

УДК 004.62

*Мурадова Г.И.*

Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан  
[gularamu@aztu.edu.az](mailto:gularamu@aztu.edu.az)

## БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

*В статье рассматриваются вопросы применения больших данных в медицине и биомедицинских исследованиях. Приведены примеры, демонстрирующие, как анализ больших массивов данных может эффективно решить проблемы в сфере здравоохранения. Показаны перспективные направления применения Big Data в медицине.*

**Ключевые слова:** *Big Data, анализ больших данных, персональная медицина, биомедицина, телемедицина.*

### Введение

Для повышения эффективности и качества оказания медицинских услуг информатизации здравоохранения уделяется большое внимание. Качество предоставляемых пациентам услуг, прозрачность системы здравоохранения и эффективность работы медицинского персонала во многом зависят от применяемых технологий. Медицинская помощь высокого качества – это помощь, которая приводит к улучшению качества жизни и увеличению ее продолжительности.

Устаревшие методы анализа и сбора данных не соответствуют современным требованиям, поэтому в настоящее время проявляется повышенный интерес к ИТ-решениям в Big Data. Необходима современная аппаратура, которая позволила бы создавать новые медикаменты гораздо проще и быстрее. Поэтому пришло время устройств, считывающих количественные данные и не нуждающихся в дальнейшей расшифровке. Теперь все большее количество решений будет основываться не на опыте и интуиции, а на данных и анализе. Постоянное накопление и анализ больших массивов данных позволяют создавать модели, с которыми можно проводить эксперименты. Таким образом исследователи, извлекая выгоду из данных, получают в результате выводы, представляющие научную ценность. Анализируя большие массивы данных, установив закономерности, можно создать модель объекта, которую предполагается использовать в самых разных целях. С помощью модели можно изучать свойства уже описанного реального объекта, а также делать вероятностные прогнозы. Развитие технологий больших данных и адаптация под новые задачи – это цель изучения Big Data. Эффективность использования больших объемов данных поможет улучшить работу системы здравоохранения, в частности при выборе соответствующих путей лечения, диагностики и т.д. [1].

Для того чтобы справиться с огромным объемом данных, необходимы новые решения. Большие данные – один из таких источников, который обеспечивает новые решения прежних вопросов и создает новые вопросы. Big Data – это множество подходов к решению задач при помощи определенного инструментария искусственного интеллекта (ИИ) на больших объемах данных. Анализ больших данных может улучшить планирование медицинского обслуживания. Big Data требует пересмотра существующего подхода с учетом новых технологий. Big Data – это «технологии и архитектуры нового поколения для экономичного извлечения ценности из разноформатных данных большого объема путем их быстрого захвата, обработки и анализа». Множество отраслей применяют эти технологии.

Целью исследования касательно улучшения работы системы здравоохранения является ответить на следующие вопросы:

- являются ли большие данные в медицине чем-то новым?
- какие преимущества имеет аналитика информационных систем здравоохранения?

- что можно сказать по поводу новых областей медицинских исследований?
- насколько точным должно быть прогнозирование при применении технологий Big Data, чтобы использовать их в качестве критерия для оценки моделей управления данными в сравнении с имеющимися критериями?
- как реально оценивать и что представляет собой «значительный» вклад в систему здравоохранения?

Медицина является одной из отраслей, которая становится потребителем технологий больших данных.

На многочисленных научных конференциях широко освещаются научная значимость и перспективы технологий больших данных. Проблемы Big Data обсуждались на IEEE 20th International Conference on Web Services (2013). В Бостоне на Big Data in Healthcare Conferences (апрель, 2015) рассматривались методы предиктивной аналитики. На Conference on Big Data (2014) при Гарвардском университете большое внимание уделялось конфиденциальности данных. На 20th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD 2014) освещались вопросы прогнозного анализа в эпоху больших данных: Workshop on Connected Health at Big Data Era.

Передовые зарубежные журналы описывают современные технологии и эффективные управленческие решения в широком спектре областей обработки больших данных. Journal of Policy Analysis and Management (2014), ежемесячный журнал Nature Biotechnology и многие медицинские журналы уделяют большое внимание вопросам больших данных в медицине. В Journal of Big Data Intelligence показано, что Big Data analytics (BDA) в медицине имеет большое будущее. Информационные системы, такие как electronic health records (EHR), computerized physician order entry (CPOE), picture archiving communications system (PACS), clinical decision support systems (CDSS) и Laboratory information systems, широко используются в медицинских учреждениях, госпиталях, больницах и клиниках. Онлайн-журналы Data for Good, Journal of Electronic Resources in Medical Libraries и др. обсуждают источники получения данных, способы ее хранения и обработки, значение аналитической обработки Big Data и областей ее практического применения.

Компьютерные технологии, в частности технологии больших данных, принципиально изменяют сегодняшнюю медицину и создают новый системный подход к диагностике и лечению пациентов. Основной целью нашего исследования является изучение текущего состояния применения технологий Big Data в здравоохранительной системе в мировом масштабе.

### **Big Data и медицина**

Институты здравоохранения ежедневно используют большие объемы данных, относящиеся к оказанию медицинской помощи, такие как изображения, видео, мониторинг, в реальном времени. Для них необходимы новые методы сбора, хранения и обработки. Первые компьютерные программы решали задачи простого обобщения цифровых данных. Ежеминутная генерация огромного количества новых данных от простых телефонных звонков вызова врача до загрузки информации через сайты социальных сетей требует модернизации здравоохранения, предполагает тесное объединение ИТ, науки и клинической терапии для достижения наилучших клинических или профилактических результатов. Принятие решений о внедрении решений Big Data обеспечивается путем планирования первоначальных действий. Осознание возможностей, которые открываются при извлечении новых знаний из накопленных данных, подразумевает «культурный уровень». Научный уровень образован математическими методами анализа данных, позволяющими совершать открытия в медицине, химии, биологии и других дисциплинах. Технологический уровень предполагает переориентацию ИТ со счетных задач как основного приложения на сбор, хранение, обработку больших массивов данных с

поддержкой аналитических методов [2, 3].

В этом контексте данные можно было бы подразделить на следующие основные группы:

1. Клинические данные (записи из клинических учреждений).
2. Данные генотипа.
3. Социальные медиаданные.
4. Данные об окружающей среде (экологические данные).
5. Данные, записанные с помощью носимых устройств.
6. Мобильные данные (с мобильных устройств физических лиц).

Работа с большими данными предполагает следующие этапы:

Шаг 1. Постановка задачи анализа. Огромное количество данных требует новых подходов в управлении и анализе, так как применение традиционных методов обработки данных в некоторых случаях невозможно.

Шаг 2. Накопление данных из разных источников, которые рассмотрены выше.

Шаг 3. Предварительная обработка данных. Данные проверяются на непротиворечивость и достоверность. Для того чтобы обеспечить аналитикам доступ к данным, компании создают и поддерживают так называемые хранилища данных. Данные будут храниться в базе данных для следующего шага анализа.

Шаг 4. Анализ данных. Применяется большое количество приложений для сбора статистики, которая систематизирует полученные данные.

Шаг 5. Аналитические результаты будут представлены конечному пользователю в виде отчета, графиков и диаграмм, онлайн-рекомендации или принятия решений.

Шаг 6. Если результаты не имеют смысла, происходят переформулирование проблемы и переход к первому шагу.

Электронная форма работы в медицинских учреждениях сделала возможным отслеживание взаимосвязи между принимаемыми препаратами, их эффективностью, а также другие факторы, которые столь важны для фармакологических компаний. Главными задачами использования больших данных являются сокращение времени и средств при разработке новых препаратов и вывод на рынок за счет многофакторного анализа их эффективности. Теперь врач, в реальном времени изучая данные, полученные от множества специалистов, занимающихся лечением пациентов с единичными заболеваниями, может полагаться не только на собственные знания. Это позволит намного лучше анализировать эффективность применяемых методов лечения. Примеры использования технологий больших данных – это создание регистров пациентов с наследственными заболеваниями для подсчета объемов и потребностей в препаратах, упрощения диагностики и поиска скрытых зависимостей. Существующие множества ограничений на распространение данных о пациентах накладывают определенные ограничения на возможность такого анализа [4].

Наша жизнь будет вскоре наполнена множеством устройств, которые будут постоянно контролировать наше здоровье. Люди все больше занимаются самолечением. Развиваются открытые информационные системы для самодиагностики. Все больше и больше людей приобретают носимую электронику, а различные мобильные девайсы постоянно развиваются и наращивают функционал (уровень сахара, частота сердечных сокращений, давление, активность, диагностические анализы и прочее). В здоровых людей могут встраиваться USB-порты для диагностики. Уже сейчас в странах Запада анализы делаются дома самостоятельно, клиническая картина сохраняется в облаке, а общение с врачом происходит дистанционно – через Интернет. Технологические новинки – гаджеты позволят пациентам сэкономить на дорогостоящей послеоперационной реабилитации [5]. С помощью специальной гарнитуры, которая передает данные электрокардиограммы врачу, пациент, перенесший инсульт или травму головного мозга, может проходить

круглосуточные консультации и сеансы тестирования на дому. Большие объемы данных предполагают новые требования к трансформации здравоохранения.

### **Направления применения технологий Big Data в медицинских исследованиях**

Большие данные, обеспечивая охват большого виртуального пространства, позволяют внедрять инновационные решения при небольших затратах [6].

Современная медицина превращается в науку, где большие объемы информации о пациенте позволяют специалистам вести персонализированное лечение. Это новая модель организации медпомощи, основанная на выборе диагностических, лечебных и профилактических средств, которые являются оптимальными для конкретного пациента, с учетом его генетических, физиологических, биохимических, поведенческих и других особенностей. Исходя из этого, можно утверждать, что теперь любой процесс в организме человека можно наблюдать и измерять. Медицине нужны удобные инструменты для обработки, хранения и передачи массива данных. Организация *медицинской* помощи людям за счет рационального подбора лекарств – одно из актуальных направлений технологий Big Data. В определении наиболее эффективных в клиническом аспекте и рентабельных применяемых методов лечения может помочь анализ больших данных. Для фармацевтических и медицинских секторов обнаружение заболевания на ранних стадиях дает возможность моделировать будущий спрос на свою продукцию. Фармацевтические компании, используя потенциал больших данных, сокращают время и средства при разработке новых препаратов на этапе их вывода на рынок и затраты на проверку заведомо неперспективных компонентов при разработке лекарств. Это является основой для принятия решений об инвестициях в научные исследования и разработки. Важнейшей задачей повышения уровня здравоохранения является анализ глобальных закономерностей заболеваемости с целью выявления тенденций этих закономерностей на ранней стадии [7, 8].

Для улучшения охвата здравоохранением каждого пациента и населения в целом автором [9] определено 4-уровневое обследование с применением биоинформатики, нейроинформатики, клинической информатики и информатизации населения.

Глобализация в мире привела к тому, что население становится мобильнее, а географические границы – более размытыми, и для медицинских работников все более важно иметь возможность получить доступ к данным приезжих пациентов. Анализ и обработка больших данных, относящихся к определенным регионам и группам населения, улучшат планирование медицинского обслуживания. Раньше медицинские учреждения в основном имели дело с отдельными компаниями, которые разрабатывали и поставляли им аппаратуру, программное обеспечение, создавали прикладные решения «местного значения». Сейчас в эту сферу стали активно вторгаться государственные организации, и им необходим доступ к данным о пациентах в любой точке и в любое время. В США есть программа по созданию региональной инфраструктуры здравоохранения. InterSystems участвовала в реализации этой программы в Нью-Йорке. В созданной системе содержатся записи обо всех случаях взаимодействия 25–30 млн пациентов с врачами. При этом также важным является распознавание неструктурированной информации человеческого голоса и превращение ее в текст. Объемы данных получаются очень большими, так как человек говорит примерно в три-четыре раза больше, чем пишет. InterSystems предлагает технологии, позволяющие фильтровать сырые данные, извлекая из них информацию, имеющую ценность [10, 11]. Эта технология применима и для психически неполноценных людей. Так, например, можно обнаружить депрессию, ведь депрессивные лица, как правило, говорят более медленно.

В мире наблюдается огромный интерес к протеомике как для раннего обнаружения и мониторинга болезней, так и для разработки более эффективных методов лечения. В этой быстро развивающейся области основным вызовом является понимание механизма

взаимодействия около 300 000 протеинов в человеческом организме. Однако объем работ, которые необходимо выполнить, требует использования методов и приборов с большими производительностью, информативностью [1]. Использование технологий Big Data может обеспечить быстрый прорыв в протеомике.

Анализ литературных источников [11–27] дает возможность выделить следующие действующие медицинские проекты в области медицины:

**Персональный Геномный Проект** – это исследования в области персональной геномики и персональной медицины.

**Massachusetts Texnical University** – анализ геоданных для прогноза социально-значимых заболеваний (сердечно-сосудистые заболевания).

**InterSystems** – программа по созданию региональной инфраструктуры здравоохранения (быстрый доступ к данным 30 млн пациентов).

**GenePool** – секвенирование и выявление биомаркеров и систематизация потока полученных данных.

**Microsoft Research в Кембридже** – технология анализа и поиска по масштабным базам данных в виде графов.

**Proteus Digital Health** – исследования эффективности медпрепаратов, контроль за их приемом, удаленный мониторинг состояния пациента.

**StationX** – ПО для расшифровки генома с помощью поиска участков-маркеров, отвечающих за определение патологии.

**Система Watson IBM Big Data** – анализ специфических симптомов, история наследственных заболеваний, синтез этих данных с доступной неструктурированной и структурированной медицинской информацией, включая медицинские книги и статьи.

### Анализ возможностей и перспективы Big Data

Анализ больших объемов данных (Big Data analytics – BDA) направлен на понимание хода лечения каждого пациента. Прогресса стоит ожидать в области геномики и персонализированной медицины для принятия врачебных и управленческих решений. По предложению президента США Б.Обамы ведущими научными учреждениями США принята десятилетняя исследовательская программа, которая называется «Карта активности мозга». На мегапроект «Геном человека» потратили 3,8 млрд долларов, а в экономику, согласно правительственному исследованию, вернулось уже 800 млрд [12].

Геномика занимается расшифровкой и определением последовательности нуклеотидов в ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота). Эти данные очень объемны и поступают в разных форматах, которые традиционно обрабатываются разными программами. Для BDA требуются выделение суперкомпьютерных мощностей и создание специализированной среды, которая «переводила» бы информацию разных омиксных данных, интегрировала их и анализировала на одном экране [13]. Автоматизация основных этапов «чтения» ДНК позволит людям, больным раком, проходить специализированные тесты, которые помогут в короткое время определить, какое лечение применимо именно для них [14, 15]. Разработанный в Гарвардской Медицинской Школе «Персональный геномный проект» (PGP), использующий большие данные, поставил перед собой цель секвенирования и публикации готовых геномов и медицинских документов 100 000 добровольцев, чтобы направить исследования на персональную геномику и персональную медицину [16]. В рамках проекта планируется выполнить расшифровку персональных геномов множества добровольцев, их генетические данные вместе с записями из медицинских карт будут доступны для дальнейшего анализа [17].

Методы компьютерного анализа в сравнительной геномике технологии Big Data применяются в биоинформатике. Проект GenePool занимается секвенированием и выявлением биомаркеров и систематизирует весь огромный поток полученных данных [18,

19]. Применение технологии Big Data, расшифровывающей этот массив данных, и выявляет закономерности в геномном мире. С помощью технологий Big Data ученые проанализировали геномы многих тысяч человек – больных и здоровых. Основываясь на анализе огромного количества информации генетического кода, система подбирает лечение. Так, например, болезнь Альцгеймера зависит от генов, участвующих в развитии рассеянного склероза и паркинсонизма [20–22].

Новые технологии больших данных в области биомедицины используются в технологии секвенирования генетической архитектуры и нацелены на улучшение состояния персонального здоровья и здоровья населения в целом [23–25].

В настоящее время фундаментальные исследования в медицине направлены на изучение патологических процессов заболеваний человека, выявление новых способов лечения и диагностики этих заболеваний. Телемедицина – это использование телекоммуникаций и информационных технологий для предоставления услуг здравоохранения на расстоянии. Телемедицина удобна для людей, проживающих в отдаленных регионах. Автором [26] рассматривается, как Big Data трансформирует телемедицину. Данные от интеллектуальных устройств позволяют в режиме реального времени проводить мониторинг хронических заболеваний, оптимизировать дозировку препаратов и улучшать результаты лечения пациентов. Развитие системной биологии и молекулярной биомедицины, гибридных и клеточных технологий привело к необходимости систематизации и разработки процедурных аспектов внедрения (трансляции) накопленных знаний в практику лечащего врача, с одной стороны, и сферу фармакобиоэкономики – с другой [27–29]. Анализ приложений mHealth показывает, что мобильная телемедицина реализована в области систем здравоохранения. В случае экстренного реагирования в связи с ухудшением состояния пациента, когда требуется принятие срочных мер, реализуются mHealth [30].

Система Watson, являющаяся платформой IBM Big Data, определяет диагноз на основе всех изученных данных. Watson for Clinical Trial Matching позволяет сузить спектр всех возможных исследований и быстро определить потенциальные совпадения, выполняет синтез поступающих данных с доступной неструктурированной и структурированной медицинской информацией, анализирует естественную речь [31].

Технологии Big Data применяются также для обработки данных геопозиционирования, когда анализируются перемещения человека, сравниваются общие закономерности перемещения для всей популяции и сопоставляются с рисками для здоровья [32].

Основная задача системы трехмерной цифровой медицины – обеспечение работы с параметризованным, тканевым и клеточным уровнями 3D-модели органов и систем человека в норме и в патологии [33]. Процесс биомеханического анализа любой биологической системы на основе разработанной физико-математической модели требует ввода данных о пространственной геометрии объекта. Для работы с полученными изображениями современные компьютерные томографы оснащаются специальным программным обеспечением, применяемым в области лучевой терапии и онкологии [34]. Развитие средств трехмерного моделирования для биомедицинской инженерии активно поддерживается, и здесь существуют перспективы для реализации технологий на основе суперкомпьютерных платформ [35]. Вопросы клинических систем поддержки принятия решений, биомедицинских изображений, высокопроизводительных вычислений и биомедицинского моделирования, анализа биоинформатики больших данных рассмотрены в данной статье [36].

В настоящее время медицинские организации генерируют и хранят колоссальные массивы данных. Количество информации, требующей анализа, продолжает непрерывно расти. Превратить эти большие данные в важнейшую практическую информацию является достаточно сложной задачей. Обработка этой неструктурированной информации дает возможность получить уникальные знания. Society of Actuaries (SOA) провело

исследование, в ходе которого были опрошены руководители учреждений здравоохранения и медицинских страховых компаний в США. Как говорится в отчете по итогам исследования, 66% руководителей видят большой потенциал технологий Big Data в здравоохранении [37–39].

Потенциальные преимущества больших данных аналитики в области медицины привели к государственной политике инициатив в Соединенном Королевстве. Премьер-министр Дэвид Кэмерон объявил об открытии медицинских данных каждого исследуемого пациента для исследований. Он подчеркнул также, что пациентам предоставляется право privacy conscious. Премьер-министр добавил, что «это не угрожает конфиденциальности, это не значит, что любой желающий может посмотреть ваши медицинские записи, но это означает использование анонимных данных для новых медицинских открытий. Это очень важно для исследований и инноваций, так как сектор здравоохранения является ареной для новаторского использования больших данных» [40].

### **Заключение**

Модернизация здравоохранения как один из ключевых государственных приоритетов предполагает консолидацию усилий информационных технологий и медицинских учреждений. Технологии больших данных открывают большие возможности для объединения всех биологических центров по всему миру. Исследовать структуру белков для определения новых методов диагностики раковых заболеваний, диагностировать врожденные заболевания, а также прогнозировать потенциальной рост рождаемости населения, доставлять лекарство прямо в нужную клетку и многие другие задачи необходимо решать с помощью Big Data. Точность прогноза растет вместе с ростом размерности данных, доступных для анализа. Анализируя большие потоки данных из самоотчетов и личных медицинских записей, в том числе медицинских тестов, прописанных лекарств, а также томографов, всевозможных датчиков, можно получить возможность резкого улучшения ситуации в сфере здравоохранения. Использование современных технических решений Big Data позволяет решать комплексные исследовательские проблемы в области геномных, клеточных, протеомных технологий и максимально быстро доводить полученные биомедицинские продукты и технологии до практического использования. Технологии Big Data дают новые возможности для расширенного анализа причин, симптомов и возможных проявлений болезни в случае, если пациент не изменит образа жизни. Узнав, рискам каких болезней мы подвержены, под руководством врача будет возможно корректировать состояние пациента. Болезнь при таком отношении к лечению просто не успеет проявиться. Доступность, непрерывность, удобство использования, масштабируемость, способность управлять на различных уровнях детализации, конфиденциальность и безопасность решений, а также контроль качества данных имеют важное значение для эффективного управления данными.

Применение технологии больших данных крайне востребовано, так как они могут решить актуальные задачи в медицинской и ряде смежных областей. Экспоненциальный рост объемов данных и новые средства их расширенного анализа могут преобразовать систему здравоохранения. Применение современных компьютерных методов решения этих проблем в будущем значительно увеличит продолжительность жизни людей. Большое будущее у больших данных в области медицины.

### **Литература**

1. Jee K., Kim G. Potentiality of Big Data in the Medical Sector: Focus on How to Reshape the Healthcare System / Healthcare Informatics Research, Korea, 2013, vol.19, no.2, pp.79–85.
2. Семашко А.В., газета «Новости медицины и фармации» гастроэнтерология (429) 2013.02.06.

3. Черняк Л. Серьезно о технологиях для Больших Данных // Открытые системы, 2014, №1, с.26–28.
4. Коптелов А. Что большие данные могут дать бизнесу? // CNews Аналитика, 2014. [www.cnews.ru/reviews/bi\\_bigdata\\_2014/articles/что\\_bolshie\\_dannye\\_mogut\\_dat\\_biznesu/](http://www.cnews.ru/reviews/bi_bigdata_2014/articles/что_bolshie_dannye_mogut_dat_biznesu/)
5. Carrera P., Dalton A. Do-it-yourself Healthcare: The current landscape, prospects and consequences//Maturitas, 2014, vol.77, no.1, pp.37–40.
6. Майер-Шенберг В., Кукьер К. «Большие данные», Москва 2014, с.9–109.
7. «Большие данные», большое дело, большая проблема / ITU News <https://itunews.itu.int/Ru/Note.aspx?Note=4879>
8. Raghupathi W., Raghupathi V. Big Data analytics in healthcare: promise and potential // Health Information Science and Systems, 2014, vol.2, no.3, p.10.
9. Herland M., Khoshgoftaar T.M., Wald R. A review of data mining using big data in health informatics // Journal of Big Data, 2014, vol.1, no.2, pp.4–7.
10. Большие Данные в медицине и здравоохранении [www.osp.ru/medit/2014/04/13040834.html](http://www.osp.ru/medit/2014/04/13040834.html)
11. Кречетов Н.Е., Кондратенков В.А., Зеленская Ю.В. Международный опыт использования технологий intersystems в здравоохранении // Врач и информационные технологии, 2006, №4, с.125–131.
12. Константинов А. Мозг из машины // Эксперт, 2013, №11, с.8–11.
13. Геном как коллаيدر <http://chr.dk.ru/tech/2015/7/1/emc/>
14. <https://ru.wikipedia.org>
15. Tripp S., Grueber M. Economic Impacts of the Human Genome Project / Battelle Memorial Institute, 2011, 6 p.
16. [http://en.wikipedia.org/wiki/Personal\\_Genome\\_Project](http://en.wikipedia.org/wiki/Personal_Genome_Project)
17. Васильков А. Медицина становится персонализированной под влиянием «больших данных», [www.computerra.ru/88609/big-data-improve-personalized-medicine/](http://www.computerra.ru/88609/big-data-improve-personalized-medicine/)
18. How GenePool Works. [www.stationxinc.com/how-genepool-works](http://www.stationxinc.com/how-genepool-works)
19. Научно-популярный портал о генетике <http://mygenome.su/articles/112/>
20. Lambert J., Ibrahim-Verbaas C, Harold D. Meta-analysis of 74,046 individuals identifies 11 new susceptibility loci for Alzheimer's disease // Nature genetics, 2013, no.45, pp.1452–1458.
21. Swarup V., Geschwind D.H. Alzheimer's disease: From Big Data to mechanism // Nature, 2013, vol. 500, pp.34–35.
22. Bettens K., Sleegers K., Broeckhoven C., Genetic insights in Alzheimer's disease/ The lancet neurology, 2013, vol.12, no.1, pp.92–104.
23. Мулдашев Э.Р., Нигматуллин Р.Т. и др. Перспективы реализации концепции p4 в краниофациальной хирургии, Вестник ОГУ ФГБУ 2012, №12 (148), с.136–138.
24. Bradley W., Golding S., Herold C. Globalization of P4 medicine: predictive, personalized, preemptive and participatory-summary of the proceedings of the Eighth/ International Symposium of the International Society for Strategic Studies in Radiology, 2011, no.258(2), pp.571–582.
25. Shaikh A., et al. Collaborative Biomedicine in the Age of Big Data: The Case of Cancer // Journal Med Internet Res, 2014, vol.14, no.4, pp.101–109.
26. Coakley M., Crocetti G., Dressner P., Kellum W. Transforming Telemedicine Through Big Data Analytics, Cornell University Library, 2015, 10 p.
27. Kuo M., Sahama T., Andre W. Kushniruk A., Health big data analytics: current perspectives, challenges and potential solutions// International Journal of Big Data Intelligence, 2014, vol.1, no.1/2, pp.114–126.
28. Сучков С., Ризинг К., Роуз Н. Трансляционная медицина – миф или реальность? // «Ремедиум», 2013, №5, с.10–17.



29. Health and Biomedical Big Data for Translational Research <http://med.unsw.edu.au/event/health-and-biomedical-big-data-translational-research>
30. Шалковский А.Г., Купцов С.М., Берсенева Е.А. Актуальные вопросы создания автоматизированной системы дистанционного мониторинга здоровья человека // Врач и информационные технологии, 2016, №1, с.67–79.
31. IBM Watson Health. [www.interface.ru/home.asp?artId=37954](http://www.interface.ru/home.asp?artId=37954)
32. Трифонова О.П., Ильин В.А. «Большие данные» в биологии и медицине, Acta Naturae, Медицина и здравоохранение, ГРНТИ: Научная библиотека, 2013, №3, с.14–17.
33. Турлапов В., Гаврилов Н., Сапрыкин Н. Платформа цифровой медицины // Открытые системы, 2014, № 05, с.64–66.
34. Skripcak T., Belka C., Bosch W. Creating a data exchange strategy for radiotherapy research: Towards federated databases and anonymised public datasets // Radiotherapy and Oncology, 2014, vol.113, no.3, pp.303–309.
35. Гиглавый А.В., Соколов А.В., Абдрахманова Г.И., Чулок А.А., Буров В.В. Долгосрочные тренды развития сектора информационно-коммуникационных технологий // Форсайт, 2013, №3, с.6–24.
36. Advanced Computing Solutions for Health Care and Medicine // Journal of Computational Science, 2012, vol.3, no.5, pp.247–438.
37. [www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2012/040612d.html](http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2012/040612d.html)
38. Alyass A., Turcotte M., Meyre D. From big data analysis to personalized medicine for all: challenges and opportunities // BMC Medical Genomics 2015, vol.8. [www.biomedcentral.com/1755-8794/8/33](http://www.biomedcentral.com/1755-8794/8/33)
39. Shinal J. If clean, big data can improve U.S. health care, Special / USA today, 2014. [www.usatoday.com/story/tech/columnist/shinal/2014/05/14/medical-privacy-health/9087873/](http://www.usatoday.com/story/tech/columnist/shinal/2014/05/14/medical-privacy-health/9087873/)
40. Tene O., Striks H. Big Data for All: Privacy and User Control in the Age of Analytic Northwestern // Northwestern Journal of Technology and Intellectual Property, 2013, vol.11, no.5, pp.239–272.

#### UOT 004.62

##### **Muradova Gülarə İ.**

Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan  
[gularamu.aztu.edu.az](http://gularamu.aztu.edu.az)

##### **Böyük verilənlər səhiyyə sistemində**

Məqalədə böyük verilənlərin tibbdə və biotəbabət tədqiqatlarında tətbiqi məsələlərinə baxılır. Səhiyyə sahəsində problemləri effektiv azalda bilən verilənlər massivinin analizini təqdim edən nümunələr göstərilir. Böyük verilənlərin tibbdə tətbiqinin perspektiv istiqamətləri göstərilir.

*Açar sözlər:* Big Data, böyük verilənlərin analizi, fərdi tibb, biotəbabət, teletibb.

##### **Gulara I. Muradova**

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan  
[gularamu.aztu.edu.az](http://gularamu.aztu.edu.az)

##### **Big Data in Healthcare**

The paper highlights the application issues of Big Data in medicine and biomedical research. Examples of Big Data analyses, which can significantly reduce problems in healthcare, are given. Promising Big Data implementations in healthcare are presented.

*Keywords:* Big Data, Big Data analysis, personalized medicine, biomedicine, telemedicine.