COVID-19 / Оленская Т.Л. // Российский журнал гериатрической медицины. – 2022. – №. 4. – С. 435-443.
13. Оленская, Т. Л. Профилактика развития и прогрессирования основных гериатрических синдромов у лиц старшего возраста в период самоизоляции: акцент на онлайн-адаптивную физическую культуру / Т. Л. Оленская, В. Н. Астапенко // Врач. – 2020. – Т. 31. – № 6. – С. 69-72.
14. Savostyanov V. Machine Learning Technology for Diagnostics of Human Adaptive Capabilities / V.Savostyanov, A. Kobelev [et al.] // 2025 7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE) – DOI: [10.1109/REEPE63962.2025.10971132](https://doi.org/10.1109/REEPE63962.2025.10971132).

References

1. Mikhailishin V.V., Sufelf A.R., Vogt E.V., Petrishcheva K.N. *Cifrovye tekhnologii v mediczinskoj rehabilitacii* [Digital technologies in medical rehabilitation]. Ed. G.N. Ponomarenko. St. Petersburg, 2024, 92 p. (In Russian)
2. Available at: <https://therapy.school/feed/istoriya-meditsiny-iskusstvennyy-intellekt/>
3. Available at: <https://med-history.livejournal.com/187217.html>
4. Available at: https://libelloc.bsuir.by/bitstream/123456789/51897/1/Zenevich_Iskusstvennii_intellekt.pdf
5. Lamotkin A.I., Korabelnikov D.I., Lamotkin I.A., Livshits S.A., Perevalova E.G. *Iskusstvenny`j intellekt v zdravookhraneni`i i mediczine: istoriya klyuchevy`kh soby`tij, ego znachimost` dlya vrachej, uroven` razvitiya v razny`kh stranakh* [Artificial intelligence in healthcare and medicine: history of key events, its importance for doctors, level of development in different countries]. *Farmakoe`konomika. Sovremennaya farmakoe`konomika i farmakoe`pidemiologiya* [Pharmakoeconomika. Modern pharmacoeconomics and pharmacoepidemiology]. 2024, no. 17 (2), pp. 243–250. (In Russian) Available at: <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2024.254>

6. *GOST R 71672-2024 Sistemy` prognoznnoj analitiki na osnove iskusstvennogo intellekta v klinicheskoy mediczine* [GOST R 71672-2024 Predictive analytics systems based on artificial intelligence in clinical medicine]. (In Russian)
7. *PNST 962-2024 Sistemy` marshrutizaczii i optimizaczii potokov paczientov na osnove iskusstvennogo intellekta* [PNST 962-2024 Routing and patient flow optimization systems based on artificial intelligence]. (In Russian)
8. Available at: <https://president.gov.by/ru/documents/dekret-8-ot-21-dekabrja-2017-g-17716>.
9. Available at: <https://minzdrav.gov.by/ru/novoe-na-sajte/kommentariy-k-postanovleniyu-minzdrava-65-2021/>.
10. Olenskaia T.L. *Aktual'ny'e voprosy` mediko-soczial'noj reabilitaczii paczientov starshego vozrasta na ambulatornom i domashnem e'tapakh* [Current issues of medical and social rehabilitation of elderly patients at the outpatient and home stages]. Vitebsk, VSU im. P.M. Masherov, 2023, 312 p. (In Russian)
11. Olenskaia T.L. *Innovaczionny'e metody` reabilitaczii na ambulatornom i domashnem e'tapakh u paczientov posle pnevmonii COVID-19* [Innovative methods of rehabilitation at the outpatient and home stages in patients after COVID-19 pneumonia]. *Mediczijskij Sovet*. [Medical Council]. 2021, no. 4, pp. 220-229. (In Russian)
12. Olenskaia T.L. *Opy`t organizaczii mediko-soczial'nogo mezhdisciplinarnogo onlajn-soprovozhdeniya licz starshego vozrasta v period infekczii COVID-19* [Experience in organizing medical and social interdisciplinary online support for older people during COVID-19 infection]. *Rossijskij zhurnal geriatricheskoy medicziny`* [Russian Journal of Geriatric Medicine]. 2022, no. 4, pp. 435-443. (In Russian)
13. Olenskaya T.L., Astapenko V.N. *rofilaktika razvitiya i progressirovaniya osnovny`kh geriatricheskikh sindromov u licz starshego vozrasta v period samoi-zolyaczii: akcent na onlajn-adaptivnuyu fizicheskuyu kul'turu* [Prevention of the development and progression of major geriatric syndromes in older adults during self-isolation: focus on online adaptive physical education]. *Vrach* [Doctor]. 2020, vol. 31, no. 6, pp. 69-72. (In Russian)
14. Savostyanov V., Kobelev A. et al. *Machine Learning Technology for Diagnostics of Human Adaptive Capabilities*, 2025 7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE) DOI: 10.1109/REEPE63962.2025.10971132.

Received 10.04.2025