

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОДХОДА К ЛЕЧЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA

© 2020 **Миронова Александра Леонидовна**

студент

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

© 2020 **Гаврилюк Екатерина Юрьевна**

студент

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

© 2020 **Гусякова Анастасия Владиславовна**

студент

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

© 2020 **Свалова Анна Сергеевна**

студент

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

© 2020 **Гончар Вероника Николаевна**

студент

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

Данная статья посвящена информационным технологиям в медицине, а именно применению технологии Big Data для подбора индивидуального лечения пациента, больного онкологическим заболеванием. Рассмотрены причины применения данной технологии, а также исследования, подтверждающие ее эффективность. Проведен анализ системы IBM Watson for Oncology, базирующейся на исследуемой технологии. Осуществлено моделирование системы организации индивидуального варианта лечения онкологически больного пациента с применением технологии Big Data.

Ключевые слова: информационные технологии, Big Data, медицина, лечение, анализ данных, моделирование, аналитика.

В условиях глобальной цифровизации ни одна сфера деятельности человека не остается без внимания к информационным технологиям, реализуемых путем использования множества взаимосвязанных научных и технических областей знания. Этот механизм, ставший доступным благодаря научно-техническому развитию нашего общества, повышает качество жизни человека, значительно упрощая многие технологические процессы.

Концепция Big Data на сегодняшний день является актуальным инструментом информационных технологий по работе с огромными массивами данных во многих проблемных областях, таких как клиентский сервис, финансовые услуги, телекоммуникации, горнодобывающая и нефтяная промышленность и другие. Неоценим вклад данной технологии в медицине, так как в рамках этого направления компьютерные

технологии могут использоваться не столько как инструмент для ускорения расчетов, а как помощник, расширяющий человеческие возможности в выборе информации и принятии решений.

Активное внедрение технологии Big Data в медицине связано с новыми тенденциями во взаимоотношениях врача и пациента — в формате технологий персонализированной медицины, ориентированной на конкретного пациента, для которого важны прогнозирование, профилактика заболеваний и индивидуально подобранное лечение.

Сфера здравоохранения не успевает «идти в ногу» с ошеломляющей скоростью появления новой информации, включающей в себя многочисленные данные о лабораторных исследованиях, медицинских испытаниях и различных физиологических параметрах человека. В связи

с этим концепция Big Data позволяет перейти на принципиально новую ступень в современной медицине — персонализированную и предупреждающую. Анализ накопленных историй болезни и карт диагностики позволит ввести в практику врачей информационные системы поддержки принятия врачебных решений. Алгоритмы машинного обучения, которые умеют находить статистические корреляции в огромных и даже всемирных массивах медицинских данных, откроют возможность оперативно составлять прогнозы и рекомендации для отдельного пациента. Предполагается, что это должно стать вспомогательным инструментом современного лечащего врача и обеспечить высокое качество и эффективность лечения.

Использование Big Data в сфере здравоохранения продиктовано необходимостью решать глобальные проблемы человечества. Население планеты с каждым годом увеличивается на 1,33%, поэтому прогнозирование эпидемий, борьба с существующими болезнями и усовершенствование методов лечения в целом — злободневные задачи мирового сообщества [1].

В решении насущных проблем можно серьезно продвинуться, взяв за основной инструмент — анализ данных. Уже сегодня технологии сбора и анализа информации позволяют выявить как заболевания отдельных пациентов, так и дать прогноз по поводу состояния здоровья целой социальной группы.

Проведенное исследование Университета Кейптауна, в котором команда исследователей совершила открытие: проанализировав шесть наиболее распространенных видов онкологических заболеваний, подтвердило, что каждый из этих видов рака характеризуется отчетливо выраженной комбинацией генов. Информация об открытии была опубликована 20 мая 2016. Анализ накопленных результатов о состоянии здоровья тысяч пациентов с генетической точки зрения показал, что у рака груди, кишечника, легких, яичников и мозга есть отчетливые генетические маркеры. По словам руководителя исследования, команда не смогла бы совершить открытие, если бы у нее не было доступа к массивам Big Data [2].

Приведенные ранее исследования послужили толчком для разработки уникальной системы IBM Watson. Одним из многочисленных примеров использования системы IBM Watson является помощь докторам в выявлении роли

генетического фактора при диагностировании и лечении онкологических и редких патологий. Система анализирует геномные данные с электронной медицинской картой пациента, фильтрует информацию о таких же заболеваниях и, обработав ее, передает данные специалисту [3].

Можно выделить следующие ключевые функции Watson for Oncology:

- Извлечение ключевых атрибутов из медицинской карты пациента (обработка всего содержимого медицинских карт пациентов на естественном языке в случае интеграции с EMR — Electronic Medical Record);

- Рекомендации по лечению с доказанной эффективностью (базируются на информации с экспертным обучением Memorial Sloan Kettering Cancer Center для предоставления вариантов лечения с разной степенью достоверности на основе доказательной базы MSK);

- База знаний в области онкологии (дополняет рекомендуемые варианты лечения релевантными доказательными данными из обширной базы знаний, включающей в себя более 300 медицинских журналов, 250 учебников и 15 миллионов страниц текста, и обрабатываемой на естественном языке с помощью расширенных алгоритмов машинного обучения);

- Анализ данных, ориентированный на пациента, который осуществляет поиск дополнительных доказательных данных в статьях, соответствующих характеристикам пациента и рассматриваемым вариантам его лечения.

Перед созданием модели определим контекст моделирования, включающий в себя субъект моделирования, цель моделирования и точку зрения на модель.

Субъектом является сама система индивидуального подхода к лечению пациента, больного онкологией.

Цель моделирования — создать наглядный образец системы выполнения медицинского процесса «Подбор индивидуального лечения онкологически больного пациента».

После определения контекста моделирования можно приступать к построению контекстной диаграммы в нотации IDEF0, иногда называемой «черным ящиком». Данный тип диаграммы позволяет показать, что подается на вход работы и что является результатом работы, без детализации ее составляющих. Данная диаграмма (рисунок 1) содержит только одну работу, которая будет представлять изучаемый процесс

в целом. В данной системе — это «Подбор индивидуального лечения для пациента с онкологическим заболеванием».

Иницирующим событием является обращение пациента с жалобами за медицинской помощью, именно оно подается на вход (рисунок 1). Результатом процесса является составленное врачом-онкологом индивидуальное лечение для пациента с учетом рекомендаций по лечению с доказанной эффективностью от Watson for Oncology.

Рассматриваемый медицинский процесс регулируется следующими нормативно-правовыми актами: Приказом Министерства здравоохранения РФ от 15 ноября 2012 г. N 915н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «онкология» (с изменениями и дополнениями) и Федеральным законом от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных». Также элементами управления на диаграмме являются должностная инструкция врача-онколога, содержащая функциональные обязанности врача и порядок их выполнения, медицинская практика лечащего врача и его коллег в современном онкологическом центре, в котором функционируют информационные системы и базы данных с постоянно пополняющейся медицинской информацией данного центра и медицинская наука, включающая в себя медицинскую литературу, постоянно обновляющиеся рекомендации, передовые методики, исследования, медицинские

журналы, учебники и статьи.

Основные механизмы, выполняющие работу, это — врач-онколог, оборудование для диагностики рака, необходимое на диагностическом и эндоскопическом этапах обследования больного, а также Watson for Oncology, программное обеспечение, оценивающее информацию из медицинской карты пациента, обращающееся к медицинским знаниям и выдающее потенциальные варианты лечения с разными уровнями достоверности вместе с доказательной базой. Врач-онколог может выбрать оптимальную стратегию лечения, исходя из своего профессионального опыта.

После создания контекстной диаграммы (A-0), которая представляет собой описание контекста моделируемой системы, проводится функциональная декомпозиция: система разбивается на подсистемы и каждая подсистема описывается в том же синтаксисе, что и система в целом.

Рассмотрим полученную диаграмму декомпозиции (рисунок 2).

Первым этапом после обращения пациента с жалобами является контактная работа врача с пациентом (A1). Данный блок регулируется должностной инструкцией врача-онколога, Приказом Министерства здравоохранения РФ и медицинской практикой, которая, в свою очередь, регулирует все блоки данного уровня декомпозиции. Механизмами выполнения данной работы являются врач-онколог и оборудование

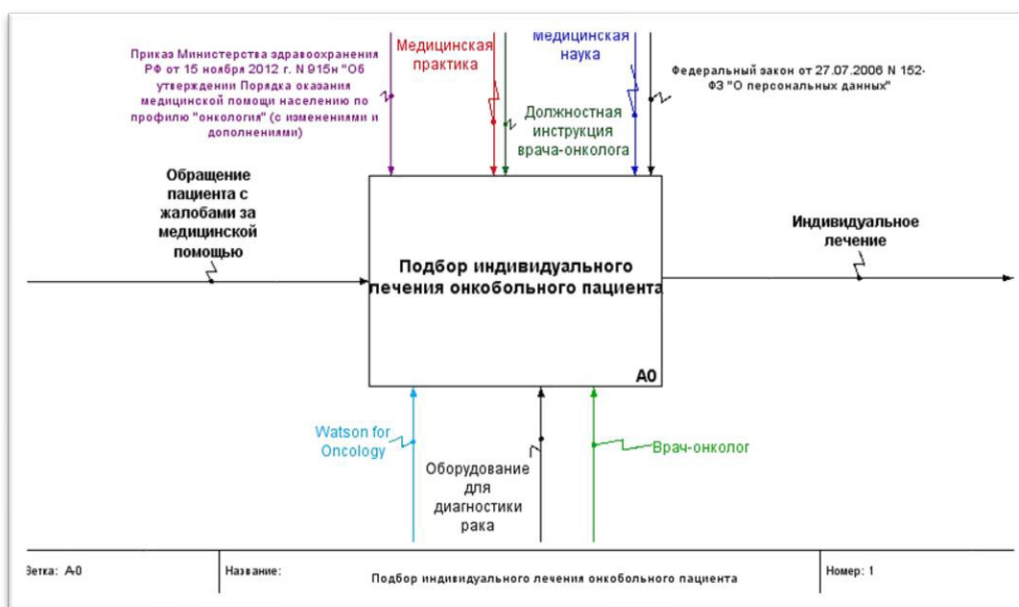


Рисунок 1. Контекстная диаграмма A-0

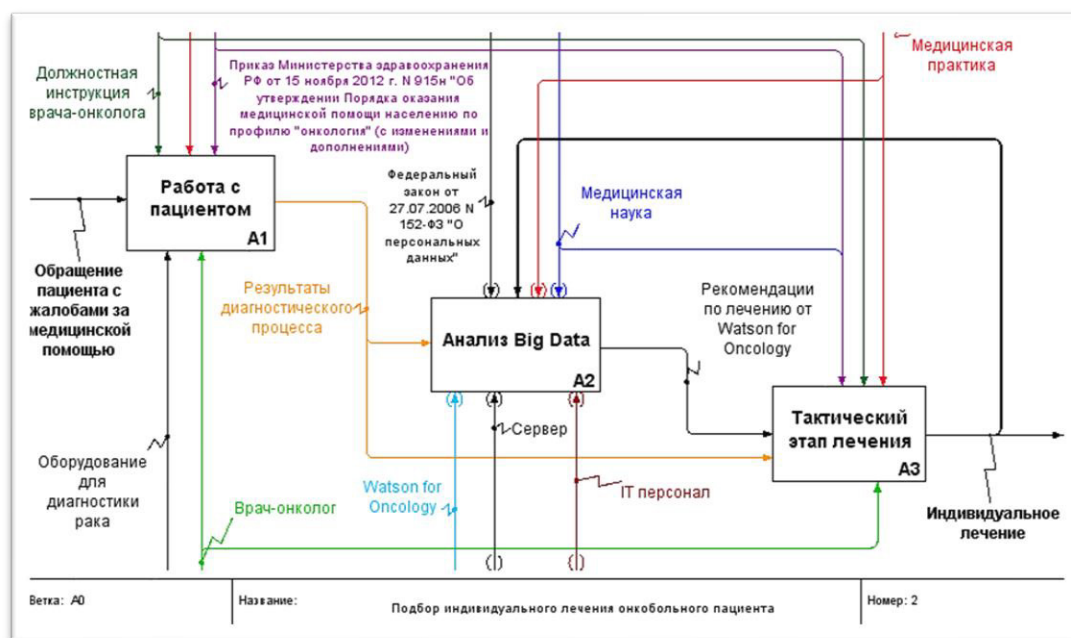


Рисунок 2. Диаграмма декомпозиции уровня А0

для лабораторной диагностики рака. Результат выполнения данной работы в декомпозиции — результаты диагностического процесса, которые являются входящей информацией для следующего блока — «Анализ Big Data».

Блок «Анализ Big Data» (A2) представляет собой автоматизированную аналитическую составляющую медицинского процесса, так как в рамках цифровизации компьютерные технологии могут использоваться не столько как инструмент для обработки и хранения больших объемов медицинской информации, а как помощник, расширяющий возможности врача в выборе информации и принятии решений. В дальнейшем данный блок должен быть продекомпозирован в нотации DFD, так как является исключительно информационным процессом.

Как видно на рисунке 2, результатом данного процесса являются рекомендации по лечению от Watson for Oncology, управлением — Федеральный закон о персональных данных, упомянутые выше медицинская наука и практика, выступающие в роли обучающей медицинской информации для IBM Watson, а также индивидуальное лечение, полученное в результате медицинского процесса.

Важно отметить тот факт, что результат функционирования всей системы — индивидуальное лечение, то, зачем обращался пациент к врачу, является ценной информацией, полученной в рамках концепции Big Data. Данный факт

является особенностью моделируемой системы, так как полученный результат может функционировать как управление модели, которым при обращении уже другого пациента с похожим анамнезом может обучаться и в дальнейшем руководствоваться Watson for Oncology, накапливая тем самым свою базу знаний в области онкологии.

Аналитика в рамках Big Data невозможна без следующих механизмов: IT-персонала, выполняющего функцию управления информационными системами, Watson for Oncology — ПО, предоставляющего рекомендации по лечению, и сервера, на котором находятся все данные, необходимые для полноценного функционирования баз данных и платформы IBM Watson.

Тактический этап (A3) в разработке индивидуального лечения для онкологически больного пациента является заключающим. Он регулируется должностной инструкцией врача-онколога, медицинской практикой и медицинской наукой. Данный процесс непосредственно выполняет врач-онколог, после анализа полученной информации из предыдущих этапов, устанавливая причинно-следственные связи и уточняя окончательный диагноз, он разрабатывает план дальнейшего лечения.

Таким образом, была создана модель современной системы, способной подбирать индивидуальное лечение с учетом рекомендаций системы IBM Watson for Oncology для пациента,

большого онкологическим заболеванием.

Была смоделирована система, в которой осуществляется весь цикл лечения от обращения пациента с жалобами к врачу до создания плана индивидуального лечения с учетом всех информационных подсистем, используемых в данном медицинском процессе.

Данный цикл гарантирует более точный и эффективный подбор лечения, так как позволяет создать модель персонализированной медицины, в которой благодаря технологии Big Data учитываются индивидуальные физиологические показатели каждого пациента, а не обезличенные статистические данные, накопленные годами и потерявшие свою актуальность для современной цифровой медицины.

В ходе выполнения курсовой работы было выявлено, что использование Big Data может изменить способ управления, анализа и использования данных в медицинской сфере. Но при этом, внедрение технологии Big Data сегодня затруднено в связи с некоторыми факторами, например:

- У медицинских центров нет большой заинтересованности делиться информацией о пациентах друг с другом, что снижает потенциал для накопления и обработки Big Data. Но, когда они начнут получать деньги на основе положительных результатов лечения пациентов, а не за сам факт оказания помощи то появится финансовый стимул для обмена данными, которые могут быть использованы для улучшения жизни пациентов при сокращении расходов на страховые компании.

- Отсутствие единого стандарта ведения истории болезни также препятствует реализации данной технологии. Информационным компаниям необходимо создать единый протокол обмена медицинскими данными, которого пока нет. Чем больше будет доступной и стандартизированной медицинской информации из самых разных стран мира, тем точнее будет аналитическое описание болезней и прогнозы.

- Обилие лишней информации: примерно 78% медицинских данных не структурированы, фильтровать и анализировать такие объе-

мы информации сложно. Сам сбор информации сегодня ничего не стоит: хранение данных обходится дешевле, чем уничтожение. Но обилие несущественной информации может привести аналитические системы к ложным выводам. Например, о ложной зависимости между возникновением заболевания и внешними факторами [4].

Несмотря на трудности в реализации технологии Big Data в медицинской сфере, шаг навстречу цифровизации медицины в нашей стране сделан.

Так, в 2016 году в РФ был сформирован ГОСТ Р 52636–2006, который определяет параметры электронной медицинской карты. А в 2020–2025 годах Минздрав в сотрудничестве с Ростехом готовят масштабное внедрение Единой государственной информационной системы в здравоохранении (ЕГИСЗ), предназначенной, в частности, для «развития систем электронного медицинского документооборота и внедрения единых стандартов информационного обмена в этой сфере» [5].

В связи с вышесказанным можно обозначить следующие перспективы во внедрении рассмотренной системы по созданию индивидуального подхода к лечению и развитию технологии Big Data в рамках здравоохранения в целом.

Медицина достаточно консервативная область и всё новое внедряется с некоторой задержкой, поэтому полезно медицинским структурам иногда осматриваться и следить, как другие отрасли справляются с Big Data, извлекая из них пользу. Они могут вдохновить на появление прогрессивных идей, их быстрое внедрение и адаптацию. Здравоохранению необходимо догнать другие отрасли, которые уже перешли от стандартных методов, основанных на регрессии, к более ориентированным на будущее, таким как интеллектуальная аналитика. Специалистам здравоохранения необходимо тщательно собирать медицинские данные и искать лучшие стратегии для их использования, примером которых может стать система по созданию индивидуального подхода к лечению онкологически больного пациента.

Библиографический список

1. Big Data в здравоохранении: как и для чего медицина использует Большие Данные? [Электронный ресурс]: DataSides | Whatever you want to know about Data Science. — Режим доступа: http://ru.datasides.com/big-data-medicine/#_nbsp

2. IBM Watson for Oncology [Электронный ресурс]: IBM Российская Федерация. — Режим доступа: <https://www.ibm.com/ru-ru/marketplace/clinical-decision-support-oncology>
3. Когнитивная система IBM Watson Health — прорыв в сфере здравоохранения [Электронный ресурс]: Mentamore — информационно-познавательный портал. — Режим доступа: <https://mentamore.com/covremennye-texnologii/kognitivnaya-sistema-ibm-watson-health-proryv-v-sfere-zdravooxraneniya.html>
4. Применение Big Data в медицине [Электронный ресурс]: Блог Medical Note о здоровье и цифровой медицине. — Режим доступа: <https://blog.mednote.life/articles/technology/primenenie-big-data-v-medicine>
5. Big data на страже здоровья: как и зачем медицинские организации собирают и хранят данные [Электронный ресурс]: Хайтек — Медиа про высокие технологии в России и лучшие мировые практики. — Режим доступа: <https://hightech.fm/2018/09/21/bigdata-med>