

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ: ОТ ОБЩЕГО К ЧАСТНОМУ

Коробейникова А.Н.^{1,2}

¹Инновационная академия профессионального развития «ДОКСТАРКЛАБ», ул. Одесская, д. 27 Б, офис 3, помещение XI-5, вн. тер. г. Ленинский муниципальный округ, г. Севастополь, Российская Федерация, 299011;

²КОГКБУЗ «Центр кардиологии и неврологии», ул. И. Попова, 41, г. Киров, Кировская область, Российская Федерация, 610002.

Основные положения

Данная статья посвящена основным аспектам разработки и применения систем поддержки принятия врачебных решений в клинической практике.

Аннотация

Ежедневно в своей рутинной практике врач подвержен большому информационному перегрузкам. Это связано не только с возрастающим потоком пациентов с сочетанной патологией, но и большим количеством профильных клинических рекомендаций, множеством шкал для оценки состояния и прогноза пациента, многообразием лекарственных препаратов и их дженериков, высокими требованиями к оформлению медицинской документации. Параллельно с этим врач резко ограничен во времени, и принятие решений должно быть быстрым и соответствовать текущему состоянию пациента. Все это приводит к высокому эмоциональному напряжению среди специалистов и повышению риска врачебных ошибок. Привлечение современных IT-разработок и технологии искусственного интеллекта в помощь клиницисту является перспективным направлением для снижения психологической нагрузки на персонал и профилактики врачебных ошибок. Система поддержки принятия врачебных решений (СППВР) анализирует данные пациента и на основании заложенных алгоритмов предлагает свой перечень вмешательств в данной ситуации. Конечное решение в любой ситуации принимает только медицинский работник, основываясь на своих знаниях и накопленном опыте с учетом мнения искусственного интеллекта. Таким образом, СППВР помогает врачу в анализе большого количества данных и представляет возможные варианты развития событий.

Ключевые слова. Поддержка врачебных решений, искусственный интеллект, цифровые технологии, цифровизация, электронное здравоохранение

Автор, ответственный за переписку: Коробейникова А.Н., ул. И. Попова, 41, г. Киров, Кировская область, Российская Федерация, 610002, anna_best2004@mail.ru

Для цитирования: Коробейникова А.Н. Система поддержки принятия врачебных решений: от общего к частному // Инновационное развитие врача. 2023. №3. С. 51-58. doi: 10.24412/cl-37091-2023-3-51-58

Поступила в редакцию: 04.08.2023; поступила после доработки: 20.09.2023; принята к печати: 04.11.2023

CLINICAL DECISION SUPPORT SYSTEM: FROM GENERAL TO PRIVATE

Anna N. Korobeynikova^{1,2}

¹Innovative Academy of Professional Development "DOCSTARCLUB", Odesskaya str., 27 B, office 3, room XI-5299011, ext. ter.g. Leninsky Municipal District, Sevastopol, Russian Federation, 299011;

²Center of Cardiology and Neurology, I. Popova str., 41, Kirov, Kirov region, Russian Federation, 610002.

Highlights

This article is devoted to the main aspects of the development and application of medical decision support systems in clinical practice.

Abstract

Every day in routine practice, the doctor is suspected to great information overload. This is due not only to the increasing flow of patients with combined pathology, but also to a large number of specialized clinical guidelines, a variety of scales for assessing the condition and prognosis of the patient, a variety of medications and their generics, high requirements for medical documentation. At the same time, the doctor is severely limited in time and decision-making should be fast and correspond to the current state of the patient. All this leads to high emotional tension among specialists and an increased risk of medical errors. The involvement of modern IT developments and artificial intelligence technology to help the clinician is a promising direction to reduce the psychological burden on staff and prevent medical errors. The clinical decision support system (CDSS) analyzes the patient's data and, based on the algorithms laid down, offers its own list of interventions in this situation. The final decision in any situation is made only by a medical professional, based on their knowledge and accumulated experience, taking into account the opinion of artificial intelligence. Thus, the CDSS helps the doctor in analyzing a large amount of data and presents possible scenarios for the development of events.

Keywords. Medical decision support, artificial intelligence, digital technologies, digitalization, e-health

Corresponding author: Korobeynikova A.N., I. Popova str., 41, Kirov, Kirov region, Russia, 610002, anna_best2004@mail.ru

For citation: Korobeynikova AN. Clinical decision support system: from general to private. *Innovative doctor's development*. 2023; 3: 51-58. doi: 10.24412/ci-37091-2023-3-51-58

Received: 04.08.2023;

received in revised form: 20.09.2023;

accepted: 04.11.2023

Список сокращений

ИИ - искусственный интеллект

СППВР - система поддержки принятия врачебных решений

Введение

Цифровая трансформация системы здравоохранения названа одной из национальных целей в нашей стране до 2030 года. Начавшаяся несколько десятилетий назад и достигшая определенных успехов сегодня, цифровизация отрасли видится законодателям как один из важнейших способов справиться с возрастающей нагрузкой на медицину. Рост числа населения и продолжительности жизни, повышение заболеваемости хроническими неинфекционными заболеваниями, новые пандемии, с одной стороны, и кадровый дефицит, ограниченность финансовых и материальных ресурсов, с другой, приводят к поиску новых оригинальных решений для сохранения баланса в системе.

Помимо развития телемедицины и дистанционного диспансерного наблюдения, позволяющих оказывать качественную помощь практически без привязки к времени и месту, тем самым повышая ее доступность, параллельно развиваются технологии, влияющие и на ее качество. В России нет понятия "врачебная ошибка" и официальную статистику никто не ведет [1]. Однако по данным общественных организации более 50 тысяч смертей ежегодно происходят из-за неверно установленного диагноза или неправильной тактики лечения. Исследование центра "Независимая медико-юридическая экспертиза" показало, что лидерами по числу медицинских ошибок являются стоматологи, а втором месте - акушеры-гинекологи, замыкают тройку анти-лидеров врачи-хирурги [2].

Принятие решения в медицине обусловлено большим количеством факторов: многообразие симп-

томов и проявлений заболевания, схожесть клинической картины различных состояний, в некоторых ситуациях - скрытое или малосимптомное течение. С другой стороны, врач ограничен временным фактором, недостаточностью информации о состоянии пациента, невозможностью обратиться к компетентным экспертам за консультацией, большим количеством нормативной документации, определяющей качество оказания медицинской помощи; меняющимися подходами к интерпретации исследований и выбору тактики лечения [3].

Поэтому привлечение современных IT-разработок и технологий искусственного интеллекта в помощь клиницисту является перспективным направлением для профилактики врачебных ошибок, снижения нагрузки на персонал и противодействия эмоциональному выгоранию.

Система поддержки принятия врачебных решений (СППВР) - «это программное обеспечение, позволяющее путем сбора и анализа информации влиять на принятие врачом решения при обследовании пациента, диагностике, назначении лечения с целью снижения ошибок и повышения качества оказываемой медицинской помощи» [4]. Таким образом, СППВР анализирует данные пациента, находящиеся в медицинской информационной системе и на основании заложенных алгоритмов предлагает свой перечень вмешательств в данной ситуации. Конечное решение в любой ситуации принимает только медицинский работник, основываясь на своих знаниях и накопленный опыт с учетом мнения искусственного интеллекта. Таким образом, цель СППВР не принять решение за врача, а помочь ему в анализе большого количества данных и представить возможные вариан-

ты развития событий.

История развития СППВР

Впервые идея об использовании компьютеров для имитации логики и мыслительной деятельности человека была выдвинута Аланом Тьюрингом в 1950 году. На первом этапе развития искусственный интеллект (ИИ) стал внедряться в промышленность и был направлен на создание роботов, занятых на производстве.

Однако отрасль здравоохранения не спешила внедрять передовые разработки. Одним из первых примеров использования ИИ в медицине стала программа консультаций по глаукоме CASNET, разработанная в Университете Рутгерса и продемонстрированная широкой общественности в 1976 году. Данная разработка могла соотносить информацию о заболевании с конкретными пациентами и давать рекомендации по дальнейшей тактике ведения.

Система MYCIN для подбора антибактериальной терапии была разработана в 1970х годах. Анализируя имеющиеся данные и информацию о пациенте, система составляет список возможных патогенов и предлагает варианты этиотропной терапии в соответствии с массой тела.

В дальнейшем ИИ стал применяться в медицинской визуализации для уменьшения количества ошибок и увеличения точности исследования. В 2017 году FDA одобрил первое решение в данной отрасли: CardioAI от Arterys анализирует данные магнитно-резонансной томографии сердца.

Первые системы автоматизированной диагностики заболеваний стали появляться в СССР в 1980х годах. Однако они были устроены довольно просто, проводя дифференциальный диагноз между ограниченным числом нозологий, не учитывая коморбидность пациента и взаимосвязи между патологиями. Давая свое заключение, система не могла обосновать свое решение, доказать его логичность. Кроме того, не учитывались индивидуальные особенности пациента, анализ проводился только внутри рамок группы нозологий, без учета сопутствующей патологии. Все это быстро привело к пониманию необходимости более широкого перекрестного анализа и обоснованности решения путем построения причинно-следственных цепочек, что дало толчок к появлению интеллектуальных СППВР.

Классификация СППВР

Все СППВР можно разделить на 3 группы

1. Информационно-справочные системы. Они осуществляют контроль назначенного дообследования и лечения согласно существующим алгоритмам, клиническим рекомендациям и нормативным актам (стандартам, порядкам); автоматический контроль "клинического минимума", критериев качества медицинской помощи. К этой же группе относятся справочные системы, помогающие интерпретировать

клиническую картину согласно имеющимся шкалам или отдельным показателям (примеры – «Электронный клинический фармаколог», <https://www.ecp.umkb.com>; автоматизированный скрининг лекарственных назначений, <http://element-lab.ru/>).

2. Интеллектуальные системы. Они наделены способностью имитировать клиническое мышление, построены на сложных математических алгоритмах, а также обучались на большом количестве экспертных текстов и заключений (пример - ТОП-3, <https://sbermed.ai/diagnostic-center/our-algorithms/top-3/>).

3. Гибридные системы – объединяют в себе характеристики информационной и интеллектуальной системы [5] (примеры - MedicBK, <https://medicbk.com/ru>, Webiomed, <https://webiomed.ru/>).

Спектр применения СППВР в медицине широк: данная технология используется не только для дифференциальной диагностики, выбора метода дообследования и лечения, но и обладает возможностью прогнозирования исходов, наследственной предрасположенности, определения группы риска.

Задачи СППВР

В связи с разнообразием видов СППВР в зависимости от своего типа они могут быть использованы для решения различных клинических и организационно-методических задач.

1. Обеспечение информационной поддержки. В СППВР могут быть включены любые нормативно-правовые и экспертные медицинские документы, сведения о лекарственных препаратах, инструкции и утвержденные алгоритмы.

2. Упрощение работы с медицинской документацией. Проводится кодировка болезней согласно МКБ-10, электронные медицинские карты сортируются и классифицируются.

3. Помощь в клинической оценке состояния пациента. Основываясь на результатах машинного обучения, система дает свое заключение о состоянии больного. Кроме того, алгоритмы генерируют тревожные сигналы о выявленных отклонениях и предупреждают о возможных осложнениях.

4. Определение диагностической тактики/выявление патологических изменений при обследовании. На основании данных, имеющихся в электронной медицинской карте, искусственный интеллект предлагает свой диагноз и перечень необходимого дообследования. Кроме того, СППВР могут применяться и собственно в диагностике (рентгенология, ультразвуковые исследования, функциональные методы): распознавание медицинского изображения и отметка патологии значительно ускоряет анализ обследования для врача-диагноста.

5. Выбор оптимального лечения. СППВР помогают с определением групп препаратов и их дозировок, выявляют показания к госпитализации и прогнозируют

ее продолжительность, оценивают эффективность и безопасность терапии.

6. Достижение экономической эффективности. Использование искусственного интеллекта может быть полезно для организаторов здравоохранения: учет ресурсов медицинского учреждения, ведение электронного документооборота, оценка эффективности использования оборудования.

Основные этапы создания СППВР

Ниже рассмотрены основные этапы разработки интеллектуальных СППВР.

1. Разработка и производство

1. Определение проблемы, на решение которой будет направлена разработка СППВР. На данном этапе происходит взаимодействие между IT-специалистами, инженерами-математиками и врачами.

- Изучение имеющейся информация по данной теме: систематические обзоры, мета-анализы, клинические рекомендации, стандарты оказания медицинской помощи Министерства здравоохранения Российской Федерации

- Выбор когорты пациентов (подбирается синхронизированная когорта пациентов: старт наблюдения пациентов происходит в одинаковой временной точке (после операции, после инфаркта миокарда)).

- Выбор контроля (например, в диагностических системах – метод исследования, который является «золотым стандартом» определения той или иной патологии; в прогностических моделях – прогнозируемое событие, которое имеет четкие характеристики).

- Сбор данных (желательно его производить не в одной медицинской организации, чтобы полученная информация была репрезентативна для всей популяции. И позитивные, и негативные случаи должны набраться из общей популяции с учетом распространенности патологии).

- Синхронизация данных (единообразие измерений - оценка состояния проводится с помощью валидизированных опросников, лабораторные исследования выполняются одинаковыми методиками, диагностическое оборудование имеет сходные технические характеристики).

2. Построение модели на основе машинного обучения.

Для того, чтобы решения модели могли быть использованы на практике, она должна соответствовать определенным критериям качества: высокая чувствительность и специфичность, оценка прогностической ценности положительного и отрицательного результата. Принято, что модель приемлема, если показатели качества превышают 85%.

- Аналитическая валидизация модели. Проводится проверка работы модели, определение качества ее работы на определенной выборке или методом кросс-валидации.

- Реализация в программном формате. На данном этапе модель может взаимодействовать со своим конечным пользователем – врачом. На этом этапе практической разработки модели завершен, по его окончании авторы получают работающую модель, однако предстоит ее клиническая валидизация и доработка для определения практической ценности.

Также возможно построение модели на основе «дерева решений». Дерево решений — метод автоматического анализа больших массивов данных и представляет собой иерархическую структуру, основанную на правиле вида «Если ..., то ...». За счет обучающего множества правила генерируются автоматически в процессе обучения. Дерево решений включает в себя элементы двух типов — узлы и листья. Узлы – это правила, которые производят проверку примеров на соответствие выбранного атрибута (например, на два подмножества, которые удовлетворяют и не удовлетворяют правилу). Далее к каждому подмножеству снова применяется правило, процедура повторяется, пока не будет достигнуто условие остановки алгоритма. Последний узел, когда не осуществляется проверка и разбиение, становится листом.

II. Клинические исследования (клиническая валидация). Любая медицинская технология должна иметь доказательную базу для определения того, насколько можно доверять данной модели при принятии решений. В ходе клинических испытаний системы должны показать не только правильность своей работы, но и клиническую пользу и безопасность при использовании.

III. Государственная регистрация. В соответствии с действующим законодательством в отношении пациентов могут применяться только разрешенные методы, прошедшие государственную регистрацию, в том числе и программное обеспечение. Кроме того, производится стратификация рисков применения программного медицинского обеспечения согласно правилам Евразийского экономического союза [6].

IV. Оценка клинико-экономической эффективности. После разработки и практических испытаний медицинской технологии проводится экономический анализ для финансового обоснования применения системы и возможности включения ее в клинические рекомендации. Проводится учет медицинских (прямых и косвенных) и немедицинских затрат. По завершению анализа дается заключение о соотношении клинической и экономической эффективности технологии [7].

Преимущества и недостатки

Преимущества использования СППВР:

- уменьшение нагрузки на врача (например, при использовании диагностических моделей (для изображений компьютерной томографии головного мозга, органов грудной клетки, маммографии) система представляет уже размеченные снимки, интерпретация которых занимает меньше времени);

- уменьшение количества ошибок (система видит те

отклонения, которые в потоке обследований врач может пропустить);

- быстрота принятия решения (математические алгоритмы позволяют принимать решение в очень ограниченном временном промежутке, что особенно важно в экстренных ситуациях);

- оптимизация лечения (СППВ может параллельно включать в анализ большое количество параметров, выбирая оптимальную тактику в каждой конкретной ситуации).

Искусственный интеллект (ИИ), обучаясь на примерах и анализируя нелинейные данные, способен обрабатывать неточную информацию и обобщать ее, что позволяет применять его и к независимым данным. Способность ИИ точно классифицировать и распознавать паттерны привлекла исследователей к их применению для решения многих клинических проблем. Диагностика, лечение и прогнозирование результатов во многих ситуациях зависят от сложного взаимодействия многих клинических, биологических и патологических переменных, поэтому потребности в аналитических инструментах, которые смогут связать воедино несколько факторов, будет только возрастать.

Недостатки:

- недостаточный уровень цифрового доверия технологии среди медицинских работников;

- врачи могут рассматривать СППВ как угрозу своей клинической автономии;

- не все нозологии охвачены разработками в области искусственного интеллекта;

- разработка, внедрение, поддержание и поддержка СППВ являются дорогостоящими;

- большие объемы информации и их быстрое устаревание (СППВ должны базироваться на самых последних научных данных, чтобы предлагаемые решения были оптимальны для каждого конкретного пациента) [8].

Для успешного применения СППВ необходима их клиническая оценка и определение, насколько использование данной технологии полезно в системе здравоохранения: влияние на конечные точки, улучшение прогноза у пациентов, снижение экономического бремени.

Основные этапы создания СППВ

СППВ, разработанная в Китае и направленная на выбор правильной тактики лечения в отношении пациентов с раком предстательной железы, обобщила 2 156 528 элементов информации от 800 пациентов. Сюда вошли как клинические данные (данные пальцевого исследования прямой кишки), так и лабораторные (уровень ПСА) и инструментальные методы (трансректальное ультразвуковое исследование предстательной железы, магнитно-резонансная томография органов малого таза, позитронно-эмиссионная томография). Экспериментальные данные показывают, что точность системы машинной диагностики возрастет до 87%, что

что даже больше, чем для врача (81%) [9].

Разработка компании IBM – СППВ Watson for Oncology состоит из нескольких модулей: CancerLinQ собирает и систематизирует реальные клинические данные из различных источников на территории Соединенных Штатов для использования врачами и исследователями, участвующими в лечении пациентов с онкологическими заболеваниями; OncoAnalytics предоставляет врачам информацию о лекарствах, схемах лечения и стоимости препаратов; Tempus включает в себя библиотеку клинических и молекулярных данных, на основе которых врачи могут принять взвешенное решение в каждой конкретной ситуации. В исследовании оценивалось, насколько точно данная система выбирает тактику лечения при различных онкологических процессах. Суммарно 70% вариантов терапии были идентичны тем, которые назначались врачами, или были приемлемой альтернативой. При оценке совпадения вариантов лечения по типу рака (все стадии вместе взятые) данные показатели были наименьшим для рака молочной железы (59,3%, N = 75), по сравнению с раком прямой кишки (86,2%, N = 25), толстой кишки (84,3%, N = 59) или рака легкого (68,2%, N = 60) [10].

Алгоритм, созданный для оценки соответствия химиотерапии при остром лимфобластном лейкозе у детей, оценивал возможные отклонения в лечении; несоответствие выбора препарата или растворителя, его дозы, способа введения и кратности. В ходе ретроспективной оценки 30 пациентам была назначена 1281 доза химиотерапии, СППВ выявила 735 случаев отклонений от протокола и 57 ошибок при назначении химиотерапии детям с острым лимфобластным лейкозом [11].

СППВ по выбору противодиабетических препаратов была в центре внимания в исследовании Singla R et al. Для оценки работы моделей использовалась выборка данных из 1671 рецепта на противодиабетические препараты у 940 пациентов. При анализе использовалась клиническая (стаж диабета, индекс массы тела, наличие осложнений сахарного диабета и др.) и лабораторная информация (гликированный гемоглобин, уровень глюкозы в крови натощак, креатинин). Точность прогнозирования использования каждого отдельного класса лекарств варьировалась от 85% до 99,4%. Суммарная точность, указывающая на то, что все лекарственные назначения верны, составляет 72% [12].

Российская разработка, СППВ «MedicBK», анализирует имеющиеся клинические данные и рекомендации и предлагает возможные варианты терапии, основываясь на индивидуальных параметрах человека. Возможности данной системы были протестированы в ходе исследования «ИНТЕЛЛЕКТ» среди пациентов с неконтролируемой фибрилляцией предсердий и артериальной гипертензией. Ретроспективный анализ показал, что антикоагулянтная терапия не соответствовала клиническим рекомендациям в 8% случаев, антиаритмическая – в 31%, антигипертензивная – в 72,5% случаев. Использование СППВ на 15% увеличило частоту назначения новых пероральных антикоагулянтов, на 14% чаще использовалась монотерапия антиаритми-

ческими препаратами, на 32% увеличилось число направлений на радиочастотную абляцию легочных вен [13].

СППВ «Webiomed» была обучена на данных Фрамингемского исследования и прогнозирует смерть от ишемической болезни сердца или инсульта у лиц без диагностированных сердечно-сосудистых заболеваний. Авторы утверждают, что данная модель обладает более высокой чувствительностью и лучшими прогностическими характеристиками, чем общеизвестная шкала SCORE [14].

Системы на основе компьютерного зрения помогают врачам в более точной интерпретации данных диагностических исследований. Такие инновационные решения как «Цельс» [15], «Care Mentor AI» [16], «Botkin AI» [17] выделяют патологические участки на рентгенографических снимках и срезах, получаемых при компьютерной томографии, что уменьшает количество врачебных ошибок. Дополнительные возможности по ранжированию снимков и автоматическому формированию заключения позволяют своевременно маршрутизировать пациентов и экономить время врача.

Свою популярность набирает разработка симптомчекеров – сервисов, которые предполагают диагноз при наличии тех или иных симптомов. Самые известные российские разработки – это MeDiCase [18] и Medai [19]. На основе имеющихся в базе данных симптомов и результатов анализов, система с определенной точностью представляет перечень возможных заболеваний, для которого характерны данные проявления.

Заключение

Возможности использования искусственного интеллекта и СППВ в медицине очень широки: от важных клинических преимуществ, позволяющих оказывать помощь быстрее и качественнее каждому конкретному пациенту, до вопросов организации медицинской помощи, решения кадрового дефицита в медицине, снижения заболеваемости и смертности. В России на настоящий момент зарегистрировано 24 изделия с искусственным интеллектом, к концу 2023 года планируется внедрить по одному из них в каждом регионе, к 2024 году – по три таких решения в рамках создания Единого цифрового контура на основе Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения [20]. Поэтому будет увеличиваться количество разработок и исследований в данном направлении, в итоге будет накоплена достаточная доказательная база, оценивающей роль СППВ в клинической медицине, что позволит более широко внедрять ее в практику. Но несмотря на это, ведущая роль в принятии решений в медицине сохраняется за врачом, а технологии помогают сделать это быстро и качественно.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки

Информация об авторе

Коробейникова Анна Николаевна, к.м.н., врач-кардиолог, КОГКБУЗ "Центр кардиологии и неврологии", Киров, Российская Федерация; Инновационная академия профессионального развития "Докстарклуб", Севастополь, Российская Федерация.

ORCID: 0000-0002-4357-1757

Anna N. Korobeynikova, Candidate of Medical Science, MD, Center of Cardiology and Neurology, Kirov, Russian Federation; Innovative Academy of Professional Development "Docstarclub", Sevastopol, Russian Federation.

ORCID: 0000-0002-4357-1757

Список литературы

1. Лудупова Е.Ю. Врачебные ошибки. Литературный обзор // Вестник Росздравнадзора. 2016. №2. С. 6 – 15.
2. Трунов И.Л. Врачебная ошибка, преступление, проступок // Человек: преступление и наказание. 2010. №1 (68). С. 34-41.
3. Фатенков О. В., Дьячков В. А., Рубаненко А. О., и др. Система поддержки принятия врачебных решений в прогнозировании тяжести хронической сердечной недостаточности // Медицинский альманах. 2021. № 1(66). С. 16-23.
4. Гусев А.В., Зарубина Т. В. Поддержка принятия врачебных решений в медицинских информационных системах медицинской организации // Врач и информационные технологии. 2017. № 2. С. 60-72.
5. Реброва О.Ю. Эффективность систем поддержки принятия врачебных решений: способы и результаты оценки // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2019. Т. 15, №4. С. 148-155. doi: 10.14341/ket12377
6. Столбов А.П. О классификации рисков применения

медицинского программного обеспечения в Евразийском экономическом союзе // Врач и информационные технологии. 2019. № 3. С. 22–31

7. Реброва О. Ю. Жизненный цикл систем поддержки принятия врачебных решений как медицинских технологий // Врач и информационные технологии. 2020. № 1. С. 27–37. doi: 10.37690/1811-0193-2020-1-27-37

8. Wang L, Chen X, Zhang L, et al. Artificial Intelligence in clinical decision support systems for oncology // *Int J Med Sci.* 2023. Vol. 20, №1. P. 79–86. doi: 10.7150/ijms.77205

9. Zhang J, Chen Z, Wu J, et al. An Intelligent Decision-Making Support System for the Detection and Staging of Prostate Cancer in Developing Countries // *Comput Math Methods Med.* 2020. P.5363549. doi: 10.1155/2020/5363549

10. Suwanvecho S, Suwanrusme H, Jirakulaporn T, et al. Comparison of an oncology clinical decision-support system's recommendations with actual treatment decisions // *J Am Med Inform Assoc.* 2021. Vol. 28, №4. P. 832–838. doi: 10.1093/jamia/ocaa334

11. Moghaddasi H, Rahimi R, Kazemi A, et al. A Clinical decision support system for increasing compliance with protocols in chemotherapy of children with acute lymphoblastic leukemia // *Cancer Inform.* 2022. №22. P. 11769351221084812. doi: 10.1177/11769351221084812

12. Singla R, Aggarwal S, Bindra J, et al. Developing clinical decision support system using machine learning methods for type 2 diabetes drug management // *Indian J Endocrinol Metab.* Vol.28, №1. P. 44–49. doi: 10.4103/ijem.ijem.435_21

13. Лосик Д.В., Козлова С.Н., Кривошеев Ю.С., и др. Результаты ретроспективного анализа выбора терапии при помощи сервиса поддержки принятия врачебных решений у пациентов с артериальной гипертензией и фибрилляцией предсердий (ИНТЕЛЛЕКТ) // Российский кардиологический журнал. 2021. Т. 26, №4. С. 54–60. doi: 10.15829/1560-4071-2021-4406

14. Гаврилов Д.В., Серова Л.М., Корсаков И.Н., и др. Предсказание сердечно-сосудистых событий при помощи комплексной оценки факторов риска с использованием методов машинного обучения // *Врач.* 2020. №5. С. 41–46. doi: 10.29296/25877305-2020-05-08

15. Официальный сайт «Цельс» [дата обращения: 14.11.2023]. Доступно по ссылке: <https://celsus.ai/>

16. Официальный сайт «Care Mentor AI» [дата обращения: 14.11.2023]. Доступно по ссылке: <https://carementor.ru/>

17. Официальный сайт «Botkin AI» [дата обращения: 14.11.2023]. Доступно по ссылке: <https://botkin.ai/>

18. Официальный сайт «MediCase» [дата обращения: 14.11.2023]. Доступно по ссылке: <https://medicase.pro/>

19. Официальный сайт «Medai» [дата обращения: 14.11.2023]. Доступно по ссылке: <https://medai.ru/>

20. Список одобренных Росздравнадзором отечественных медицинских изделий с технологиями искусственного интеллекта [дата обращения 14.11.2023]. Доступно по ссылке: <https://portal.eglisz.rszminzdrav.ru/news/855>.

References

1. Ludupova EY. Medical errors. Literature review. *Vestnik roszdravnadzora.* 2016;(2): 6–15 (In Russ.).

2. Trunov IL. Vrachebnaya oshibka, prestuplenie, postupok. *Chelovek: prestuplenie i nakazanie.* 2010;(168):34–413 (In Russ.).

3. Fatenkov OV, Dyachkov VA, Rubanenko AO, et al. Medical decision-support system in estimation of chronic heart failure severity. *Medicinski al'manah.* 2021; 1(66):16–23 (In Russ.).

4. Gusev AV, Zarubina TV. Clinical Decisions Support in medical information systems of a medical organization. *Vrach i informacionnye tekhnologii.* 2017; 2: 60–72 (In Russ.).

5. Rebrova OYu. Efficacy of clinical decision support systems: methods and estimates. *Clinical and experimental thyrology.* 2019;15(4):148–155 (In Russ.). doi: 10.14341/ket12377

6. Stolbov A.P. About the classification of risks of application of the medical software in the Eurasian economic union. *Vrach i informacionnye tekhnologii.* 2019; (3): 22–31(In Russ.).

7. Rebrova O.Yu. Life cycle of decision support systems

as medical technologies. *Vrach i informacionnye tekhnologii.* 2020;1:27–37 (In Russ.). doi: 10.37690/1811-0193-2020-1-27-37

8. Wang L, Chen X, Zhang L, et al. Artificial Intelligence in clinical decision support systems for oncology. *Int J Med Sci.* 2023;20(1):79–86. doi: 10.7150/ijms.77205

9. Zhang J, Chen Z, Wu J, et al. An Intelligent Decision-Making Support System for the Detection and Staging of Prostate Cancer in Developing Countries. *Comput Math Methods Med.* 2020:5363549. doi: 10.1155/2020/5363549

10. Suwanvecho S, Suwanrusme H, Jirakulaporn T, et al. Comparison of an oncology clinical decision-support system's recommendations with actual treatment decisions. *J Am Med Inform Assoc.* 2021;28(4):832–838. doi: 10.1093/jamia/ocaa334

11. Moghaddasi H, Rahimi R, Kazemi A, et al. Clinical Decision Support System for Increasing Compliance with Protocols in Chemotherapy of Children with Acute Lymphoblastic Leukemia. *Cancer Inform.* 2022;21:11769351221084812. doi: 10.1177/11769351221084812

12. Singla R, Aggarwal S, Bindra J, et al. Developing clinical decision support system using machine learning methods for type 2 diabetes drug management. *Indian J Endocrinol Metab.* 2022;26(1):44-49. doi: 10.4103/ijem.ijem_435_21
13. Losik DV, Kozlova SN, Krivosheev YuS., et al. Retrospective analysis of clinical decision support system use in patients with hypertension and atrial fibrillation (INTELLECT). *Russian Journal of Cardiology.* 2021;26(4):4406 [In Russ.]. doi:10.15829/1560-4071-2021-4406
14. Gavrilov DV, Serova LM, Korsakov IN, et al. Cardiovascular diseases prediction by integrated risk factors assessment by means of machine learning. *Vrach.* 2020;5:41-46. doi: 10.29296/25877305-2020-05-08
15. Official cite «Celsus» [cited 2023 November 14]. Доступно по ссылке: <https://celsus.ai/>
16. Official cite «Care Mentor AI» [cited 2023 November 14]. Доступно по ссылке: <https://carementor.ru/>
17. Official cite «Botkin AI» [cited 2023 November 14]. Available from: <https://botkin.ai/>
18. Official cite «MeDiCase» [cited 2023 November 14]. Available from: <https://medicase.pro/>
19. Official cite «Medai» [cited 2023 November 14]. Available from: <https://medai.ru/>
20. Spisok odobrennykh Roszdravnadzorom otechestvennykh medicinskih izdelij s tekhnologiyami iskusstvennogo intellekta [cited 2023 November 14]. Available from: <https://portal.eglsz.rosminzdrav.ru/news/855>.
-