
Оглавление

Предисловие от научных редакторов перевода	8
Предисловие к изданию на английском языке	10
Благодарности	14
Об авторах	15
Список сокращений и условных обозначений	17
Глава 1. Необходима ли цифровая трансформация?	21
Рассматривая доказательства эффективности	23
Эпизодическое медицинское обслуживание часто оказывается недостаточным	28
Диагностические ошибки, неадекватная инфраструктура	29
Цифровое здравоохранение в период кризиса	31
Литература	33
Глава 2. Достоинства и ограничения телемедицины, «больницы на дому» и удаленного мониторинга пациентов ...	35
Стремительное развитие телемедицины	36
Принятие обоснованных решений в области телемедицины	41
Изучение научных данных	43
Ограничения и трудности в телемедицине	48
Удаленный мониторинг пациентов	50
«Больница на дому»	56
Литература	65
Глава 3. Цифровая атака на COVID-19	68
Разработка лучших инструментов прогнозирования и диагностики	69
Наращивание базы знаний	74
Холистический подход к пандемии	76

Коалиция здравоохранения COVID-19	78
Литература	80

Глава 4. Вступление в эпоху больших данных и искусственного интеллекта в медицине 82

Диабет	83
Сердечно-сосудистые заболевания	84
Рак	90
Гастроэнтерология	93
Психиатрия	95
Когда корреляция предполагает причинность	100
Будущее за продвинутой аналитикой	102
В ответ на критику	103
Литература	106

Глава 5. Знакомство с инструментарием искусственного интеллекта/машинного обучения 109

Здание на прочном фундаменте	110
Искусственные нейронные сети	112
Алгоритм случайного леса	113
Градиентный бустинг	115
Кластеризация	119
Линейная и логистическая регрессия	123
Эффективное использование инструментов искусственного интеллекта/машинного обучения	126
Можно ли воссоздать реальность с помощью компьютерных моделей?	129
Литература	135

Глава 6. Трансформирующее влияние речевых технологий 137

Обработка естественного языка: сильные и слабые стороны ...	138
Использование технологии распознавания голоса для усовершенствования диагностического процесса	141
Речевые технологии для использования пациентами	145
Борьба с недостоверной информацией с помощью правды и доверия	148
Литература	153

Глава 7. Обеспечивая будущее цифрового здравоохранения	155
Комплексный анализ рисков	156
Предотвращение кибератак	160
Понимание основных мер предосторожности	161
Хакеры тоже проводят комплексную проверку	166
Остерегайтесь «Интернета медицинских вещей»	169
Литература	171
Глава 8. Цифровая трансформация глобального здравоохранения ...	173
Удовлетворение потребностей стран с ограниченными ресурсами	179
Цифровую трансформацию здравоохранения не остановить ...	181
Литература	183
Предметный указатель	185

Глава 1

Необходима ли цифровая трансформация?

В США расходы на здравоохранение выросли с 74,6 млрд долларов в 1970 г. до 3,5 трлн долларов в 2017 г. Большинство экономистов в области здравоохранения согласны с тем, что такой резкий рост расходов является неоправданным [1]. Пока мы пишем эту главу, прогнозы на 2020 г. не слишком обнадеживают: Исследовательский институт здравоохранения PwC прогнозирует, что в 2020 г. чистый рост медицинских расходов составит 5% [2]. Можно было бы ожидать исключительного качества и результатов оказания медицинской помощи по такой цене, но система здравоохранения США занимает последнее место среди 11 стран с высоким уровнем дохода, но более высокими показателями заболеваемости и смертности от предотвратимых причин [3]. Причины такого несоответствия между затратами и качеством медицинской помощи требуют глубокого анализа, который выходит за рамки данной книги. Наша главная цель — изучить роль информационных технологий и возможное влияние цифровых решений на этот кризис системы здравоохранения.

В этом контексте поучительно рассмотреть одно из потенциальных решений, обсуждаемых в отчете компании PwC («ПрайсуотерхаусКуперс», PricewaterhouseCoopers):

«Работодатели и организации, покрывающие расходы на медицинскую помощь, будут побуждать людей к выбору менее затратных вариантов ее оказания. Планы медицинского страхования стимулируют участников выбирать амбулаторные медицинские кабинеты и уход на дому, а не более дорогие стационары с комплексными услугами. От того, как организована система льгот, и от того, как работники воспринимают затраты на страхование, будет зависеть эффективность стратегий, связанных с местом оказания медицинской помощи. Работодатели и организации, покрывающие расходы на медицинское обслуживание, стремятся повысить роль телемедицины по мере того, как их сотрудники все больше привыкают к ней, особенно если расходы на оплату услуг меньше, а качество и уровень обслуживания не страдают» [2]. Отчет компании PwC был подготовлен до того, как пандемия COVID-19 нарушила глобальную экосистему здравоохранения. Возникшие изменения представили телемедицину и другие формы удаленного медицинского обслуживания в совершенно ином свете.

Чтобы ответить на вопрос, необходима ли цифровая трансформация, мы рассмотрим следующие аспекты:

- Эффективны ли инициативы в области цифрового здравоохранения?
- Отвечает ли эпизодическая медицинская помощь потребностям пациентов?
- Как удовлетворяются потребности в медицинском обслуживании в странах с недостаточно оптимальной инфраструктурой здравоохранения?
- Нужна ли нам цифровая система поддержки принятия клинических решений для решения проблемы эпидемии диагностических ошибок?
- Потребует ли пандемия COVID-19 большего количества онлайн-решений?

Рассматривая доказательства эффективности

Данные, подтверждающие экономическую эффективность цифровых систем, таких, как телемедицина, программы «больница на дому», удаленный мониторинг состояния здоровья пациента и мобильные приложения для поддержания здоровья, неоднозначны. Анализ за 2013 г. показал, что средняя стоимость очного приема в отделении неотложной помощи (ОНП) для пациентов с частной страховкой составляет от 136 до 176 долларов США, в то время как аналогичная телемедицинская консультация стоит от 40 до 50 долларов США [4]. Еще более недавний анализ показал, что уход за пациентами после плановых операций с использованием телемедицинских технологий также требует меньше затрат. Проведенная в Индии оценка эффективности и стоимости удаленного мониторинга после нейрохирургических операций у 1200 пациентов в течение 52 мес показала, что удаленный мониторинг был более эффективным и менее дорогостоящим по сравнению с очным. Отчасти эти результаты объясняются тем, что пациентам не нужно было ехать в медицинское учреждение для получения медицинской помощи [5]. Мобильные технологии сопровождения пациентов с диабетом 2-го типа также были признаны экономически эффективными по результатам систематического обзора 23 исследований, проведенных в 2020 г. Однако Ринальди и соавторы (Rinaldi et al.) предупреждают: «Стоимость услуг mHealth существенно различалась в зависимости от типа и комбинации используемых технологий...» [6].

С другой стороны, результаты одного из самых масштабных анализов деятельности компаний, оказывающих цифровые медицинские услуги, показали, что их услуги еще не оказали «существенного влияния на бремя заболеваний или затрат в системе здравоохранения США» среди пациентов с распространенными заболеваниями, требующими больших затрат [7]. Сафави и соавторы (Safavi et al.) изучали работу поставщиков цифровых медицинских услуг, таких как компания Jawbone, поставляющая био-

сенсоры для пациентов; компания Health Catalyst, занимающаяся медицинской аналитикой и предоставляющая услуги больницам; компания Weltok, предлагающая услуги в области организации здравоохранения; компания Sharecare, которая ориентирована на вовлечение пациента в заботу о собственном здоровье; телемедицинская служба Accolade и социальная сеть для врачей Doximity.

Отсутствие значимого влияния на клинические исходы или стоимость при анализе 104 исследований можно объяснить «грехом упущения». Только в 27,9% исследований рассматривались состояния, связанные с высокими затратами, и ни в одном из исследований не оценивались затраты на них. Таким образом, нельзя делать вывод о том, что 20 ведущих компаний в области цифрового здравоохранения не влияют на эффективность затрат. Можно лишь сказать, что мы еще не знаем, какое влияние они оказывают, поскольку исследователи не оценивали нужные для этого показатели. Другими словами, отсутствие доказательств не эквивалентно доказательству отсутствия эффекта. Меры, предлагаемые этими и многими другими поставщиками медицинских услуг, способны улучшить клинические результаты и снизить затраты, поскольку они улучшают координацию медицинской помощи, повышают вовлеченность пациентов, предлагают эффективные идеи для расширенного анализа данных и многое другое.

Систематический обзор 39 исследований, проведенных в 19 странах, в котором изучали использование только мобильных устройств для медицинского обслуживания, позволил сделать вывод о том, что сервисы mHealth являются экономически эффективными, экономически выгодными или позволяют снизить затраты [8]. В ходе этого анализа был рассмотрен широкий спектр цифровых решений, как показано на рис. 1.1. Среди 34 исследований, в которых оценивались программы mHealth в странах с высоким уровнем дохода и с уровнем дохода выше среднего, 70,6% отметили снижение затрат. Результаты исследований в 5 странах с доходами ниже среднего уровня и с низкими доходами также свидетельствовали о снижении затрат. В подавляю-

Тип	Описание возможностей приложения	Примеры воздействий
Коммуникация для изменения поведения (BCC) или социальная коммуникация для изменения социального поведения (SBCC)	Предоставляет медицинскую информацию и сообщения с целью изменения поведения пациентом или группой населения, оказывает помощь в установлении связей между людьми и медицинскими услугами. Содержание сообщения может увеличить осведомленность людей или повлиять на их отношение к здоровью и поведению	<ul style="list-style-type: none">• Напоминания о назначенных мероприятиях.• Поддержка выполнения рекомендаций по лечению.• Мобилизация локальных медицинских служб.• Повышение осведомленности, обучение.• Приложения для самопомощи
Информационные системы/системы для сбора данных	Повысить скорость, надежность, качество и точность данных, собранных с помощью компьютерных технологий и отправляемых на различные уровни системы здравоохранения (район, штат, страна) для более быстрого анализа по сравнению с системой бумажной документации	<ul style="list-style-type: none">• Сбор данных и отчеты о состоянии здоровья пациентов и предоставлении услуг.• Электронные медицинские карты (ЭМК).• Реестры, отслеживание жизненно важных событий, эпиднадзор и обследования домохозяйств
Логистика/управление поставками	Помощь в отслеживании и управлении поставками, предотвращении дефицита и облегчение обслуживания оборудования. Передача информации от учреждений здравоохранения нижнего уровня в учреждения более высокого уровня	<ul style="list-style-type: none">• Обеспечить наличие лекарств и расходных материалов
Оказание услуг	Поддержка принятия медицинскими работниками решений в диагностике, профилактике, лечении и направлении пациентов к специалистам. Помощь пациентам в принятии решений	<ul style="list-style-type: none">• Электронная поддержка принятия решений, портативные устройства, проверочные (чек) листы, диагностические инструменты, алгоритмы лечения.• Улучшение взаимодействия: врач-врач, врач-пациент (уведомление о результатах анализов, последующее наблюдение)
Финансовые операции и меры поощрения	Улучшение доступа к медицинским услугам, ускорение платежей поставщикам и медицинским службам, а также снижение использования наличных средств для оплаты операционных расходов	<ul style="list-style-type: none">• Пополнение счета/перевод/вывод денежных средств, сберегательные счета и страхование.• Поощрения, зависящие от результатов деятельности, ваучеры на услуги (например, планирование семьи и ведение беременности)
Развитие и поддержка персонала	Содействие в подготовке и обучении, планирование работы поставщиков и составление графика поставок, вспомогательный надзор и управление кадровыми ресурсами	<ul style="list-style-type: none">• Обучение и сохранение медицинских кадров, предоставление возможности обучения
Примечание. Приводится с изменениями по материалам Global Health Learning Center mHealth Basics. USAID (2014) и mHealth Compendium (2015) doi: 10.1371/journal.pone.0170581.1001		

Рис. 1.1. Использование мобильных устройств для медицинского обслуживания. Варианты цифровых технологий медицинской помощи, доступные врачам и пациентам, включают базовые инструменты, такие как напоминания о посещении врача, и более совершенные системы, обеспечивающие поддержку принятия клинических решений. (Источник: Iribarren S.J., Cato K., Falzon L., Stone P.W. What is the economic evidence for mHealth? A systematic review of economic evaluations of mHealth solutions // PLOS ONE. 2017. Vol. 12. e0170581. doi:10.1371/journal.pone.0170581 [8])

щем большинстве случаев, рассмотренных в этих 39 исследованиях, использовались коммуникационные подходы, направленные на изменение поведения, с высокой частотой приносявшие положительные результаты. Они включали программы, направленные на увеличение вовлеченности и лучшее соблюдение медицинских рекомендаций пациентами. Наиболее часто используемым средством общения были SMS-сообщения, которые отправляли в качестве напоминаний о приеме и информационной поддержки пациентов, а также для проведения опросов и сбора данных. Среди исследований, в которых рассматривалось использование SMS, 4 были посвящены лечению или профилактике диабета, и во всех четырех случаях их использование было признано экономически эффективным.

Некоторые исследователи проанализировали доказательные данные в пользу телемедицинских услуг. При интерпретации этих данных возникает та же проблема, что и при интерпретации результатов клинических исследований, а именно: универсальных решений не существует. Например, в контролируемых исследованиях, изучающих эффективность протокола лечения сердечно-сосудистых заболеваний, результаты могут свидетельствовать о неэффективности лекарственного препарата или вмешательства в образ жизни во всей популяции пациентов, но это не исключает его ценности в определенных подгруппах. Аналогичным образом, при анализе телемедицинских услуг возникает соблазн объединить все услуги вместе или рассматривать различные когорты пациентов как одну однородную группу. Но гораздо более вероятно, что польза или вред телемедицины будут зависеть от типа заболевания, его тяжести, используемых средств связи, типа телемедицинской услуги — асинхронной или синхронной, от законодательства, регулирующего взаимодействие пациента и врача, а также от того, предлагались ли услуги в виде телеконсультации непосредственно пациентам или другим врачам. Например, было показано, что телеконсультации обеспечивают лучший контроль астмы и качество жизни пациентов по сравнению с обычным лечением. Однако в единичных случаях средства

телемедицинской помощи не смогли повысить контроль над астмой [9]. Или, например, вариант удаленного обслуживания, при котором медсестры связывались с пациентами по телефону, был не более эффективным по сравнению с личным обращением пациента в клинику. С другой стороны, сочетание телемедицинских услуг с другими подходами было признано полезным. Например, использование онлайн-опросника для самоконтроля симптомов астмы.

Веб-анкета с обратной связью от врачей в сочетании с еженедельной оценкой функции легких, которая побуждала к посещению врача при необходимости, позволили улучшить контроль над астмой. Точно так же положительные результаты дало приложение, позволяющее пациентам отслеживать симптомы, в сочетании с двусторонней передачей текстовых сообщений и ведением дневника приема лекарств. Более подробный обзор фактических данных из области телемедицины приведен в главе 5.

Существуют также данные, свидетельствующие о клинической и экономической эффективности программ «больница на дому». Брюс Лефф (Bruce Leff), MD, из больницы Джона Хопкинса, провел множество революционных исследований в этой области. Брюс Лефф и его коллеги оценивали программы помощи на дому, предоставляемые медицинской службой обслуживания ветеранов и тремя системами национальной программы медицинского страхования. По данным от 455 пожилых пациентов, были обнаружены положительные эффекты: «У тех из них, кто получал лечение в формате “больница на дому”, продолжительность лечения была меньше (3,2 дня в сравнении с 4,9 дня) ($P = 0,004$), и были некоторые свидетельства того, что у них также было меньше осложнений. Средняя стоимость лечения в формате “больница на дому” была ниже, чем при лечении в стационаре (\$5,081 по сравнению с \$7,480) ($P < 0,001$)» [10]. Клиника Майо и несколько других крупных медицинских организаций в настоящее время исследуют подобные модели, мы подробно обсудим их в главе 5.

Эпизодическое медицинское обслуживание часто оказывается недостаточным

Синдром «белого халата» — тенденция к выявлению у пациентов повышенного артериального давления (АД) только во время визита к врачу — иллюстрирует проблему, которая пронизывает всю экосистему здравоохранения. Любой признак или симптом, проявляющийся у пациента во время врачебного осмотра или посещения клиники, может оказаться случайным и не связанным с его основным заболеванием. К сожалению, это явление касается не только АД, но и других общих показателей: была зарегистрирована гипергликемия, вызванная синдромом «белого халата» [11]. И поскольку психосоциальный стресс, вероятно, является одной из причин таких реакций, вероятно, также существуют гиперхолестеринемия «белого халата», приступы астмы и множество других состояний, которые провоцируются гормонами стресса. И наоборот, любые нормальные результаты физического осмотра или лабораторных исследований не обязательно означают, что пациент здоров.

Общим знаменателем во всех этих сценариях является эпизодическое медицинское обслуживание. В таких ситуациях врачи выносят суждение о состоянии здоровья пациента на основе дискретных данных, которые могут вводить в заблуждение. Учитывая финансовые ограничения и стимулы, существующие сегодня в здравоохранении, это был единственный приемлемый вариант — до нынешнего момента. С появлением виртуального ухода и удаленного мониторинга пациентов (УМП) сбор долгосрочных данных по многим клиническим параметрам перестал быть недоступным. Такой постоянный онлайн-поток данных может быть включен в алгоритмы прогнозной аналитики, которые помогут выявить пациентов с высоким риском. Некоторые авторитетные специалисты называют эту смену приоритетов переходом от эпизодического ухода к уходу по жизненным показаниям. Джуди Мерфи, дипломированная медсестра, главный специалист

по работе с медсестрами в IBM Global Healthcare, отмечает, что использование данных ДМП позволяет врачам выявлять пациентов, которым наиболее вероятно потребуется неотложная помощь. Она обнаружила, что значительное число пациентов готовы взаимодействовать с системой здравоохранения посредством порталов для пациентов и других ресурсов, но в отношении остальных пациентов «здравоохранение должно проанализировать имеющиеся данные и вовлечь людей из группы риска, прежде чем они пополнят небольшую когорту пациентов в критическом состоянии, с которой связано увеличение расходов» [12].

Такое взаимодействие с пациентами с помощью цифровых технологий — будущее здравоохранения. Ни один ответственный врач не вынесет заключение о хорошем метаболическом контроле у пациента с диабетом на основании единственного значения концентрации глюкозы в крови, тем не менее, именно такой подход мы зачастую используем, когда в результате рутинной оценки показателей метаболизма выясняется, что холестерин липопротеинов низкой плотности, кальций сыворотки крови, количество лейкоцитов или АД и многие другие показатели находятся «в пределах референсного диапазона». Теперь у нас есть технология, позволяющая выйти за рамки этого устаревшего подхода. Эта технология позволяет нам выявлять долгосрочные тенденции изменения показателей состояния здоровья пациентов. В качестве примера: данные о систолическом кровяном давлении за длительный период времени позволили установить связь этого показателя с риском сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов [13].

Диагностические ошибки, неадекватная инфраструктура

Эпидемия диагностических ошибок, существующая в медицине, также требует внедрения цифровой трансформации. В нашей предыдущей книге, *Reinventing Clinical Decision Support* [14] (Изобретая заново средства поддержки принятия клинических

решений), мы привели статистику по этой проблеме. В отчете Национальной академии медицины за 2015 г. отмечается, что около 5% взрослых амбулаторных пациентов в США ежегодно сталкиваются с диагностическими ошибками [15]. В том же отчете указано, что диагностические ошибки связаны примерно с 1 из 10 случаев смерти пациентов, вызывают до 17% нежелательных явлений в больницах и ежегодно затрагивают примерно 12 млн взрослых пациентов в амбулаторных условиях, то есть 1 из 20 американцев. Согласно данным, которые приводит Сингх (Singh), около половины диагностических ошибок могут быть опасными [16]. Среди 850 000 летальных исходов пациентов в США за год приблизительно в 71 400 случаях (8%) не было диагностировано основное заболевание.

Перечень причин, приводящих к возникновению диагностических ошибок, длинный и включает следующие факторы:

- невозможность взаимодействия с организацией, предоставляющей медицинские услуги, или участия в диагностическом процессе для пациентов (игнорирование вклада пациента в определение признаков и симптомов);
- неадекватный сбор анамнеза;
- недостаток знаний у клиницистов;
- неверная интерпретация медицинской информации (например, когнитивные ошибки и предвзятость);
- неспособность интегрировать собранную медицинскую информацию в правдоподобную диагностическую гипотезу (например, когнитивные ошибки и предвзятость).

Многие из этих проблем можно решить с помощью систем поддержки принятия клинических решений (CDSS — Clinical Decision Support System¹) и машинного обучения (МО), о чем мы поговорим в последующих главах.

¹ В нашей стране часто используется термин «системы поддержки принятия врачебных решений» — СППВР. В международной литературе в силу высокой роли среднего медперсонала в лечебно-диагностическом процессе данный термин не ограничен только врачами, поэтому используется слово «клинических», а не «врачебных» решений — что является более корректным и соответствующим текущей ситуации в здравоохранении. (*Примеч. ред.*)

Плохо выстроенная инфраструктура здравоохранения во многих странах является еще одной причиной для обращения к цифровым решениям. В Китае, например, немногие пациенты имеют доступ к врачам общей практики, а специалисты и поликлиники при больницах перегружены пациентами, которые на самом деле не нуждаются в специализированной помощи. Часть усилий этой страны по обновлению экосистемы здравоохранения включает внедрение инициативы цифрового здравоохранения под названием Ping An Good Doctor, в которой зарегистрированы более 300 млн граждан. Система Ping An предлагает услуги телемедицины, сотрудничая с местными органами власти и сельскими клиниками для удовлетворения потребностей жителей.

Цифровое здравоохранение в период кризиса

На момент подготовки этой книги в печать пандемия COVID-19 остается, пожалуй, самой убедительной причиной для изучения возможностей цифровой трансформации здравоохранения. Этот международный кризис заставил руководство, поставщиков медицинских услуг, врачей и пациентов пересмотреть необходимость очных консультаций, что сделало телемедицину, услуги по уходу на дому и удаленный мониторинг состояния пациента не только привлекательными, но и во многих случаях спасательными. Таким образом, хотя опубликованные данные о клинической и экономической эффективности таких услуг на сегодняшний день остаются неоднозначными, глобальная угроза пандемии привела к проведению стихийного всемирного эксперимента, который в конечном итоге определит достоинства цифрового здравоохранения.

Во время пандемии цифровые инструменты могут выполнять несколько функций. Для тех, кто следит за своим здоровьем и интересуется, есть ли у них ранние признаки и симптомы инфекции, объективные данные могут предоставить устройства

удаленного мониторинга, включая цифровой термометр и пульсоксиметр, которые помогут определить необходимость обращения к медицинскому работнику, в том числе за неотложной помощью. Небольшое повышение температуры или сатурация SpO_2 ниже 93% могут быть поводом для беспокойства. Как минимум, эта информация может быть использована в телефонном разговоре с медицинским работником и поможет определить необходимость дальнейших действий. Кроме того, устройства удаленного мониторинга можно использовать во время телемедицинского визита в качестве ориентира для диагностических заключений врача. У взрослых пациентов с вызванной COVID-19 пневмонией значения SpO_2 могут быть на уровне или ниже 93% даже при отсутствии одышки [17]. Наконец, онлайн-сервисы могут помочь в отслеживании контактов во время пандемии. После выявления пациента с положительной реакцией на COVID сотрудники органов здравоохранения и волонтеры во многих населенных пунктах просят пациента предоставить список лиц, с которыми он находился в близком контакте. Затем с этими людьми связываются и инструктируют их о необходимости самоизоляции до тех пор, пока их контакты с другими людьми не станут безопасными. В штате Массачусетс в экспериментальном порядке внедряется автоматизированная система оповещения о контакте с инфицированными, дополняющая существующую локальную систему отслеживания контактов вручную. В этой инициативе примут участие многочисленные заинтересованные стороны, включая Департамент общественного здравоохранения штата Массачусетс, корпорацию MITRE, клинику Майо, Массачусетский технологический институт, Google и Apple. В главе 3 будет более подробно рассмотрено значение таких цифровых сервисов для выявления и контроля COVID-19.

Цифровые медицинские решения, возможно, не являются панацеей, как предполагают некоторые чрезмерно восторженные сторонники и предприниматели, но факты свидетельствуют о том, что они должны стать важной частью экосистемы здравоохранения. Предположительные данные, подтверждающие их клиническую и экономическую эффективность, в сочетании с недостат-

ками эпизодического медицинского обслуживания, 12–18 млн диагностических ошибок каждый год и угрожающими жизни рисками, связанными с COVID-19, требуют, чтобы мы отказались от стремления сохранять статус-кво, которое сдерживало инновации в течение стольких десятилетий.

Литература

1. Belmonte A. America's 'inefficient' health care system is driving fiscal instability: Powell. Yahoo Finance. Feb 26, 2019. <https://finance.yahoo.com/news/america-health-care-system-unsustainable-171558952.html>
2. PwC Health Research Institute. Medical cost trend: behind the numbers 2020. June 2019. <https://www.pwc.com/us/en/industries/health-industries/assets/pwc-hri-behind-the-numbers-2020.pdf>
3. Schneider E.C., Squires D. From last to first — could the U.S. healthcare system become the best in the world? // The Commonwealth Fund. July 17, 2017. https://www.commonwealthfund.org/publications/journal-article/2017/jul/last-first-could-us-health-care-system-become-best-world?redirect_source=/publications/in-brief/2017/jul/last-to-first-could-us-health-system-become-best-in-world
4. Yamamoto D.H. Assessment of the feasibility and cost of replacing in-person care with acute care telehealth services // Red Quill Consulting. 2014. <http://connectwithcare.org/wp-content/uploads/2014/12/Medicare-Acute-Care-Telehealth-Feasibility.pdf>
5. Thakar S., Rajagopal N., Mani S. et al. Comparison of telemedicine with in-person care for follow-up after elective neurosurgery: results of a cost-effectiveness analysis of 1200 patients using patient-perceived utility scores // Neurosurg. Focus. 2018. Vol. 44. E17.
6. Rinaldi G., Hijazi A., Haghparast-Bidgoli H. Cost and cost-effectiveness of mHealth interventions for the prevention and control of type 2 diabetes mellitus: a systematic review // Diabetes Res. Clin. Pract. 2020. Vol. 162. P. 108084.
7. Safavi K., Mathews S.C., Bates D.W. et al. Top-funded digital health companies and their impact on high-burden, high-cost conditions // Health Affairs. 2019. Vol. 38. P. 115–123.
8. Iribarren S.J., Cato K., Falzon L., Stone P.W. What is the economic evidence for mHealth? A systematic review of economic evaluations of mHealth solutions // PLOS ONE. 2017. Vol. 12. e0170581. doi:10.1371/journal.pone.0170581
9. Portnoy J.M., Wu A.C. Is telemedicine as effective as usual care? // J. Allergy Clin. Immunol. Pract. 2019. Vol. 7. P. 217–218.

10. Leff B., Burton L., Mader S.L. et al. Hospital at home: feasibility and outcomes of a program to provide hospital-level care at home for acutely ill older patients // *Ann. Intern. Med.* 2005. Vol. 143. P. 798–808.
11. Benmoussa J., Clarke M., Bloomfield D. White coat hyperglycemia: the forgotten syndrome // *J. Clin. Med. Res.* 2016, Aug. Vol. 8, N 8. P. 567–568.
12. Muoio D. Healthcare is moving from episodic to “life-based care.” // *Healthcare IT News*. March 5, 2018. <https://www.healthcareitnews.com/news/healthcare-moving-episodic-life-based-care>
13. Petruski-Ivleva N., Viera A.J., Shimbo D. et al. Longitudinal patterns of change in systolic blood pressure and incidence of cardiovascular disease the atherosclerosis risk in communities study // *Hypertension*. 2016. Vol. 67. P. 1150–1156.
14. Cerrato P., Halamka J. *Reinventing Clinical Decision Support: Data Analytics, Artificial Intelligence, and Diagnostic Reasoning*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor and Francis Group, 2020.
15. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Improving Diagnosis in Health Care*. Washington, DC: National Academies Press, 2015.
16. Singh H. Editorial: Helping health care organizations to define diagnostic errors as missed opportunities in diagnosis. // *Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.* 2014. Vol. 40, N 3. P. 99–101.
17. World Health Organization. *Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected: interim guidance*. March 5, 2020. <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/clinical-management-of-novel-cov.pdf>. Accessed May 6, 2020.