

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ: ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, ОБРАБОТКА И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ (ОБЗОР)

DOI: 10.17691/stm2018.10.3.26

УДК 004.9

Поступила 22.10.2017 г.



А.Б. Кузнецов, к.м.н., ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии;
А.С. Мухин, д.м.н., профессор, зав. кафедрой хирургии;
И.С. Симулис, к.м.н., ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии;
Л.А. Щегольков, к.м.н., ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии;
Г.А. Бояринов, д.м.н., профессор, зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии

Приволжский исследовательский медицинский университет, Н. Новгород, 603005,
пл. Минина и Пожарского, 10/1

Атаки хакеров на информационные ресурсы клиник Великобритании, Бельгии, Литвы, клинических и биохимических лабораторий России и Беларуси в 2017 г., а также отказ руководителей 199 немецких больниц использовать современные компьютерные информационные технологии в 2016 г. побудили исследовать вопрос компьютеризации медицинских учреждений.

Необходимость использования компьютерных информационных технологий не вызывает сомнений, однако в настоящее время применение их в клинической практике связано с рядом проблем. Кроме того, увеличивается объем клинических данных, при этом часть информации не анализируется, что чревато фатальными ошибками.

В обзоре описаны проблемы внедрения, использования и защиты компьютерных технологий, без решения которых эти технологии не могут эффективно работать в системе здравоохранения: совместимость аппаратных платформ, восприятие и интерпретация рукописного текста, трактовка медицинских терминов, формализация и стандартизация текста, создание электронных медицинских записей, разработка электронных медицинских карт и баз данных, персонализация и защита информации.

Ключевые слова: информационные технологии в медицине; компьютерные технологии в здравоохранении; защита информационных данных.

Как цитировать: Kuznetsov A.B., Mukhin A.S., Simutis I.S., Shchegolkov L.A., Boyarinov G.A. Information technology in health care: information retrieval, processing and protection (review). *Sovremennyye tehnologii v medicine* 2018; 10(3): 213–224, <https://doi.org/10.17691/stm2018.10.3.26>

English

Information Technology in Health Care: Information Retrieval, Processing and Protection (Review)

A.B. Kuznetsov, MD, PhD, Assistant, Department of Anesthesiology and Resuscitation;
A.S. Mukhin, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Surgery;
I.S. Simutis, MD, PhD, Assistant, Department of Anesthesiology and Resuscitation;
L.A. Shchegolkov, MD, PhD, Assistant, Department of Anesthesiology and Resuscitation;
G.A. Boyarinov, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Anesthesiology and Resuscitation

Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005, Russia

Hacker attacks on information resources in clinics of the UK, Belgium, Lithuania, clinical and biochemical laboratories in Russia and Belarus in 2017 as well as the refusal of 199 German hospital managers to use modern computer information technologies in 2016 gave an impetus to investigate the issue of computerization in health-care facilities.

The need for using computer information technology is unchallengeable, though its current use in clinical practice is associated with a number of problems. Besides, the amount of clinical data is increasing, while some information remains unanalyzed posing risks of fatal errors.

This review describes the problems of computer technology implementation, use, and protection. To make computer technology work

Для контактов: Кузнецов Александр Борисович, e-mail: albor1954@yandex.ru

effectively in the health care system, we have to deal with the following problems: architecture compatibility, perception and interpretation of handwritten text, interpretation of medical terms, text formalization and standardization, creation of electronic medical notes, development of electronic medical records and databases, personalization and protection of information.

Key words: information technologies in medicine; computer technologies in health care; data protection.

Введение

Развитие высоких медицинских технологий приводит к увеличению потока цифровой информации в лечебных учреждениях, при этом часть данных не анализируется, что чревато фатальными последствиями [1, 2].

В информатике организм человека понимается как сложная иерархическая саморегулирующаяся система, а критические ситуации рассматриваются в виде одновременного действия множества факторов с возможным эффектом, и это непросто описать математически [3–9].

Необходимость использования компьютерных технологий не вызывает сомнений. Так, в настоящее время 88% медицинских работников используют смартфоны для связи друг с другом, получения распоряжений, интерпретации лабораторных анализов, математических вычислений [10–13]. Однако повсеместное применение компьютерных технологий затруднено вследствие большого количества возникающих проблем [14–34].

Проблема совместимости аппаратных платформ. Аппаратная платформа компьютера (архитектура) включает программы управления ядром микропроцессора и набор команд. Аппаратные платформы отличаются наполнением и программными компонентами. Диссонанс работы аппаратных платформ обусловлен различием кодов, моделей процессоров, разрядности, материнских плат, языков программирования, собственно программ. Согласование функций программного обеспечения более чем на одной аппаратной платформе является непростой, не решенной полностью задачей. У одного разработчика часто несовместимы многие программы разных операционных систем, внутри одной операционной системы встречаются 32-битные и 64-битные версии. Для решения проблем совместимости требуется создание вспомогательных программ-мостиков, их разработчик должен четко понимать возможности действующего и нового оборудования, полные характеристики которого не всегда раскрываются производителем. Время создания программ-мостиков равно или превышает срок приобретения более современного оборудования — в результате проблема циклируется [22, 35].

Проблема восприятия и интерпретации текста компьютером. Массив медицинской информации обычно хранится на бумажных носителях. Их замена на электронные копии блокируется неравномерным

развитием компьютерной инфраструктуры в каждом отдельном медицинском учреждении, неоднородностью компьютерных знаний у их работников, административным сдерживанием.

В естественной речи слово или фраза могут иметь более чем одно значение [30, 36]. В контексте они легко осмысливаются человеком; в ряде культур (Китай, Япония, Монголия) контекст является одной из основных особенностей речи. Для компьютера такая ситуация неприемлема, поэтому непонимание начинается уже на стадии восприятия текста компьютером. Автоматизированные методы обработки естественного языка пока сложны структурно, малоэффективны, в лучшем случае совместимы лишь со стандартизированными электронными медицинскими записями [37]. Компьютерной программе требуются громоздкие дедуктивные, «додумывающие» приложения, по объему нередко превышающие основную программу.

Трудной задачей является точная трактовка синонимов, омонимов, аббревиатур, неологизмов, поскольку от выбранного компьютерной программой значения зависит верная интерпретация текста [38–42]. Многие медицинские термины также неоднозначны, автоматически идентифицировать большинство из них компьютерная программа не может [43–46]. Незаполненные текстовые поля, почерк врача, нестандартные комбинации слов, выражений усугубляют проблему. Даже читабельные медицинские тексты не могут быть подвергнуты автоматической обработке, необходима ручная адаптация, что требует времени и подготовленных специалистов [47–50].

Проблема формализации текста. Формализация (архетипизация) является очень трудоемким ручным процессом, поскольку автоматизировать абсолютно точную передачу данных в компьютерную программу невозможно [51]. Компьютерная программа не способна, например, понять, что слово «образование» в зависимости от контекста может иметь разный смысл: физический (образование электрона), педагогический (образование высшее, среднее, начальное). Кроме того, она не учитывает подтекст, не использует предыдущий текст для решения текущей задачи, когда неоднозначное выражение (др.-греч. ἀφαορά — выражение, восхождение) имеет отношение к более раннему высказыванию (лат. antecedens — предшествующий). Анафорическо-антецедентные сочетания плохо совместимы с компьютерными языками, требуют специальных семантических (гр. *semantikos* — значащий) программ-мостиков), жесткой фиксации кореферент-

ных анафорическо-антецедентных сочетаний [52]. Для формализация медицинских выражений необходимо создание нового профессионального языка медицинских работников, который бы полностью понимала компьютерная программа.

Унифицированный язык медицинских систем UMLS (Unified Medical Language System), разработанный Национальной медицинской библиотекой США, сложен структурно, громоздок, проблематичен в практическом использовании [53].

Проблема стандартизации текста. Стандартизация понятий естественного языка — еще одна нерешенная задача [54–56]. Так, например, из-за языкового различия усложняется принятие единых международных терминологических стандартов. Даже в традиционной бумажной форме стандартизация ведется не везде. E.E. Wijdikс [57] установил, что рекомендации по определению смерти головного мозга есть у 70 (88%) из 80 стран, стандарты по трансплантации органов — у 55 (69%).

Компьютерной программе для точного восприятия раздробленных (часть/целое) данных требуется установить множество отношений между частями целого, а также иметь обширные знания в конкретной предметной области [58, 59]. Компьютер успешно справляется с табличными структурированными данными (бланки заказов лекарственных препаратов, массивы лабораторных показателей), однако обработка данных неструктурированных, текстовых, на разных естественных языках невозможна без многочисленных, часто несовместимых между собой программ-мостиков, более сложных, чем основная программа [60].

Проблема стандартизации осложняется еще и тем, что группы ученых создают специализированный язык, упрощающий их общение в узком коллективе. Это образует барьеры не только для компьютерных программ, но и для коллег, даже если они работают в одной организации [61].

Проблема создания электронных медицинских записей. Существующие методы автоматической обработки текста неспособны формировать понятные компьютерной программе записи [25, 62]. Однако формализованная, стандартизированная запись является основой электронной медицинской карты [63]. Разработка программ автоматической обработки электронных медицинских записей, а также небольших административных, лабораторных, клинических баз данных может значительно упростить диагностический и лечебный процессы, но создание таких продуктов — чрезвычайно дорогая, трудоемкая задача [64–67].

Компьютерные технологии произвели революцию в медицинской визуализации (таблица, график, рисунок), решили проблемы создания, получения, архивирования, хранения, обмена качественных изображений-сканов, повысили значимость электронной медицинской записи [68, 69]. Однако около 80% ин-

формации не может быть подвергнуто автоматизированной обработке, поскольку хранится в неструктурированном виде [70].

Проблема создания электронных медицинских карт. Электронная медицинская карта (электронная история болезни) призвана стать важнейшим звеном глобальных медицинских информационных электронных баз данных [71, 72]. На сегодняшний день она представляет собой программное информационное устройство [73–80], ограничивающее медицинские процессы жесткими рамками, необходимыми для обработки данных. Однако человеческий организм как самая совершенная, быстро меняющаяся биологическая система не укладывается в строгие границы такой карты. Решением может стать визуальная аналитика данных [81].

Создание электронных медицинских карт немыслимо без широкого распространения систем регистрации, хранения и представления информации о пациенте, а также лекарственном обеспечении [82–91]. Кроме того, для их эффективного использования требуется стандартизация понятий и терминов [92].

Проблема создания электронных баз данных. Электронная база данных — это сетевая система хранения, анализа и управления большими объемами разнородных данных, имеющих единый формат [93]. Централизованные медицинские базы данных включают в себя электронные карты пациентов и локальные информационные системы [94, 95]. Результативность базы данных заметна уже при простом упорядочении показателей, нормализация распределения повышает чувствительность с 48,3 до 92,0%, специфичность — с 70,5 до 99,8% [96–98]. Важно строить базы данных с самого начала внедрения нового метода, как, например, Food and Drug Administration (FDA), при применении операционного лазера: сообщений — 21, из них о летальном исходе — 7 [99].

Централизованные базы требуют мощных и дорогих поисковых программ, поскольку данные поступают из информационных систем в разных форматах и могут иметь различия в схеме и кодировке, что затрудняет распознавание содержания отдельного источника. Часто обрабатываются только тезисы статей, что делает практически невозможным обмен и интеграцию данных [68, 100–102].

Проблема применения компьютерных технологий. Несвоевременно распознанные и устраненные проблемы в работе оборудования операционных и реанимационных палат могут отразиться на качестве медицинской помощи — привести к инвалидности или летальному исходу [103–105]. Ситуация усугубляется еще и тем, что медики, допущенные к самостоятельной работе, не всегда обучены манипуляциям с применением высокотехнологичной техники, часто практические навыки приобретаются на пациентах с риском для их здоровья и жизни [106–108]. Кроме того, к медицинскому персоналу операционных и реанимационных палат нередко поступает большое ко-

личество отрывочных, противоречивых, несистемных данных, иногда они несвоевременны. Все это в условиях острой нехватки времени затрудняет анализ и верную интерпретацию [1, 109–113]. Попытки уточнения информации могут остаться без ответа, поскольку компьютерная программа не всегда понимает адресованный ей запрос [114]. Тем не менее развитие компьютерных технологий значительно упростило диагностику и лечение пациентов. Так, компьютерная томография с автоматизированным количественным анализом параметров свода, швов черепа, асимметрии интракраниального объема повысила среднюю точность диагностики неврологических и нейрохирургических заболеваний с 86,9 до 91,9% [115]. Компьютерная консультационная система в 90–95% случаев выдает верные подсказки хирургу о необходимости использования нейрофизиологической, ультразвуковой и нейронавигационной аппаратуры [116]. При этом требует тщательного исследования эффективности компьютерная система полуавтоматизированного ультразвукового исследования стеноза бифуркации сонной артерии [117].

Разрабатывается компьютерная система получения, хранения информации, извлечения знаний из баз данных, прогнозирования риска неблагоприятных исходов с элементами обучения системы на основе нейронных сетей по аналогии с естественным нейрогенезом, апоптозом, нейропластичностью [118, 119].

Проблема персонификации. События с нефиксированным статусом лежат в основе нарушения функций жизненно важных органов/систем. Так, показатели коагулограммы могут свидетельствовать о гипокоагуляционной фазе синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания, в то время как у конкретного пациента не наблюдается промокания повязок кровью, геморрагических проявлений на коже и слизистых оболочках, а также признаков внутреннего кровотечения [120]. Такая ситуация ставит врача в затруднительное положение, поскольку стандарты лечения регламентированы количественными показателями. В связи с этим все большее значение приобретает персонифицированная медицина, которая изучает индивидуальный ответ на заболевание, патологическое состояние. При таком подходе каждое диагностическое и/или лечебное действие строго персонифицировано для пациента [31, 121–124]. Предпринимаются попытки применения математических методов для расчета риска осложнений, для приема/отмены препаратов при коррекции функций жизненно важных органов/систем, таких как сердце, печень, иммунная система [26].

Математический анализ и компьютерное моделирование в прогнозе результатов лечения прекрасно проявляют себя, когда биологические параметры жестко связаны с законами физики и математики: например, при расчетах биофизических параметров мультифокальных имплантируемых окулярных линз (искусственных хрусталиков глаза). В областях, где такая

жесткая связь не прослеживается (критические состояния, полиорганный недостаток), задача прогнозирования результатов лечения остается нерешенной [125–127].

Проблема защиты данных. Централизованные базы данных предпочитают хранить информацию в «облачных» хранилищах на удаленном сервере, что, однако, небезопасно. Никто не гарантирует, что сотрудники сервиса сервера не превысят должностные полномочия и не захотят получить доступ к хранимой информации [21, 128–136]. От этого не спасает даже защита: 1) парольная — сложный пароль; 2) атрибутивная — магнитная карта, смарт-карта, парольный жетон-брелок для доступа USB; 3) биометрическая — распознавание по физическим или поведенческим чертам человека [15–17].

Стационарные, мобильные и особенно имплантируемые медицинские электронные устройства (аппараты искусственной вентиляции легких, искусственного кровообращения, дефибрилляторы, кардиостимуляторы, перфузоры, инфузоматы, биосенсоры, нейростимуляторы) [21, 24] для поддержания или замены жизненно важных функций органов/систем подвержены возможности взлома, несанкционированного изменения параметров, а также полного отключения злоумышленниками на значительном расстоянии, что делает их применение небезопасным. В связи с этим разработка программ для защиты таких устройств — одно из приоритетных направлений развития высоких медицинских технологий.

Проблема эффективности информационных технологий. Эффективность практического использования современных компьютерных ресурсов в настоящее время незначительна [137]. Попытки стандартизации выражений, терминов даже в наиболее простом профессиональном языке медицинских сестер не координированы, исследования дублируются, база знаний не пополняется [138].

Широко распространенное мнение, что электронные медицинские карты улучшают диагностические и лечебные мероприятия, не нашло подтверждения в тех ситуациях, где приходится действовать в жестких временных рамках: экстренная помощь, хирургия, анестезиология, реаниматология [29]. Ценность электронных медицинских карт несколько преувеличена, поскольку большая часть данных представлена в свободном текстовом формате и не может быть использована для анализа, разработки алгоритмов, создания систем поддержки клинических решений [27]. В связи с этим постоянно растущий объем информации в базах может лишь потенциально улучшить медицинскую помощь. Для обработки поступающей информации, разнообразной по типу и структуре, требуются компьютерные программы с высокой производительностью, достижимой только на очень мощной и дорогостоящей операционной системе [139].

Большинство известных баз данных представляют собой списки терминов в иерархической после-

довательности кодированных показателей, предназначенных для решения одной единственной задачи. Например, компьютерные программы по исходным кодам автоматически идентифицируют однокомпонентные лекарственные формы в 62,5%, а многокомпонентные — лишь в 7,5%. Проблемой централизованных баз данных является различие клинической терминологии в разных медицинских базах [140]. По запросу пользователя из централизованной базы данных удается найти далеко не всю имеющуюся информацию, около 90% оценивается как неплохой результат, однако и полученная информация может быть ложной, устаревшей, так как источник информации не фиксируется [68, 141]. Точность интерпретации текста даже стандартизированной медицинской документации в базах данных невелика: в тематике «тест» — 0,897, «лицо» — 0,852, «проблема» — 0,855, «лечение» — 0,884 [25].

Увеличение числа одновременно обратившихся к системе пользователей приводит к увеличению времени отклика на запрос. Быстрый надежный ответ возможен при нагрузке менее 0,5 мощности ресурса [142].

Отечественный бесплатный веб-сервис с мобильным приложением OnDoc, созданный без участия специалистов-медиков, предлагает пациенту персональную аналитику здоровья, определение возможных рисков, рекомендует способы их устранения.

Пройдя регистрацию на сайте, пользователь вводит на электронное устройство классом не ниже смартфона следующие данные: возраст, рост, вес, группу крови, артериальное давление комфорта, частоту пульса, остроту зрения, уровень сахара крови, уровень холестерина, температуру, аллергические реакции, перенесенные операции, привычки, образ жизни, назначенные лекарства, рекомендации врачей, получая напоминания о повторном визите, дополнительные рекомендации, результаты анализов, выписки из электронной медицинской карты. На основании распознавания (оцифровки) документов и введенной информации приложение создает электронную медицинскую карту, которая хранится на персональном устройстве пациента. Разработка новых модулей расширяет возможности OnDoc, однако приложение уже не помещается в обычный смартфон, требует приобретения новых дорогостоящих устройств [18].

Нередко использование нового, дорогостоящего диагностического, лечебного оборудования не обосновано. Компьютеризация в США за последние десять лет увеличила стоимость лечения онкологических заболеваний на 72% без ощутимого улучшения исходов лечения, что вызывает сомнения по поводу способности системы здравоохранения обеспечивать качество онкологической помощи с помощью компьютерных технологий [22, 32]. Применение 3D-технологии для моделирования планируемого оперативного лечения ограничено из-за высокой стоимости оборудования и нехватки специалистов [14]. Так, руководители 199 не-

мецких больниц отказались от компьютерной трехмерной многоуровневой модели клинической информационной логистики, отдав предпочтение менее сложным, привычным методам [28, 32].

Для математического представления сложных биологических процессов с минимизацией клинических тестов необходимы комплексные исследования с привлечением физиков, химиков, математиков, инженеров, биологов. Многолетний планомерный поиск простых, удобных, универсальных программ с набором функций от извлечения знаний до принятия решений не приводит к успеху [32, 143]. Существующие компьютерные системы оценки риска не фиксируют 50–96% критических ситуаций [99]. При анализе событий с нефиксированным статусом, таких как критическое состояние, полиорганная недостаточность, состояние медицинских компьютерных информационных технологий определяется как информационный хаос [19, 33]. В таких условиях актуальна простая формула: вероятность летального исхода $VLI(\%) = 25DN + 2O + 1X$, где DN — количество жизненно важных органов/систем с декомпенсированной недостаточностью (грубые нарушения функций) и/или несостоятельностью (отсутствие функций), O — количество острых заболеваний и/или обострений хронических заболеваний, X — количество хронических заболеваний [9, 144].

Заключение

Компьютерные информационные технологии способны не только упростить, но и улучшить качество оказания медицинской помощи, однако их эффективность в настоящее время невелика. В связи с этим поиск простых, объективных способов прогнозирования результатов лечения в режиме реального времени остается актуальной задачей современного здравоохранения.

Финансирование исследования и конфликт интересов. Исследование не финансировалось какими-либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

Литература/References

1. Ng K., Ghoting A., Steinhubl S.R., Stewart W.F., Malin B., Sun J. PARAMO: a PARAllel predictive MOdeling platform for healthcare analytic research using electronic health records. *J Biomed Inform* 2014; 48: 160–170, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.12.012>.
2. Pai V.M., Rodgers M., Conroy R., Luo J., Zhou R., Seto B. Workshop on using natural language processing applications for enhancing clinical decision making: an executive summary. *J Am Med Inform Assoc* 2014; 21(e1): e2–e5, <https://doi.org/10.1136/amiainl-2013-001896>.
3. Ильясов Р.Р., Калинин С.Ю., Данилов А.Б. Роль половых гормонов в восприятии боли. *Manage Pain* 2015; 2: 4–9. Ilyasov R.R., Kalinchenko S.Yu., Danilov A.B. The role

of sex hormones in the perception of pain. *Manage Pain* 2015; 2: 4–9.

4. Краус О. Возможности и методы терапии заболеваний фаз импрегнации и дегенерации. *БМ: Биологическая медицина* 2015; 2: 6–12. Kraus O. Possibilities and methods of therapy of diseases of phases of impregnation and degeneration. *BM: Biologicheskaya meditsina* 2015; 2: 6–12.

5. Смит А. Введение в биорегуляторную медицину: теоретические и практические аспекты. *БМ: Биологическая медицина* 2015; 2: 17–29. Smit A. Introduction to bioregulatory medicine: theoretical and practical aspects. *BM: Biologicheskaya meditsina* 2015; 2: 17–29.

6. Бояринов Г.А., Дерюгина А.В., Бояринова Л.В., Соловьева О.Д., Зайцев Р.Р., Мошнина Е.В., Военнов О.В., Шумилова А.В. Экспериментальное обоснование и результаты применения мексикора для коррекции нарушений про- и антиоксидантной систем у больных с сочетанной торакоабдоминальной травмой. *Медиаль* 2015; 16(2): 31–35. Boyarinov G.A., Deryugina A.V., Boyarinova L.V., Solovieva O.D., Zaitsev R.R., Moshnina E.V., Voennov O.V., Shumilova A.V. Experimental grounding and results of applying Mexicor for correction of proand antioxidant system disorders in the case of patients having complex thoracoabdominal trauma. *Medial* 2015; 16(2): 31–35.

7. Holmes J.H. Methods and applications of evolutionary computation in biomedicine. *J Biomed Inform* 2014; 49: 11–15, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.05.008>.

8. Hoverman J.R. From the first visit on: information technology and communication. *J Oncol Practice* 2013; 9(3): 152–154, <https://doi.org/10.1200/jop.2013.000974>.

9. Кузнецов А.Б. Прогнозирование результатов лечения пациента в критическом состоянии. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing; 2015; 248 с. Kuznetsov A.B. *Prognozirovanie rezultatov lecheniya patsienta v kriticheskom sostoyanii* [Predicting the results of treatment of a patient in a critical condition]. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing; 2015; 248 p.

10. Диленян Л.Р., Багрий А.С., Белканиа Г.С., Рыжков Д.И., Пухальская Л.Г. Антропологическая и онтогенетическая модель общих клинических проявлений соматического состояния человека. *Медицинский альманах* 2015; 4(39): 222–227. Dilenyuan L.R., Bagry A.S., Belkaniya G.S., Ryzhakov D.I., Pukhalskaya L.G. Anthropogenetic and ontogenetic model of general clinical evidence of somatic human condition. *Medicinskij al'manah* 2015; 4(39): 222–227.

11. Гуманенко Е.К., Рудь А.А., Хромов А.А., Чапурин В.А. Значение объективной оценки тяжести состояния пострадавших в диагностике полиорганной дисфункции и инфекционных осложнений тяжелых травм. В кн.: *Перитонит от А до Я* (Всероссийская школа). Под ред. Ларишева А.Б. Ярославль; 2016; с. 212–217. Gumanenko E.K., Rud' A.A., Khromov A.A., Chapurin V.A. Znachenie obektivnoy otsenki tyazhesti sostoyaniya postradavshikh v diagnostike poliorgannoy disfunktsii i infektsionnykh oslozhneniy tyazhelykh travm. V kn.: *Peritonit ot A do Ya (Vserossiyskaya shkola)* [The significance of an objective assessment of the severity of the condition of the victims in the diagnosis of multiple organ dysfunction and infectious complications of severe injuries. In: Peritonitis from A to Z (All-Russian School)]. Pod red. Laricheva A.B. [Larichev A.B. (editor)]. Yaroslavl; 2016; p. 212–217.

12. Кузнецов А.С., Полянский А.А., Волынский П.В., Ефремов Р.Г. Компьютерное моделирование димеризации трансмембранных доменов гликофорина А: доминирующая роль эффектов среды. В кн.: *Материалы V съезда биофизиков России*. Т. 1. Под ред. Рубина А.Б., Узденского А.Б. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета; 2015; с. 92. Kuznetsov A.S., Polyanskiy A.A., Volynskiy P.V., Efremov R.G. Kompyuternoe modelirovanie dimerizatsii transmembrannykh domenov glikoforina A: dominiruyushchaya rol effektiv sredy. V kn.: *Materialy V sezda biofizikov Rossii*. T. 1 [Computer simulation of dimerization of glycophorin A transmembrane domains: the dominant role of medium effects. In: Materials of the 5th Congress of Russian Biophysicists. Vol. 1]. Pod red. Rubina A.B., Uzdenskogo A.B. [Rubin A.B., Uzdenskiy A.B. (editors)]. Rostov-on-Don: Izdatelstvo Yuzhnogo federalnogo universiteta; 2015; p. 92.

13. Anshari M., Almunavar M.N. Mobile health (mHealth) services and online educators. *Biomed Inform Insights* 2016; 8: 19–27, <https://doi.org/10.4137/bii.s35388>.

14. Филиппова А.В., Баиндурашвили А.Г., Комоско М.М., Семенов М.Г., Зарипова З.А. Использование 3D технологий в медицине. Виртуальные технологии в медицине 2015; 14(2): 38–39. Filippova A.V., Baidurashvili A.G., Komosko M.M., Semenov M.G., Zaripova Z.A. Using 3D technologies in medicine. *Virtualnye tekhnologii v meditsine* 2015; 14(2): 38–39.

15. Казанцев И.С., Кудряков С.Д., Шитиков А.С. Реализация механизмов подсистемы постоянного скрытого клавиатурного мониторинга с целью обнаружения подмены законного оператора. *Современные тенденции развития науки и технологий* 2016; 5–3: 61–63. Kazantsev I.S., Kudryakov S.D., Shitikov A.S. Implementation mechanisms of permanent stealth keyboard monitoring subsystem for detecting legitimate operator substitution. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* 2016; 5–3: 61–63.

16. Казанцев И.С. Способы идентификации и аутентификации оператора в современных системах контроля и управления доступом к информации. *Современные тенденции развития науки и технологий* 2016; 5–3: 63–66. Kazantsev I.S. Methods of operator identification and authentication in modern systems of information access control and management. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* 2016; 5–3: 63–66.

17. Коломойцев В.С. Выбор варианта построения многоуровневого защищенного доступа к внешней сети. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики* 2016; 16(1): 115–121. Kolomoitcev V.S. Choice of option for implementation of the multilevel secure access to the external network. *Nauchno-tehnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optik* 2016; 16(1): 115–121, <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2016-16-1-115-121>.

18. ONDOC. URL: <http://www.ondoc.me>.

19. Кучерова В.Ю., Петков В.Н., Артамонов П.А. Применение метода АКАР для решения задачи стабилизации состояний равновесия типовых нелинейных систем. *Фундаментальные исследования* 2016; 5–2: 264–268. Kucherova V.Yu., Petkov V.N., Artamonov P.A. Foundation of ADAR method in the solution of a problem for typical nonlinear systems balanced modes stabilization. *Fundamentalnye issledovaniya* 2016; 5–2: 264–268.

20. Акимов В.П., Баталов И.Х., Творогов Д.А., Зен-

- кова А.В. Послеоперационный желчный перитонит. В кн.: Перитонит от А до Я (Всероссийская школа). Под ред. Ларичева А.Б. Ярославль; 2016; с. 66–67. Akimov V.P., Batalov I.Kh., Tvorogov D.A., Zenkova A.V. Posleoperatsionnyy zhelchnyy peritonit. V kn.: *Peritonit ot A do Ya (Vserossiyskaya shkola)* [Postoperative bile peritonitis. In: Peritonitis from A to Z (All-Russian School)]. Pod red. Laricheva A.B. [Larichev A.B. (editor)]. Yaroslavl; 2016; p. 66–67.
21. Jones K.H., Ford D.V., Jones C., Dsilva R., Thompson S., Brooks C.J., Heaven M.L., Thayer D.S., McNerney C.L., Lyons R.A. A case study of the Secure Anonymous Information Linkage (SAIL) Gateway: a privacy-protecting remote access system for health-related research and evaluation. *J Biomed Inform* 2014; 50: 196–204, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.01.003>.
22. Schnipper L.E., Davidson N.E., Wollins D.S., Tyne C., Blayney D.W., Blum D., Dicker A.P., Ganz P.A., Hoverman J.R., Langdon R., Lyman G.H., Meropol N.J., Mulvey T., Newcomer L., Peppercorn J., Polite B., Raghavan D., Rossi G., Saltz L., Schrag D., Smith T.J., Yu P.P., Hudis C.A., Schilsky R.L.; American Society of Clinical Oncology. American Society of Clinical Oncology Statement: a conceptual framework to assess the value of cancer treatment options. *J Clin Oncol* 2015; 33(23): 2563–2557, <https://doi.org/10.1200/jco.2015.61.6706>.
23. Beber M.E., Muskhelishvili G., Hütt M.T. Effect of database drift on network topology and enrichment analyses: a case study for RegulonDB. *Database* 2016; pii: baw003, <https://doi.org/10.1093/database/baw003>.
24. Camara C., Peris-Lopez P., Tapiador J.E. Security and privacy issues in implantable medical devices: a comprehensive survey. *J Biomed Inform* 2015; 55: 272–289, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.04.007>.
25. Chowdhury F.M., Zweigenbaum P. A controlled greedy supervised approach for co-reference resolution on clinical text. *J Biomed Inform* 2013; 46(3): 506–515, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.03.007>.
26. Clark M. Prediction of clinical risks by analysis of preclinical and clinical adverse events. *J Biomed Inform* 2015; 54: 167–173, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.02.008>.
27. Mehrabi S., Krishnan A., Sohn S., Roch A.M., Schmidt H., Kesterson J., Beesley C., Dexter P., Max Schmidt C., Liu H., Palakal M. DEEPEN: a negation detection system for clinical text incorporating dependency relation into NegEx. *J Biomed Inform* 2015; 54: 213–219, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.02.010>.
28. Thye J., Hübner U., Straede M.-C., Liebe J.-D. Development and evaluation of a three-dimensional multi-level model for visualising the workflow composite score in a health IT benchmark. *J Biomed Eng Inform* 2016; 2(2): 83–98, <https://doi.org/10.5430/jbei.v2n2p83>.
29. Ben-Assuli O., Sagi D., Leshno M., Ironi A., Ziv A. Improving diagnostic accuracy using EHR in emergency departments: a simulation-based study. *J Biomed Inform* 2015; 55: 31–40, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.03.004>.
30. Ojo A.I., Popoola S.O. Some correlates of electronic health information management system success in Nigerian Teaching Hospitals. *Biomed Inform Insights* 2015; 7: 1–9, <https://doi.org/10.4137/bii.s20229>.
31. Miwa M., Thomas J., O'Mara-Eves A., Ananiadou S. Reducing systematic review workload through certainty-based Screening. *J Biomed Inform* 2014; 51: 242–253, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.06.005>.
32. Soares M., Salluh J.I. Providing high-quality and affordable intensive care to patients with cancer: the forgotten brick in the steep wall of costs throughout the cancer care continuum. *J Clin Oncol* 2014; 32(13): 1384–1385, <https://doi.org/10.1200/jco.2013.54.6614>.
33. Moran M.S., Kaufman C., Burgin C., Swain S., Granville T., Winchester D.P. What currently defines a breast center? Initial Data from the National Accreditation Program for breast centers. *J Oncol Pract* 2013; 9(9): e62–e70, <https://doi.org/10.1200/jop.2012.000636>.
34. Yu H., Zhang J.J., Lee T.-Y. Foldover-free shape deformation for biomedicine. *J Biomed Inform* 2014; 48: 137–147, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.12.011>.
35. Ferrante A., Boyd J. A transparent and transportable methodology for evaluating Data Linkage software. *J Biomed Inform* 2012; 45: 165–172, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2011.10.006>.
36. Sun W., Rumshisky A., Uzuner O. Temporal reasoning over clinical text: the state of the art. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20(5): 814–819, <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-001760>.
37. Cohen K.B., Glass B., Greiner H.M., Holland-Bouley K., Standridge S., Arya R., Faist R., Morita D., Mangano F., Connolly B., Glauser T., Pestian J. Methodological issues in predicting pediatric epilepsy surgery candidates through natural language processing and machine learning. *Biomed Inform Insights* 2016; 8: 11–18, <https://doi.org/10.4137/bii.s38308>.
38. Алтабасова З.Ю. Актуальные способы словообразования неологизмов на современном этапе английского языка. Современные тенденции развития науки и технологий 2016; 5–4: 17–19. Altabasova Z.Yu. Latest methods of neologism formation at the current stage of English language development. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* 2016; 5–4: 17–19.
39. Быкадор В.С., Попов Ю.В. Параметрическая идентификация систем высокого порядка регрессионными методами по моделям низкого порядка. Современные тенденции развития науки и технологий 2016; 5–3: 48–54. Bykador V.S., Popov Yu.V. Parametric identification of high-order systems by regression methods using low-order models. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* 2016; 5–3: 48–54.
40. Harispe S., Sanchez D., Ranwez S., Janaqi S., Montmain J. A framework for unifying ontology-based semantic similarity measures: a study in the biomedical domain. *J Biomed Inform* 2014; 48: 38–53, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.11.006>.
41. Bousquet C., Sadou E., Souvignet J., Jaulent M.-C., Declerck G. Formalizing MedDRA to support semantic reasoning on adverse drug reaction terms. *J Biomed Inform* 2014; 49: 282–291, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.03.012>.
42. Luo Y., Szolovits P. Efficient queries of stand-off annotations for natural language processing on electronic medical records. *Biomed Inform Insights* 2016; 8: 29–38, <https://doi.org/10.4137/bii.s38916>.
43. McInnes B.T., Stevenson M. Determining the difficulty of Word Sense Disambiguation. *J Biomed Inform* 2014; 47: 83–90, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.09.009>.
44. Skrvøseth S.O., Augestad K.M., Ebadollahi S. Data-driven approach for assessing utility of medical tests using electronic medical records. *J Biomed Inform* 2015; 53: 270–276, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.11.011>.

45. Skeppstedt M., Kvist M., Nilsson G.H., Dalianis H. Automatic recognition of disorders, findings, pharmaceuticals and body structures from clinical text: an annotation and machine learning study. *J Biomed Inform* 2014; 49: 148–158, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.01.012>.
46. Tang B., Wu Y., Jiang M., Chen Y., Denny J.C., Xu H. A hybrid system for temporal information extraction from clinical text. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20(5): 828–835, <https://doi.org/10.1136/amiainl-2013-001635>.
47. El Emam K., Farah H., Samet S., Essex A., Jonker E., Kantarcioglu M., Earle C.C. A privacy preserving protocol for tracking participants in phase I clinical trials. *J Biomed Inform* 2015; 57: 145–162, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.019>.
48. Rajamani S., Chen E.S., Akre M.E., Wang Y., Melton G.B. Assessing the adequacy of the HL7/LOINC Document Ontology Role axis. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(3): 615–620, <https://doi.org/10.1136/amiainl-2014-003100>.
49. Krist A.H., Woolf S.H., Bello G.A., Sabo R.T., Longo D.R., Kashiri P., Etz R.S., Loomis J., Rothemich S.F., Peele J.E., Cohn J. Engaging primary care patients to use a patient-centered personal health record. *Ann Fam Med* 2014; 5: 418–426, <https://doi.org/10.1370/afm.1691>.
50. Leaman R., Khare R., Lu Z. Challenges in clinical natural language processing for automated disorder normalization. *J Biomed Inform* 2015; 57: 28–37, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.07.010>.
51. Skalkowski K., Zieliński K. Applying formalized rules for treatment procedures to data delivered by personal medical devices. *J Biomed Inform* 2013; 46(3): 530–540, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.04.005>.
52. Kim S., Liu H., Yeganova L., Wilbur W.J. Extracting drug–drug interactions from literature using a rich feature-based linear kernel approach. *J Biomed Inform* 2015; 55: 23–30, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.03.002>.
53. McCoy A.B., Wright A., Rogith D., Fathiamini S., Ottenbacher A.J., Sittig D.F. Development of a clinician reputation metric to identify appropriate problem-medication pairs in a crowdsourced knowledge base. *J Biomed Inform* 2014; 48: 66–72, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.11.010>.
54. Deutsch E.W., Albar J.P., Binz P.A., Eisenacher M., Jones A.R., Mayer G., Omenn G.S., Orchard S., Vizcaíno J.A., Hermjakob H. Development of data representation standards by the human proteome organization proteomics standards initiative. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(3): 496–506, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocv001>.
55. Lopetegui M., Yen P.-Y., Lai A., Jeffries J., Embi P., Payne P. Time motion studies in healthcare: what are we talking about? *J Biomed Inform* 2014; 49: 292–299, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.02.017>.
56. Vincent C.J., Blandford A. Usability standards meet scenario-based design: challenges and opportunities. *J Biomed Inform* 2015; 53: 243–250, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.11.008>.
57. Wijidicks EF. Brain death worldwide: accepted fact but no global consensus in diagnostic criteria. *Neurology* 2002; 58(1): 20–25, <https://doi.org/10.1212/wnl.58.1.20>.
58. Khare R., Li J., Lu Z. LabeledIn: cataloging labeled indications for human drugs. *J Biomed Inform* 2014; 52: 448–456, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.08.004>.
59. Ochs C., Geller J., Perl Y., Chen Y., Xu J., Min H., Case J.T., Wei Z. Scalable quality assurance for large SNOMED CT hierarchies using subject-based subtaxonomies. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22: 507–518, <https://doi.org/10.1136/amiainl-2014-003151>.
60. Luo L., Mejino J.L.V. Jr., Zhang G.-Q. An analysis of FMA using structural self-bisimilarity. *J Biomed Inform* 2013; 46(3): 497–505, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.03.005>.
61. Mamykina L., Smaldone A.M., Bakken S.R. Adopting the sensemaking perspective for chronic disease self-management. *J Biomed Inform* 2015; 56: 406–417, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.006>.
62. Gobbel G.T., Reeves R., Jayaramaraja S., Giuse D., Speroff T., Brown S.H., Elkin P.L., Matheny M.E. Development and evaluation of RapTAT: a machine learning system for concept mapping of phrases from medical narratives. *J Biomed Inform* 2014; 48: 54–65, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.11.008>.
63. Yabroff K.R., Francisci S., Mariotto A., Mezzetti M., Gigli A., Lipscomb J. Advancing comparative studies of patterns of care and economic outcomes in cancer: challenges and opportunities. *J Natl Cancer Inst Monogr* 2013; 46: 1–6, <https://doi.org/10.1093/jncimonographs/igt005>.
64. South B.R., Mowery D., Suo Y., Leng J., Ferrández Ó., Meystre S.M., Chapman W.W. Evaluating the effects of machine pre-annotation and an interactive annotation interface on manual de-identification of clinical text. *J Biomed Inform* 2014; 50: 162–172, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.05.002>.
65. Sarker A., Gonzalez G. Portable automatic text classification for adverse drug reaction detection via multi-corpus training. *J Biomed Inform* 2015; 53: 196–207, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.11.002>.
66. Xierali I.M., Hsiao C.J., Puffer J.C., Green L.A., Rinaldo J.C., Bazemore A.W., Burke M.T., Phillips R.L. Jr. The rise of electronic health record adoption among family physicians. *Ann Fam Med* 2013; 11(1): 14–19, <https://doi.org/10.1370/afm.1461>.
67. Sarker A., Ginn R., Nikfarjam A., O'Connor K., Smith K., Jayaraman S., Upadhaya T., Gonzalez G. Utilizing social media data for pharmacovigilance: a review. *J Biomed Inform* 2015; 54: 202–212, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.02.004>.
68. Chow M., Beene M., O'Brien A., Greim P., Cromwell T., DuLong D., Bedecarre D. A nursing information model process for interoperability. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(3): 608–614, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocu026>.
69. Viana-Ferreira C., Ribeiro L.S., Costa C. A framework for integration of heterogeneous medical imaging networks. *Open Med Inform J* 2014; 8(1): 20–32, <https://doi.org/10.2174/1874431101408010020>.
70. Kaggal V.C., Elayavilli R.K., Mehrabi S., Pankratz J.J., Sohn S., Wang Y., Li D., Rastegar M.M., Murphy S.P., Ross J.L., Chaudhry R., Buntrock J.D., Liu H. Toward a Learning Health-care System — knowledge delivery at the point of care empowered by big data and NLP. *Biomed Inform Insights* 2016; 8(1): 13–22, <https://doi.org/10.4137/bii.s37977>.
71. ГОСТ Р ИСО/ТО 20514-2009. Информатизация здоровья. Электронный учет здоровья. Определение, область применения и контекст. Национальный стандарт Российской Федерации. *GOST R ISO/TO 20514-2009. Health informatics. Electronic health record. Definition, scope and context*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-to-20514-2009>.
72. Карташова А.Л. История болезни как основной юри-

- дический документ. Современные тенденции развития науки и технологий 2016; 5–1: 108–113. Kartashova A.L. The case history as the basic legal document. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* 2016; 5–1: 108–113.
73. Gagnon M.P., Ghandour el K., Talla P.K., Simonyan D., Godin G., Labrecque M., Ouimet M., Rousseau M. Electronic health record acceptance by physicians: testing an integrated theoretical model. *J Biomed Inform* 2014; 48: 17–27, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.10.010>.
74. Harris M.R., Langford L.H., Miller H., Hook M., Dykes P.C., Matney S.A. Harmonizing and extending standards from a domain-specific and bottom-up approach: an example from development through use in clinical applications. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(3): 545–552, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocu020>.
75. Hripcsak G., Albers D.J. Correlating electronic health record concepts with healthcare process events. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20(e2): e311–e318, <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-001922>.
76. Hripcsak G., Albers D.J. Next-generation phenotyping of electronic health records. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20(1): 117–121, <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2012-001145>.
77. Hripcsak G., Albers D.J., Perotte A. Parameterizing time in electronic health record studies. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(4): 794–804, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocu051>.
78. Kamdar M.R., Zeginis D., Hasnain A., Decker S., Deus H.F. ReVealD: a user-driven domain-specific interactive search platform for biomedical research. *J Biomed Inform* 2014; 47: 112–130, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.10.001>.
79. Hanauer D.A., Mei Q., Law J., Khanna R., Zheng K. Supporting information retrieval from electronic health records: a report of University of Michigan's nine-year experience in developing and using the Electronic Medical Record Search Engine (EMERSE). *J Biomed Inform* 2015; 55: 290–300, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.05.003>.
80. Legaz-García M. del C., Menárguez-Tortosa M., Fernández-Breis J.T., Chute C.G., Tao C. Transformation of standardized clinical models based on OWL technologies: from CEM to OpenEHR archetypes. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(3): 536–544, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocu027>.
81. Marcos C., González-Ferrer A., Peleg M., Caverio C. Solving the interoperability challenge of a distributed complex patient guidance system: a data integrator based on HL7's Virtual Medical Record standard. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22: 587–599, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocv003>.
82. ГОСТ Р 52636-2006. Электронная история болезни. GOST R 52636-2006. *Electronic health record*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200048924>.
83. Федеральный закон №258-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации по вопросам лицензирования отдельных видов деятельности» от 08.11.2007. Federal Law No.258-FZ “On amending certain legislative acts of the Russian Federation and invalidating certain provisions of legislative acts of the Russian Federation on licensing of certain types of activity” dated 08.11.2007. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72387.
84. Федеральный закон №1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи» от 10.01.2002. Federal Law No.1-FZ “On electronic digital signature” dated 10.01.2002. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34838.
85. Clancy T.R., Bowles K.H., Gelinas L., Androwich I., Delaney C., Matney S., Sensmeier J., Warren J., Welton J., Westra B. A call to action: engage in big data science. *Nursing Outlook* 2014; 62(1): 64–65, <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2013.12.006>.
86. Chen Y., Carroll R.J., Hinz E.R., Shah A., Eyer A.E., Denny J.C., Xu H. Applying active learning to high-throughput phenotyping algorithms for electronic health records data. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20(e2): e253–e259, <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-001945>.
87. Ancker J.S., Kern L.M., Edwards A., Nosal S., Stein D.M., Hauser D., Kaushal R. Associations between healthcare quality and use of electronic health record functions in ambulatory care. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(4): 864–871, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocv030>.
88. Cimino J.J., Frisse M.E., Halamka J., Sweeney L., Yasnoff W. Consumer-mediated health information exchanges: the 2012 ACMI debate. *J Biomed Inform* 2014; 48: 5–15, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.02.009>.
89. Chen Z., Wang Z., Wang H., Owonikoko T.K., Kowalski J., Khuri F.R. Interactive software “Isotonic Design using Normalized Equivalent Toxicity Score (ID-NETS®TM)” for cancer phase I clinical trials. *Open Med Informat J* 2013; 7: 8–17, <https://doi.org/10.2174/1874431101307010008>.
90. Hsiao C.J., Jha A.K., King J., Patel V., Furukawa M.F., Mostashari F. Office-based physicians are responding to incentives and assistance by adopting and using electronic health records. *Health Aff* 2013; 32(8): 1470–1477, <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2013.0323>.
91. Carroll L.N., Au A.P., Detwiler L.T., Fu T., Painter I.S., Abernethy N.F. Visualization and analytics tools for infectious disease epidemiology: a systematic review. *J Biomed Inform* 2014; 51: 287–298, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.04.006>.
92. Braga R.D., de Lucena F.N., Ribeiro-Rotta R.F. A multiprofessional information model for Brazilian primary care: defining a consensus model towards an interoperable electronic health record. *Int J Med Inform* 2016; 90: 48–57, <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2016.03.004>.
93. Комарова К.В. Мониторинг базовых станций. В кн.: Прорывные инновационные исследования. Под ред. Гуляева Г.Ю. Пенза: МЦНС «Наука и просвещение»; 2016; с. 13–20. Komarova K.V. Monitoring bazovykh stantsiy. V kn.: *Proryvnye innovatsionnye issledovaniya* [Monitoring base stations. In: Breakthrough research]. Pod red. Gulyaeva G.Yu. [Gulyaev G.Yu. (editor)]. Penza: MTSNS “Nauka i prosveshchenie”; 2016; p. 13–20.
94. Edge S.B. The challenge of quality in breast care: beyond accreditation. *J Oncol Practice* 2013; 9(9): 271–272, <https://doi.org/10.1200/jop.2012.000792>.
95. Medvedeva Y.A., Lennartsson A., Ehsani R., Kulakovskiy I.V., Vorontsov I.E., Panahandeh P., Khimulya G., Kasukawa T., Drabløs F.; FANTOM Consortium. EpiFactors: a comprehensive database of human epigenetic factors and complexes. *Database* 2015; 8(19): 1–10, <https://doi.org/10.1093/database/bav067>.
96. Bellos E., Kumar V., Lin C., Maggi J., Phua Z.Y., Cheng C.Y., Cheung C.M., Hibberd M.L., Wong T.Y., Coin L.J., Davila S. CnvCapSeq: detecting copy number variation in long-range targeted resequencing data. *Nucleic Acids Res* 2014; 42(20): e158, <https://doi.org/10.1093/nar/gku849>.

97. Hajian-Tilaki K. Sample size estimation in diagnostic test studies of biomedical informatics. *J Biomed Inform* 2014; 48: 193–204, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.02.013>.
98. Curcin V., Woodcock T., Poots A.J., Majeed A., Bell D. Model-driven approach to data collection and reporting for quality improvement. *J Biomed Inform* 2014; 52: 151–162, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.04.014>.
99. Миллер Р. Анестезия. СПб: Издательство «Человек»; 2015; 3328 с. Miller R. *Anesteziya*. [Anesthesia. The manual is in 4 volumes]. Saint Petersburg: Izdatelstvo "Chelovek"; 2015; 3328 p.
100. Zhang Y., Yu Z., Ban R., Zhang H., Iqbal F., Zhao A., Li A., Shi Q. DeAnnCNV: a tool for online detection and annotation of copy number variations from whole-exome sequencing data. *Nucleic Acids Res* 2015; 43(W1): W289–W294, <https://doi.org/10.1093/nar/gkv556>.
101. Zhang R., Cairelli M.J., Fiszman M., Rosemblat G., Kilicoglu H., Rindflesch T.C., Pakhomov S.V., Melton G.B. Using semantic predications to uncover drug–drug interactions in clinical data. *J Biomed Inform* 2014; 49: 134–147, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.01.004>.
102. Voss E.A., Makadia R., Matcho A., Ma Q., Knoll C., Schuemie M., DeFalco F.J., Londhe A., Zhu V., Ryan P.B. Feasibility and utility of applications of the common data model to multiple, disparate observational health databases. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(3): 553–564, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocu023>.
103. Бояринов Г.А., Кузнецов А.Н., Кузнецов А.Б., Кушников О.И. Инженерно-технические проблемы анестезиолого-реанимационного обеспечения и интенсивной терапии критических состояний. Вестник интенсивной терапии 2016; S2: 10–12. Boyarinov G.A., Kuznetsov A.N., Kuznetsov A.B., Kushnikov O.I. Engineering and technical problems of anesthesiology, resuscitation and intensive care of critical conditions. *Vestnik intensivnoy terapii* 2016; S2: 10–12.
104. Кулинич О.В. Значимость уровня постоянного потенциала в прогнозировании критических инцидентов после обширных абдоминальных операций у пожилых пациентов. Вестник интенсивной терапии 2016; S1: 88–91. Kulinich O.V. Significance of permanent potential level in predicting critical incidents after extensive abdominal surgery in elderly patients. *Vestnik intensivnoy terapii* 2016; S1: 88–91.
105. Зарипова З.А., Полушин Ю.С. Моделированный критический инцидент в симуляционном обучении. Виртуальные технологии в медицине 2015; 2(14): 8–11. Zaripova Z.A., Polushin Yu.S. Simulated critical incident in simulation training. *Virtualnye tekhnologii v meditsine* 2015; 2(14): 8–11.
106. Каушанская Л.В., Лелик М.П., Дягилев М.А., Пухтинская М.В., Корнеева А.С. Обучение сердечно-легочно-церебральной реанимации на базе симуляционных центров. Виртуальные технологии в медицине 2016; 1(15): 20–22. Kaushanskaya L.V., Lelik M.P., Dyagilev M.A., Pukhtinskaya M.V., Korneeva A.S. Training cardiopulmonary cerebral resuscitation at simulation centers. *Virtualnye tekhnologii v meditsine* 2016; 1(15): 20–22.
107. Рикфлекс В.П., Мулдаева Г.М., Клочкова Е.В., Колесникова Е.А., Шушаева А.А. Организация и проведение группового объективного структурированного клинического экзамена. Виртуальные технологии в медицине 2016; 1(15): 35–39. Rikfleks V.P., Muldaeva G.M., Klochkova E.V., Kolesnikova E.A., Shushaeva A.A. Organizing and carrying out group objective structured clinical examination. *Virtualnye tekhnologii v meditsine* 2016; 1(15): 35–39.
108. Cooper L., Nossaman B. Medication errors in anesthesia: a review. *Int Anesthesiol Clin* 2013; 51(1): 1–12, <https://doi.org/10.1097/aia.0b013e31827d6486>.
109. Nanji K.C., Patel A., Shaikh S., Seger D.L., Bates D.W. Evaluation of perioperative medication errors and adverse drug events. *Anesthesiology* 2016; 124(1): 25–34, <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000000904>.
110. Fodeh S.J., Brandt C., Luong T.B., Haddad A., Schultz M., Murphy T., Krauthammer M. Complementary ensemble clustering of biomedical data. *J Biomed Inform* 2013; 46(3): 436–443, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.02.001>.
111. Kumar S., Merchant S., Reynolds R. Tele-ICU: efficacy and cost-effectiveness approach of remotely managing the critical care. *Open Med Inform J* 2013; 7: 24–29, <https://doi.org/10.2174/1874431101307010024>.
112. Miller R.A. Cognitive informatics in health and biomedicine: case studies on critical care, complexity, and errors. Vimla L. Patel, David R. Kaufman, Trevor Cohen (Eds.). Springer, London (2014). 505 pages. *J Biomed Inform* 2014; 49: 9–10, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.04.011>.
113. Warner J.L., Zollanvari A., Ding Q., Zhang P., Snyder G.M., Alterovitz G. Temporal phenome analysis of a large electronic health record cohort enables identification of hospital-acquired complications. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20(e2): e281–e287, <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-001861>.
114. Peute L.W.P., de Keizer N.F., Jaspers M.W.M. The value of retrospective and concurrent think aloud in formative usability testing of a physician data query tool. *J Biomed Inform* 2015; 55: 1–10, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.02.006>.
115. Walker M., Hermann C.D., Williams J.K., Vidacovic B., Olivares-Navarette R., Schwartz Z., Boyan B.D. Automated analysis and predictive modeling of craniosynostosis with cranial suture measurements and intracranial volume asymmetries using the snake algorithm. *J Biomed Eng Inform* 2016; 2(2): 132–149, <https://doi.org/10.5430/jbei.v2n2p132>.
116. Franke S., Meixensberger J., Neumuth T. Multi-perspective workflow modeling for online surgical situation models. *J Biomed Inform* 2015; 54: 158–166, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.02.005>.
117. Loizou C.P., Pantziaris M. An integrated system for the complete segmentation of the common carotid artery bifurcation in ultrasound images. *J Biomed Eng Inform* 2015; 1(1): 11–24, <https://doi.org/10.5430/jbei.v1n1p11>.
118. Alexandridis A., Chondrodima E. A medical diagnostic tool based on radial basis function classifiers and evolutionary simulated annealing. *J Biomed Inform* 2014; 49: 61–72, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.03.008>.
119. Tay D., Poh C.L., Kitney R.I. A novel neural-inspired learning algorithm with application to clinical risk prediction. *J Biomed Inform* 2015; 54: 305–314, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.12.014>.
120. Krist A.H. Electronic health record innovations for healthier patients and happier doctors. *J Am Board Fam Med* 2015; 28(3): 299–302, <https://doi.org/10.3122/jabfm.2015.03.150097>.
121. Altini M., Casale P., Penders J., Amft O. Personalized

- cardiorespiratory fitness and energy expenditure estimation using hierarchical Bayesian models. *J Biomed Inform* 2015; 56: 195–204, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.008>.
- 122.** Gardeux V., Bosco A., Li J., Halonen M.J., Jackson D., Martinez F.D., Lussier A.Y. Towards a PBMC “virogram assay” for precision medicine: Concordance between ex vivo and in vivo viral infection transcriptomes. *J Biomed Inform* 2015; 55: 94–103, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.03.003>.
- 123.** Василевский Ю.В., Симаков С.С., Гамилов Т.М., Прямоносков Р.А. Персонализированная вычислительная оценка фракционированного резерва кровотока. В кн.: Материалы V съезда биофизиков России. Т. 1. Под ред. Рубина А.Б., Узденского А.Б. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета; 2015; с. 14. Vasilevskiy Yu.V., Simakov S.S., Gamilov T.M., Pryamonosov R.A. Personalizirovannaya vychislitel'naya otsenka fraktsionirovannogo rezerva krovotoka. V kn.: *Materialy V sezda biofizikov Rossii*. T. 1 [Patient-specific computational assessment of fractional flow reserve. In: Materials of the 5th Congress of Russian Biophysicists. Vol. 1]. Pod red. Rubina A.B., Uzdenkogo A.B. [Rubin A.B., Uzdenkiy A.B. (editors)]. Rostov-on-Don: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta; 2015; p. 14.
- 124.** Wang S., Jiang X., Wu Y., Cui L., Cheng S., Ohno-Machado L. EXpectation Propagation LOGistic REGression (EXPLORER): Distributed privacy-preserving online model learning. *J Biomed Inform* 2013; 46(3): 480–496, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.03.008>.
- 125.** Петров Д.А., Галёв К.И.С., Проскурин С.Г. Моделирование В-скана оптической когерентной томографии методом Монте-Карло на основе воксельного представления структуры объекта. Фундаментальные исследования 2016; 5–2: 275–278. Petrov D.A., Galeb K.E.S., Proskurin S.G. Optical coherence tomography B-scan simulation using monte carlo method with voxel geometry representation of an object. *Fundamentalnye issledovaniya* 2016; 5–2: 275–278.
- 126.** Соловьева О.Э. Моделирование миокарда: от клетки до органа. В кн.: Материалы V съезда биофизиков России. Т. 1. Под ред. Рубина А.Б., Узденского А.Б. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета; 2015; с. 48. Soloveva O.E. Modelirovanie miokarda: ot kletki do organa. V kn.: *Materialy V sezda biofizikov Rossii*. T. 1 [Myocardial modeling: from cell to organ. In: Materials of the 5th Congress of Russian Biophysicists. Vol. 1]. Pod red. Rubina A.B., Uzdenkogo A.B. [Rubin A.B., Uzdenkiy A.B. (editors)]. Rostov-on-Don: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta; 2015; p. 48.
- 127.** Ayvaz S., Horn J., Hassanzadeh O., Zhu Q., Stan J., Tatonetti N.P., Vilar S., Brochhausen M., Samwald M., Rastegar-Mojarad M., Dumontier M., Boyce R.D. Toward a complete dataset of drug–drug interaction information from publicly available sources. *J Biomed Inform* 2015; 55: 206–217, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.04.006>.
- 128.** Chen Y., Ghosh J., Bejan C.A., Gunter C.A., Gupta S., Kho A., Liebovitz D., Sun J., Denny J., Malin B. Building bridges across electronic health record systems through inferred phenotypic topics. *J Biomed Inform* 2015; 55: 82–93, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.03.011>.
- 129.** Liu B., Madduri R.K., Sotomayor B., Chard K., Laciniski L., Dave U.J., Li J., Liu C., Foster I.T. Cloud-based bioinformatics workflow platform for large-scale next-generation sequencing analyses. *J Biomed Inform* 2014; 49: 119–133, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.01.005>.
- 130.** Fricke W.F., Rasko D.A. Bacterial genome sequencing in the clinic: bioinformatic challenges and solutions. *Nat Rev Genet* 2014; 15(1): 49–55, <https://doi.org/10.1038/nrg3624>.
- 131.** Gotz D., Wang F., Perer A. A methodology for interactive mining and visual analysis of clinical event patterns using electronic health record data. *J Biomed Inform* 2014; 48: 148–159, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.01.007>.
- 132.** Kakouros N. Distributed storage healthcare — the basis of a planet-wide public health care network. *Open Med Inform J* 2013; 7: 1–7, <https://doi.org/10.2174/1874431101307010001>.
- 133.** Klann J.G., Buck M.D., Brown J., Hadley M., Elmore R., Weber G.M., Murphy S.N. Query Health: standards-based, cross-platform population health surveillance. *J Am Med Inform Assoc* 2014; 21(4): 650–656, <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2014-002707>.
- 134.** Le T., Chaudhuri S., Chung J., Thompson H.J., Demiris G. Tree testing of hierarchical menu structures for health applications. *J Biomed Inform* 2014; 49: 198–205, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.02.011>.
- 135.** Guidance for industry and food and drug administration staff. 2016. URL: <https://www.fda.gov/downloads/medicaldevices/deviceregulationandguidance/guidancedocuments/ucm482022.pdf>.
- 136.** Похиленко О.В. Безопасный способ обмена и хранения данных, используя облачные хранилища. Современные тенденции развития науки и технологий 2016; 6–1: 78–83. Pokhilenko O.V. Secure way to share and store data using cloud storage. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* 2016; 6–1: 78–83.
- 137.** Пономарева Н.С., Панич А.Е. Экспертная система поддержки принятия решений в оценке состояния репродуктивной системы человека. В кн.: Материалы V съезда биофизиков России. Т. 2. Под ред. Рубина А.Б., Узденского А.Б. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета; 2015; с. 24. Ponomareva N.S., Panich A.E. Ekspertnaya sistema podderzhki prinyatiya resheniy v otsenke sostoyaniya reproduktivnoy sistemy cheloveka. V kn.: *Materialy V sezda biofizikov Rossii*. T. 2 [Expert decision-support system in assessing the state of human reproductive system. In: Materials of the 5th Congress of Russian Biophysicists. Vol. 2]. Pod red. Rubina A.B., Uzdenkogo A.B. [Rubin A.B., Uzdenkiy A.B. (editors)]. Rostov-on-Don: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta; 2015; p. 24.
- 138.** Westra B.L., Latimer G.E., Matney S.A., Park J.I., Sensmeier J., Simpson R.L., Swanson M.J., Warren J.J., Delaney C.W. A national action plan for sharable and comparable nursing data to support practice and translational research for transforming health care. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(3): 600–607, <https://doi.org/10.1093/jamia/ocu011>.
- 139.** Luo J., Wu M., Zhao Y. Big data application in biomedical research and health care: a literature review. *Biomed Inform Insights* 2016; 8: 1–10, <https://doi.org/10.4137/bii.s31559>.
- 140.** Klann G., Szolovits P., Downs S.M., Schadow G. Decision support from local data: creating adaptive order menus from past clinician behavior. *J Biomed Inform* 2014; 48: 84–93, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2013.12.005>.
- 141.** Shin D., Arthur G., Popescu M., Korkin D., Shyu C.-R.

Uncovering influence links in molecular knowledge networks to streamline personalized medicine. *J Biomed Inform* 2014; 52: 394–405, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.08.003>.

142. Смоляр О.В. Метод расчета требуемой производительности локальной вычислительной сети. Современные тенденции развития науки и технологий 2016; 6–1: 89–91. Smolyar O.V. A method for calculating the required performance of local area network. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* 2016; 6–1: 89–91.

143. Shyr C., Kushniruk A., Wasserman W.W. Usability

study of clinical exome analysis software: top lessons learned and recommendations. *J Biomed Inform* 2014; 51: 129–136, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.05.004>.

144. Кузнецов А.Б., Щегольков Л.А. Прогнозирование результатов лечения пациента в критическом состоянии. Н. Новгород: Издательство НижГМА; 2017. Kuznetsov A.B., Shchegolkov L.A. *Prognozirovanie rezultatov lecheniya patsienta v kriticheskom sostoyanii* [Predicting the results of treatment of a patient in a critical condition]. Nizhny Novgorod: Izdatelstvo NizhGMA; 2017.