

Системы дистанционной диагностики и экспресс-оценки состояния здоровья: достижения, проблемы и современные тенденции

Вешнева И.В.

veshnevaiv@mail.ru

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Аннотация. Выявление причин, тенденций и перспектив развития медицины важно для выработки правильной стратегии как всей системы здравоохранения, так и отдельных научных направлений. Наблюдаемые тенденции трансформации процессов организации медицинских услуг позволяют утверждать, что в настоящий период времени преобладают переходные процессы. Проведено сравнение классической и он-лайн диагностической медицины. Активное внедрение информационных технологий в систему здравоохранения требует вложения значительных ресурсов как финансовых, так и многоаспектных социальных. Отмечается, что развитие диагностических и экспертных систем не является ответом адекватным сложности современных требований. Необходимо формировать алгоритмы и модели применения искусственного интеллекта.

Ключевые слова: информационные технологий дистанционной диагностики, технологии big-data и систем инклюзивной m-health медицины, инновации, стратегия развития медицины.

Причины изменения требований к медицине

Наблюдаемые тенденции в развитии глобального здравоохранения показывают, что средняя продолжительность жизни в 51 стране в 2022 году превышает 80 лет. Данные получены на основе World Health Organization и опубликованы в ежегодно обновляемом рейтинге CIA World Factbook [1]. Россия в этом рейтинге занимает 156 место и средняя продолжительность жизни в

России составляет 72.44 года. При этом наблюдается также устойчивый рост хронических заболеваний у работоспособной части общества [2].

Для обеспечения рекреации человеческих ресурсов необходимо обеспечить качество оказания медицинской помощи. Основным механизмом достижения доступности медицинских услуг является принятие комплекса мер по всеобщему охвату населения медицинской помощью и обеспечение всеобщего доступа к полной и качественной медицинской помощи.

Сложившиеся социально-экономические показатели здравоохранения выталкивают государственные системы оказания медицинской помощи в новое пространство – наукоемких медицинских технологий, требуют создания новой модели здравоохранения, построенной на основе ранней диагностики, прогнозирования, оценки рисков развития заболеваний, профилактики возможных заболеваний, повышения эффективности лечения и качества жизни людей.

Национальный проект Российской Федерации (РФ) «Здравоохранение» предусматривает снижение показателей смертности населения трудоспособного возраста и оперирует измеряемыми показателями достижения поставленных целей [3]. В структуру национального проекта РФ включены восемь федеральных проектов. Одним из федеральных проектов является проект по «Созданию единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» [4]. Задача внедрения в здравоохранение процессов цифровизации требует проведения междисциплинарных исследований проведения совместной проектной деятельности медицинских организаций и разработчиков комплексов проблемно-ориентированных программ.

Отметим, что современное общество характеризуемой постиндустриальной культурой [5] обладает множеством противоречий и находится в системном кризисе. Очевидные кризисные явления в экономике, культуре, политике, онтологии и других сферах общественной жизнедеятельности являются обосновывающими переходные процессы в системе здравоохранения. Наиболее вероятно, что современный этап социальной динамики является переходным и может продлиться несколько десятилетий. Происходящие в системе здравоохранения процессы являются следствием изменений в экономике, культуре, политике, и они также являются переходными. Основываясь на таком заключении, следует утверждать, что необходимо провести анализ причин, тенденций и перспективных трендов этих трансформаций, что позволит направлять практическую деятельность по разработке лидирующих технологий в области лечения и организации здравоохранения.

Классическая медицина: изменение парадигмы подхода к лечению

Остановимся на оценке современных тенденций в классической системе взаимодействия системы здравоохранения в лице врача с больным. Также как и во времена создания одной из наиболее знаменитых книг в истории медицины «Канон медицинской науки» Авиценны, врач стоит перед самой трудной вселенной в лице каждого больного. Как это не покажется невероятным, но парадигма врачебной интеллектуально-мыслительной работы не сильно изменилась со времен становления медицины как науки. Абу Али Хусайн ибн

Абдаллах ибн Сина (Авицена) представил многие болезни, описал подробно их симптомы и способы лечения, перечислил целебные средства и дал рецепты составления лекарственных препаратов, обрисовал методы хирургического лечения, косметические советы. Понимание человека как целостной системы по-прежнему затруднено. Работа врача по диагностике, анализу данных анамнеза и результатов исследований, отбору и планированию этих исследований ориентирована на фрагментарный подход устранения выявленной локальной проблемы.

Широкий круг исследований в современной медицине привел к формированию узких специализированных областей и специалистов, являющихся экспертами в данной области. Поиск таких экспертов становится проблемой даже для крупных диагностических центров [6]. Формирование крупных диагностических центров также является следствием усиливающейся узкой специализации.

Важно отметить, что задача врача состоит не только во врачебной работе выбора, реализации и оценке результатов схемы лечения, но и в установлении личного контакта с больным и лицами, осуществляющими опеку больного. Установление данного контакта может оказывать существенное влияние как на результативность лечения, так и на оценку достигнутых результатов и их интерпретацию пациентом и заинтересованными третьими лицами. Несмотря на судьбоносность результатов взаимодействия при лечении данная сфера социальных взаимодействий обделена системным пониманием взаимосвязей контролируемых показателей для выявления проблем. В результате проблемой для создания системного подхода является ограниченность широты и глубины понимания проблемы выбора адекватной терапии. Найти первоисточник зарождающихся проблем – чрезвычайно трудно, когда этим занимается фрагментарная медицина. Существуют тенденции изменения устоявшейся парадигмы.

В настоящее время происходит технологическая революция, которая охватывает все сферы жизнедеятельности общества, но наиболее выражено в промышленности. Становление новой концепции общества затрагивает не только экономику, но и менеджмент, строительство, медицину, образование и многое другое. Она подразумевает суперинтеллектуальное общество, которое представляет собой оптимизацию ресурсов отдельного человека и всего общества через интеграцию физического и киберпространства. Это значит, что в реальном физическом пространстве собирается информация и отправляется в киберпространство в виде Big Data. Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволяет анализировать большие объемы фрагментировано не полных данных, находить оптимальное решение для исследуемого процесса на основе решений обученных специализированных систем ИИ, управлять работой киберфизических систем и информационными потоками.

Всем участникам процесса информатизации в системе здравоохранения может показаться очевидным, что дистанционная диагностика является главной перспективой дальнейшего развития системы здравоохранения. В основе этой трансформации классической схемы лечения на основе диагностики, анализу

данных анамнеза и результатов исследований, отбору и планированию этих исследований лежит идея предупреждения возникновения болезней и их устранения на ранних этапах развития. Однако глобально этот концептуальный сдвиг, достигаемый внедрением систем дистанционной диагностики в систему здравоохранения, не изменяет фрагментарную классическую систему лечения.

Системы дистанционной диагностики и экспресс-оценки состояния здоровья: достижения, проблемы и современные тенденции

Применение информационных технологий в области системы здравоохранения быстро привело к созданию мощных диагностических систем для длительного мониторинга и записи большого объема данных различных медико-биологических сигналов. Такие диагностические системы были созданы использования в условиях стационарного наблюдения и ориентированы на длительное непрерывное наблюдение за пациентами. Программно-аппаратная реализация дает возможность подробного анализа записанных сигналов. Аналогичные системы используются для промежуточного амбулаторного состояния пациентов.

Возникновение и развитие узкоспециализированных и крупных диагностических центров является адекватным ответом на востребованность экспертных услуг оперативной консультации. Когда такие эксперты находятся в других городах, представители диагностических центров стремятся договориться с врачом о работе в дистанционном формате. Для этой работы возникают различные организационные формы и информационные системы, помогающие соединить эксперта с пациентами или их врачами, которым он нужен. Возможно применение информационных систем, когда в одном интерфейсе работает аппарат, который делает исследование [7,8]. Далее это исследование попадает в единый архив, и у экспертов, которые удаленно подключены, появляется возможность подключиться к обработке данных. В настоящее время так работают международные телерадиологические компании, в которых эксперты могут находиться в разных часовых поясах. Соответствующие технические решения обработки данных позволяют обеспечить круглосуточную работу в режиме on-line. Модели обработки данных могут представлять собой самостоятельные программы или же быть интегрированы в более масштабные системы, облегчающие взаимодействие внутри целой медицинской отрасли [9].

Внедрение информационных технологий является одним из приоритетов развития сферы здравоохранения во всем мире. Ежегодно этот рынок цифровых медицинских технологий увеличивается примерно на четверть. Процесс может обеспечить прорыв в доступности и качестве медицинских услуг при потенциальном снижении расходов на здравоохранение. Очевидно, что понимание целесообразности социальной и экономической внедрения цифровых технологий в решение проблем первичной диагностики, обуславливает активное участие различных государств в развитие цифровой медицины. В России также внедряются несколько заметных по мировым масштабам информационно-аналитических проектов, например, [10]. Первым этапом внедрения технологий должно стать внедрение единой

информационной системы, работающие по принципу «врач-врач» в различных областях. Позже взаимодействие расширится связью «врач-пациент».

Главным отличием дистанционной диагностики (ДД) от классической системы медицинской помощи населению является использование информационно коммуникационных технологий и специализированных аппаратных средств. При этом и врачи, и пациенты получают доступ к материалам медицинских обследования и наблюдений представленные в электронном виде, дистанционно.

Рост систем ДД в последние десятилетия приводит к существенным изменениям традиционной системы здравоохранения в целом. Назовем основные причины.

Во-первых, высокая экономическая эффективность. Оценка мировых дистанционных диагностических центров систем показывает, что ДД обходится в среднем на 30% дешевле традиционных форм обследования и диагностики.

Во-вторых, это использование дорогостоящего оборудования в специализированных лабораториях, ориентированного на узкий профиль специфического исследования. Эти установки должны использоваться с высокой загрузкой, в частности из-за низкой рентабельности, быстрого морального старения, узкопрофильных специалистов, реализующих многократно специфические процессы.

В-третьих, это возможность персонализированного обследования и использования широко доступных интерфейсов, позволяющих диагностировать заболевание, выявлять проблемы со здоровьем на ранних стадиях развития болезни, наблюдать процесс лечения и реабилитации (в системе ДД это требование легко реализуется для работающих в различных сферах профессионалов).

Получение объективной многокритериальной информации о состоянии здоровья населения является дорогостоящим процессом [11,12]. Методики экспресс-оценки состояния здоровья являются менее затратными и результативными при применении средств интеллектуальной поддержки принятия решений. Автоматизированные системы экспресс-оценки состояния здоровья могут применяться в отделениях профилактического осмотра [13, 14]. Их применение позволяет распознавать у человека различных патологических состояний в их ранних бессимптомных стадиях [15]. Экспресс-оценка состояния здоровья может носить общий или специализированный характер. Общая экспресс-оценка состояния здоровья включает в себя несколько различных методик, которые могут быть объединены в блоки по определенным группам показателей или профилям, например, по системам организма (сердечно-сосудистая, нервная и др.). Специализированная экспресс-оценка состояния, также включает в себя несколько методик, по которым оцениваются показатели состояния пациента. Каждая отдельная методика, входящая в общую или специализированную экспресс-оценку, содержит от одного до пяти показателей для оценки состояния здоровья. Показатели здоровья методик определяются количественно в зависимости от первичных данных физического

состояния человека, и переводятся в качественные оценки, выраженные в виде рекомендаций. Количественные и качественные оценки показателей здоровья являются выходными данными для результатов экспресс-оценки состояния здоровья человека, на основе которых выстраиваются рекомендации. Этот набор результатов можно представить как паспорт здоровья человека [16]. Общее заключение по проведенной экспресс-оценке состояния здоровья формируется врачом-специалистом, который ставит диагноз и назначает для пациента комплекс лечебно-профилактических мероприятий. Развитие вычислительной техники и средств автоматизации методики экспресс-оценки состояния здоровья ведет к более широкому их применению.

Внедрены и используются следующие автоматизированные системы экспресс-оценки состояния здоровья человека. Например, экспертная система AI/RHEU [17], система экспресс-диагностики состояния здоровья и трудоспособности человека с использованием современных технологий [18]; информационная система поддержки принятия решений при мониторинге состояния здоровья людей в условиях вредных производств [19]; экспертная система «МОДИС» [20], экспертная система WHEEZE [21]; и другие.

Все эти автоматизированные системы основаны на использовании формализованного медицинского обеспечения и технологий и ориентированы на определённые группы населения на основе выбранных методик. Для выбранных методик разрабатываются алгоритмы обработки информации, таблицы базы данных и т.д.

В работе [22] проведен анализ известных систем оценивания по 6-ти критериям:

1. наличие интеллектуальной поддержки принятия решений при проведении экспресс-оценки состояния здоровья, мониторинга, диспансеризации;
2. система предназначена только для проведения экспресс-оценки оценки состояния здоровья, мониторинга, диспансеризации определенных групп населения;
3. индивидуальный подход к отдельному человеку, т.е. в системе учитываются индивидуальные характеристики отдельного человека без привязки к определенной группе населения при проведении оценки состояния здоровья, мониторинга или диспансеризации;
4. индивидуальный подход к отдельному человеку применительно к проведению экспресс-оценки состояния здоровья, т.е. в системе учитываются индивидуальные характеристики отдельного человека при проведении экспресс-оценки состояния здоровья без привязки к определенной группе населения;
5. формализация методик для проведения экспресс-оценки состояния здоровья человека в виде предметных областей медицинских знаний;
6. наличие в системе базы правил для проведения экспресс-оценки состояния здоровья, мониторинга, диспансеризации (постановка диагноза, выбор курса лечения и т.п.)

Выявлено, что ни одна из рассмотренных 47 автоматизированных систем оценивания не проводится формализация методик в виде предметных областей

медицинских знаний и не учитываются индивидуальные характеристики отдельного человека при проведении экспресс-оценки состояния здоровья. Индивидуальные характеристики отдельного человека при проведении оценки здоровья учитываются частично.

Заключение

Как следует из анализа, в существующих системах недостаточно полно. Только некоторые из систем [23] ориентированы на индивидуальный подход к отдельному пациенту без привязки к некоторой группе населения при проведении диспансеризации. Сказанное позволяет заявлять о необходимости развития системы ДД. При этом важно понимать, что ДД является в системе здравоохранения переходным процессом. При этом процедуры проведения диагностики, анализа данных анамнеза и результатов исследований, отбору и планированию этих исследований ориентированы на фрагментарный подход устранения выявленной локальной проблемы. Эта общая схема, такая же, как и 1000 лет назад статична и ориентирована на сравнение результатов оценки состояния пациента с неким средним эталоном. В алгоритм диагностики не заложен механизм многопоточных изменений различной динамики фазовых состояний органов человека от различных внешних факторов. Такие измерения достаточно сложно проводить в стационарных условиях.

В настоящее время уже существуют технологии принципиально другого способа лечения, и недооценка этого обстоятельства может лишить государственные структуры или корпорации, работающие в смежных с медициной областях стратегического преимущества.

Какова же альтернатива классической системе оказания медицинской помощи и ДД как его новой форме? Это современные технологии персонализированной медицины. Медицина как теоретическая и практическая наука почти всегда развивалась на принципах статичности и изоляции больного от внешнего мира. Последовательно создавались разнообразные стационарные медицинские учреждения (госпитали, клиники, хосписы, реабилитационные центры и пр.). Однако реальный человек всегда находится в разнообразном движении и подвергается различным внешним и внутренним воздействиям. Должно быть очевидным, что и оказание медицинской помощи должно отвечать требованиям динамичной жизни человека в его естественной среде обитания. Необходимо учитывать все деструктивные воздействия на организм человека в реальном режиме времени и его местоположение.

Список литературы

- [1] THE WORLD FACTBOOK [Электронный ресурс] URL: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/life-expectancy-at-birth/country-comparison> (дата обращения: 10.09.2022).
- [2] Приказ Министерства здравоохранения РФ от 24 апреля 2018 г. N 186 «Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины» [Электронный ресурс] URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71847662/#ixzz5XloOVjnc> (дата обращения: 10.09.2022).
- [3] Национальные проекты РФ [Электронный ресурс] URL: <https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/zdravookhranenie> (дата обращения: 10.09.2022).

- [4] Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» [Электронный ресурс] URL: minzdrav.gov.ru (дата обращения: 10.09.2022).
- [5] *Novikov A.M.* (2008). *Postindustrial'noe obrazovanie [Post_Industrial Education]*. Moscow: Egves Publ., 136 pp. (In Russ.)
- [6] *Bolshakov A.A.* Assessment of the Effectiveness of Decision Support in the Application of the Information System for Monitoring the Process of Forming Competences Based on Status Functions / A.A. Bolshakov, I.V. Veshneva // 2018 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering, APEDE 2018, Saratov, 27–28 сентября 2018 года- Saratov: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. – P. 75-82.
- [7] Влияние технологий искусственного интеллекта на длительность описаний результатов компьютерной томографии пациентов с COVID-19 в стационарном звене здравоохранения / С.П. Морозов, А.В. Гаврилов, И.В. Архипов [и др.] // Профилактическая медицина. 2022. Т. 25. № 1. – С. 14-20.
- [8] Возможности информационных систем в прогнозировании исходов новой коронавирусной инфекции COVID-19 / И.В. Демко, Е.Е. Корчагин, О.А. Черкашин [и др.] // Медицинский совет. 2022. Т. 16. № 4. – С. 42-50.
- [9] Комплексная система балльно-рейтинговой оценки знаний иностранных студентов / А.Ю. Беляева, И.В. Вешнева, А.Д. Левицкая [и др.] // Инновации в современном медицинском образовании. – Саратов : Саратовский государственный медицинский университет, 2010. – С. 43-45.
- [10] Региональный регистр детей, нуждающихся в паллиативной помощи (на примере Тюменской области) / В.А. Змановская, Е.П. Тропина, А.В. Шайтарова [и др.] // Российский педиатрический журнал. 2022. Т. 3. № 1. – С. 125.
- [11] Автоматизированная информационная система состояния здоровья иностранных студентов / О.О. Голубятников, В.В. Дубровин, А.Ю. Потлов, С.В. Шутова // Научно-исследовательская деятельность студентов – вклад в науку будущего: материалы I Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Тольятти, 2010. – С. 284.
- [12] *Кобринский Б.А.* Консультативные интеллектуальные медицинские системы: классификации, принципы построения, эффективность // Врач и информационные технологии. 2008. №2. – С. 38-47.
- [13] *Голубятников О.О.* Создание автоматизированной информационной системы оценки состояния здоровья иностранных студентов // Вестник тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов. 2012. №17(4). – С. 1306-1314.
- [14] Система мониторинга здоровья населения в зоне действия промышленных объектов // BreathTechnologies. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа: <http://www.breath.ru/prom-zone.htm> (дата обращения: 10.09.2022).
- [15] *Голубятников О.О.* Экспертная система экспресс-оценки состояния здоровья // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. №48. – С. 102-106.
- [16] *Шаврин Ю.А.* Построение информационной системы ведения паспортов здоровья граждан // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. [Электронный ресурс] URL: www.science-education.ru/109-9362 (дата обращения: 10.09.2022)
- [17] Computer based rheumatology consultant / D.A.B. Lindberg, G.C Sharp, L.C Kingsland, S.M.Weiss, S. P.Hayes , H.Ueno, S. E. Hazelwood // Proceedings of the Third World Conference on Medical Informatics. – 1980. – P. 1311 – 1315
- [18] *Ушаков А.А.* Экспресс-диагностика состояния здоровья и трудоспособности человека с использованием современных технологий // Успехи современного естествознания. 2004. № 2 – С. 77-78.
- [19] *Косткина О.С.* Информационная система поддержки принятия решений при мониторинге состояния здоровья людей в условиях вредных производств: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.10 / Косткина Ольга Сергеевна. Тверь, 2007. – 121 с.
- [20] An expert for diagnostics of various forms of arterial hypertension / N.K. Bokhua,

V.A. Gelovani, O.V. Kovrigin, N.D. Smol'syaninov // Tekh. Kibern. Engineering cybernetics.-1982. Vol. 20 (no. 6). P. 106-111.

- [21] *Smith D.E.* Another look at frames. Rule-Based Expert Systems / D.E. Smith, J.E. Clayton // Reading, Mass.: Addison-Wesley. – 1984. – P. 441 – 452.
- [22] *Голубятников О.О.* Модели и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений при проведении экспресс-оценки состояния здоровья человека : специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Голубятников Олег Олегович. Тамбов, 2016. – 22 с.
- [23] *Крошилин А.В.* Методы и алгоритмы обработки данных медико-технологических процессов для интеллектуальной поддержки принятия решений в системах медицинского назначения: дис. ... доктора техн. наук: 05.11.17 / Крошилин Александр Викторович. Рязань, 2015. – 434 с.