Л.А. ЦВЕТКОВА,
к.б.н., с.н.с. «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, Москва, Россия, idmz@yandex.ru
О.В. ЧЕРЧЕНКО,
научный сотрудник ФГБНУ «Дирекция НТП», г. Москва, Россия, olya.cherchenko@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIG DATA В ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОММЕРЧЕСКИХ ПЕРСПЕКТИВ

УДК 004.418

Цветкова Л.А., Черченко О.В. ***Внедрение технологий Big Data в здравоохранение: оценка технологических и коммерческих перспектив*** *(Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия; ФГБНУ «Дирекция НТП», г. Москва, Россия)*

ОТОЗВАНА/RETRACTED
10.06.2022

Аннотация. Рассмотрены научно-технологические и коммерческие перспективы развития технологий «Большие данные» (англ. Big Data) в области здравоохранения в мире и России. Выполнен патентно-конъюнктурный анализ направлений Big Data в медицине. Показан высокий потенциал формирования новых рынков и рыночных ниш для услуг и сервисов в данной области. Выявлены основные направления патентования технологических решений для использования Big Data в биомедицине и здравоохранении. Дана оценка конкурентоспособности России в освоении формирующегося глобального рынка Big Data в медицине.

Ключевые слова: *большие данные, Big Data, здравоохранение, перспективные области внедрения, патентный анализ, технологические тренды, российские разработки, конкурентоспособность.*

На рубеже 2012–2013 гг. технологии Big Data вышли за рамки предметной области ИТ и стали все глубже проникать в структуры управления, бизнес, промышленность и науку. Аналитики прогнозируют стремительный рост рынка инструментов и методов Big Data. По оценкам International Data Corporation (IDC), объемы хранящихся данных будут ежегодно увеличиваться на 40%, а рынок технологий и услуг Big Data в 2017 г. достигнет $32,4 млрд долл. а к 2020 г. – 68,7 млрд долл. Еще более оптимистичнее прогнозы объема рынка Big Data приведены в маркетинговом исследовании компании Wikibon. Согласно ее прогнозу, объем рынка Big Data достигнет к концу 2017 г. 50 млрд долл. [1, 2].

Результаты специально проведенного аналитического опроса, целью которого была оценка степени внедрения технологий Big Data в различных отраслях, демонстрируют, что в системах здравоохранения различных стран мира практическое применение этих технологий пока крайне ограничено *(рис. 1)* [3]. Тем не менее, целесообразность и перспективность использования технологий Big Data в медицине и системе здравоохранения в последние годы широко обсуждается профессиональным сообществом [4, 5, 6].

Мировым лидером по разработке и внедрению технологий Big Data в здравоохранении на сегодняшний день являются США. Главное основание для их развития – экономическая эффективность от их внедрения. По мнению аналитиков McKinsey Global

© Л.А. Цветкова, О.В. Черченко, 2016 г.

Рис. 1.
Внедрение технологий Больших данных в мире в различных отраслях
Источник: Аналитический обзор рынка Big Data [3]

ОТОЗВАНА / RETRACTED
10.06.2022

Institute, использование технологий Big Data в здравоохранении США будет формировать финансовый поток объемом 300 млрд долл. в стоимостном выражении, из которых две трети – за счет снижения расходов системы здравоохранения США [7]. Некоторые эксперты утверждают, что даже сравнительно небольшие инвестиции в массовое внедрение технологий Big Data в этой области могут в короткие сроки существенно повысить уровень качества жизни людей [8, 9]. Например, исследователи Калифорнийского университета (США) показали, что простой анализ данных, публикуемых в социальных сетях, позволяет предсказывать всплески поведения, провоцирующего ВИЧ, что дает возможность разработать систему противоэпидемических мероприятий в конкретном регионе мира.

В Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года технологии обработки «Больших данных» обозначены в числе «прорывных для мировой индустрии, в которых в перспективе 10–15 лет с высокой вероятностью может быть обеспечена глобальная технологическая конкурентоспособность России» [10].

О необходимости «внедрения технологий масштабирования баз знаний и внедрения систем поддержки принятия врачебных решений в повседневную деятельность» говорилось и в государственной программе РФ «Развитие здравоохранения» 2014 г. [11].

Очевидно, что применение технологий Big Data для анализа все более сложных массивов медицинских данных открывает новые возможности в области здравоохранения. Основные задачи, стоящие перед разработчиками технологий Big Data в медицине, определяются, главным образом, особенностями циркулирующих в современном здравоохранении и биомедицине данных. Эти данные зачастую являются непреодолимыми для обработки с помощью традиционного программного обеспечения не только из-за их объема, но и из-за разнообразия типов данных и скорости, с которой они должны анализироваться.

Формирующийся из разнообразных по структуре, формату, достоверности источников массив медицинской информации, как полагают эксперты, на 78% представляет собой неструктурированный набор файлов, таблиц, рисунков, графиков, их описаний и зачастую противоречивых выводов и суждений [5].

Источники медицинских данных включают в себя:

- клинические данные для поддержки принятия решений различной специализации (диагностическая, прогностическая, с эле-

ментами искусственного интеллекта, управления, уход за больными и т.д.), в виде стандартизированных данных из электронных историй болезни;

- зарегистрированные данные с датчиков мониторинга и записывающих устройств;
- генерируемые экспертами конкретные показатели, письменные заметки и медицинские рецепты;
- звукозаписи и визуальные образы;
- данные специализированных исследований;
- данные о лекарственных препаратах;
- данные неотложной помощи;
- административно-паспортные данные;
- данные о страховании и медицинском страховании;
- социальные публикации в СМИ, в том числе twitter-ленты, блоги, обновления статусов на Facebook и других платформ и веб-страниц;
- данные об опыте и результатах использования методов нетрадиционной медицины и непрофессиональных инициатив в области здравоохранения и медицины;
- нормативные и законодательные документы из области социальной медицины, общественного здравоохранения, рынка здравоохранения, политики и культуры;
- данные медицинской науки [12].

На сегодняшний день достигнут значительный прогресс в инструментах и стоимости сбора и хранения данных. Самой актуальной проблемой при оперировании в среде Big Data стала разработка алгоритмов комплексного анализа и интерпретации данных в режиме реального времени. Перманентный сбор и анализ информации на уровне продвинутой аналитики (Advanced analytics) не только позволяет на ранней стадии замечать любые отклонения и аномалии в показаниях, но и выявлять скрытые закономерности. Так, например, анализ геномных данных показал, что случаи лейкоза, которые когда-то считались одной нозологией, позволяют дифференцировать их на две: одну с лучшим прогнозом, другую с менее оптимистичным. Это стало возможным только путем объединения клинических данных и данных геномного анализа с помощью технологии Big Data [13].

Возможные применения отдельных направлений технологий Big Data в биомедицине и здравоохранении

Наиболее остро необходимость новых программно-технических средств, опирающихся на методы анализа больших объемов данных, наблюдается в биоинформатике и биомедицине.

Методы полного геномного секвенирования генерируют такой большой объем данных, содержащих информацию об отдельных участках генома, что проблемой становится не только их обработка, но и запись на информационный носитель и передача копии данных в другую лабораторию. Традиционные алгоритмы анализа данных не справляются с поставленными перед ними задачами [14].

Ожидается, что прогресс в междисциплинарной области, объединяющей вычислительные и геномные технологии, приведет к беспрецедентным достижениям персонифицированной медицины. Появление методов секвенирования высокой пропускной способности уже позволило исследователям изучить генетические маркеры на широком спектре нозологий [15, 16] и повысить точность и специфичность анализов более чем на пять порядков с тех пор, как было завершено секвенирование генома человека [17], ассоциировать генетические причины с фенотипом заболевания [18].

Другим направлением биомедициины, развитие которого невозможно без применения подходов и технологий Big Data, является исследование микробиома. В США проект по исследованию микробиома человека «Human Microbiome Project» был запущен одновременно с известным проектом по исследованию генома человека Human Genome Project. В ходе его реализации в рамках Национальных институтов здоровья США создан специальный центр Data Analysis and Coordination Center. Реализуется совместный китайско-европейский проект MetaHit, где ведутся активные исследования в этом направлении. В России в ряде проектов по исследованию микробиома участвует Центр исследований и разработок ЕМС [19].

Еще одной важной задачей из области биоинформатики, решить которую позволят

ОТОЗВАНА/RETRACTED 10.06.2022

подходы и технологии Big Data является создание и сопровождение баз данных и знаний, таких как специализированные базы белковых структур, нуклеотидных последовательностей генов, метаболических путей, клеточных ансамблей и т.п. Число и объём информации подобных баз данных стремительно растет, работа с такими огромными массивами информации требует принципиально новых подходов к обработке данных и соответствующего программного обеспечения [12].

Большой потенциал применения технологий анализа больших массивов данных, генерируемых в области медицины и здравоохранения, эксперты видят и для решения множества проблем функционирования системы здравоохранения. Основные задачи, которые позволяют решить технологии Big Data: контроль за процессом лечения, определение наиболее эффективных методов лечения, предотвращение эпидемий.

ОТОЗВАНА/RETRACTED 10.06.2022

Развитию технологии Big Data в здравоохранении способствует параллельное создание межрегиональных медицинских баз данных. Объемы хранимой в них информации растут настолько быстро, что превосходят пропускную способность существующих медицинских информационных систем. Эксперты прогнозируют в течение ближайших четырех-пяти лет взрывообразный рост числа проектов по созданию региональных систем здравоохранения, позволяющих анализировать большие объемы данных (причем не только учетных данных, но и записи обо всех случаях взаимодействия пациента с врачами), а также организовать доступ к данным о пациентах в любой точке мира и в любое время [5].

Высокая актуальность внедрения технологий Big Data в медицине связана и с новыми тенденциями во взаимоотношениях врача и пациента в формате технологий мобильной медицины. Медицина становится все более ориентированной на конкретного пациента, для которого важны прогнозирование, профилактика заболеваний и персонализация лечения. Стандартные медицинские услуги отстают от запросов пациентов, которые хотят получать инструменты, позволяющие контролировать все больше физиологических параметров и которые все больше вовлекаются не только в процесс постоянного контроля за своим здоровьем, но и в управление здоровьем. На рынке уже существует множество беспроводных датчиков для измерения различных биофизических параметров пациента. Комбинация их с другими данными о повседневной жизни пациента – информации о системе питания, собранной, например, с помощью смарт-холодильников или информации от смарт-устройств тренажерного зала, смарт-весов – позволит оповещать в режиме реального времени врачей или обеспечивающих уход лиц, когда есть необходимость в их вмешательстве [20]. Почти все портативные электронные и диагностические устройства используются в комплекте с приложениями для смартфонов. Ожидается, что к 2013 г. число пользователей диагностических мобильных приложений достигнет 1,7 млрд человек. Рост объема данных, собираемых с носимых устройств, способствует развитию сегмента аналитических инструментов и технологий для их обработки. Рынок инструментов для аналитической обработки данных становится все более зрелым. Так, по информации агентства Ovum, он выростет с 5 млрд долл. в 2013 г. до ожидаемых 11 млрд долл. в 2018 г. со средним темпом роста на уровне 30%. Использование технологий Big Data позволяет в некоторых случаях сократить время исследования с 1 года до нескольких недель и помогает врачам определить риски возникновения заболевания [21].

Большой потенциал использования технологий Big Data в медицине связан с разработкой алгоритмов распознавания, дальнейшего анализа и интерпретации сигналов и изображений.

Сигналы с носимых устройств, характеризующиеся большим объемом и скоростью поступления, особенно при непрерывном использовании в режиме реального времени, генерируемые множеством подключенных к пациенту датчиков, обладают большой сложностью для обработки, хранения и анализа. Кроме того, анализ физиологических сигналов часто оказывается более значимым, когда эти данные представлены в контек-

сте ситуационной осведомленности, которая должна быть встроена в разрабатываемые системы непрерывного мониторинга и прогнозирования для обеспечения их эффективности и надежности. Важность разработки более совершенных всеобъемлющих подходов к изучению взаимодействия и корреляций между временными рядами мультимодальных клинических данных связана еще и с тем, что согласно ряду исследований, человеку сложно осмыслить изменения, о которых получено более двух сигналов. Большинство современных систем здравоохранения для создания механизмов оповещения в случае явных событий применяют многочисленные разрозненные устройства непрерывного мониторинга, работающие на основе единичных данных физиологической осциллограммы или дискретной информации о жизни пациента вне контекста с истинным физиологическим состоянием пациентов с более широкой и всеобъемлющей точки зрения. Отсутствие комплексного подхода к разработке и внедрению сигнальных систем, как правило снижает их надежность и продуктивность. Избыточное количество датчиков может привести к «усталости» и тревожности как у пациентов, так и у персонала, обеспечивающего уход [12].

ОТОЗВАНА/RETRACTED 10.06.2022

Значительный объем в медицинских информационных системах занимают изображения, являющиеся важным источником данных при диагностике, оценке и планировании терапии. Компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), рентген, молекулярная визуализация, ультразвуковое исследование, фото-акустическая томография, рентгеноскопия, позитронно-эмиссионная томография с компьютерной томографией (ПЭТ-КТ) и маммография – вот лишь некоторые из методов визуализации, применяемых в клинических условиях. Объем данных медицинских изображений может варьировать от нескольких мегабайт на одно исследование (например, гистологические изображения) до сотен мегабайт на одно исследование (например, тонкие срезы КТ, включающие до 2500+ сканирований в одном исследовании) [22]. Для хранения таких данных в течение длительного срока требуются мощные системы хранения данных, а также быстрые и точные алгоритмы, обеспечивающие возможность автоматизации процессов принятия решений, выполняемых с использованием этих данных. Кроме того, если в ходе диагностики, прогноза и лечения используются другие источники данных, получаемые для каждого пациента, то возникает проблема обеспечения когезионного хранения и разработки эффективных методов, позволяющих охватить широкий спектр данных [12].

С использованием инструментария Big Data проектируют новые продукты и разрабатывают глобальные маркетинговые стратегии фармацевтические компании.

Исторически сложилось, что фармацевтические компании контролировали как генерацию, так и распространение информации о своей продукции. Цифровые технологии ослабили этот контроль, открывая множество новых, независимых информационных каналов. Позиции фармацевтических компаний в этой сфере здравоохранения сегодня начинают занимать такие технологические компании, как Apple, IBM и Qualcomm Technologies. Новые игроки на фармрынке способны взаимодействовать с пациентами через приложения, устройства для мониторинга состояния здоровья и интернет-сообщества, что позволяет им собирать петабайты данных из любых источников, включающих электронные медицинские записи и анализ страховых исков. Ими разрабатываются передовые инструменты агрегации и анализа данных, позволяющие связать разнородные, сложные наборы данных и генерировать новое понимание безопасности и эффективности лекарственных средств. Например, платформа IBM Watson Health в партнерства с платформой компании Apple HealthKit использует передовую аналитику и возможности обработки естественного языка для обеспечения клинической поддержки принятия решений.

В ответ на это, фармацевтические компании вынуждены искать возможности предвидеть или быстро реагировать на новые вызовы, чтобы остаться основным авторитетным источником информации о своих продуктах. Основным прорывом с использованием подходов Big Data стала разработка цифровой экосистемы

в формате «больше, чем лекарство» («beyond the pill»), способной отслеживать состояние пациента и обеспечивать обратную связь между пациентом и другими заинтересованными сторонами, позволяя контролировать соблюдение режима лечения и управлять его результатами. Например, план ухода за пациентом с болезнью Паркинсона может включать схемы приема лекарств по технологии «чип на таблетке» («chip on a pill») для контроля приема лекарств с помощью SmartWatch, которая следит за состоянием пациента, напоминает о необходимости придерживаться назначенного лечения, а также отправляет отчеты неврологу о соблюдении назначений и состоянии здоровья пациента. Компания WellDoc уже выпустила первое одобренное Управлением по санитарному надзору над качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) мобильное приложение для управления диабетом типа 2 – BLUESTAR. Генерируемые таким образом данные позволят фармацевтическим компаниям продемонстрировать более высокую эффективность своих препаратов. Эксперты прогнозируют, что в течение пяти-семи лет, многие препараты, формирующие значительную часть фармацевтического портфеля, будут являться частью такой цифровой экосистемы [13].

Еще одно направление, где цифровые разработки будут стимулировать отдачу для фармацевтические компаний – разработка и освоение методов продвинутой (advanced) аналитики, в том числе предикативного (предиктивного) анализа, построения симуляторов и вариативных моделей. Например, фармацевтические компании и другие игроки здравоохранения получают возможность связывать и анализировать данные из страховых исков, клиник, лабораторий, датчиков, приложений, социальных медиа, и многих других источников для получения реальных доказательств об эффективности лекарственного средства, чтобы управлять возмещением расходов и клинической практикой. В этой среде в выигрыше окажутся те фармацевтические компании, которые смогу повлиять на алгоритм принятия клинических решений, предлагая врачам обоснованные сведения о лучших вариантах лечения, опирающиеся на передовую аналитику.

Эти решения используются также для оптимизации организационных процессов в маркетинге для управления клиентами и каналами продаж, как инструменты финансового и риск менеджмента.

Большой интерес к технологиям Big Data начинают проявлять страховые компании, заинтересованные в анализе данных, представляющих реальные доказательства обоснованности назначения лечения и лекарственных препаратов, а также их эффективности.

Патентный анализ различных технологических направлений Big Data

Чтобы оценить, насколько активно ведутся разработки технологий Big Data, призванных решить стоящие перед современной медицинской проблемы, а также с целью определения перспектив России по освоению сегмента мирового рынка технологий Big Data в медицине и выявления отечественных конкурентоспособных научно-технологических заделов, нами был выполнен многокритериальный патентный анализ по данному направлению.

Для его проведения была использована аналитическая БД Thomson Innovation (производитель – компания Thomson Reuters), которая охватывает патентные документы всего мира, а также позволяет искать их по полям уникальной реферативной базы патентных данных Derwent World Patent Index (DWPI), содержащей информацию о более чем 25 млн патентных семейств (50 млн документов) из более чем 50 юрисдикций [23].

При составлении поискового образа нами было учтено то обстоятельство, что само понятие Big Data, является собирательным и охватывает множество целевых подходов и технологий. За последние 2 года оно стало менее применимым, о чем свидетельствуют результаты последнего исследования компании Gartner «Hype Cycle for Emerging Technologies 2015» (Гипер циклы растущих технологий), в котором термин Big Data, обозначающий технологии обработки и анализа больших массивов данных, уже отсутствует. По мнению экспертов, тема больших данных не исчезла как таковая, а, перейдя в практическую плоскость, трансформирова-

ОТОЗВАНА/RETRACTED 10.06.2022

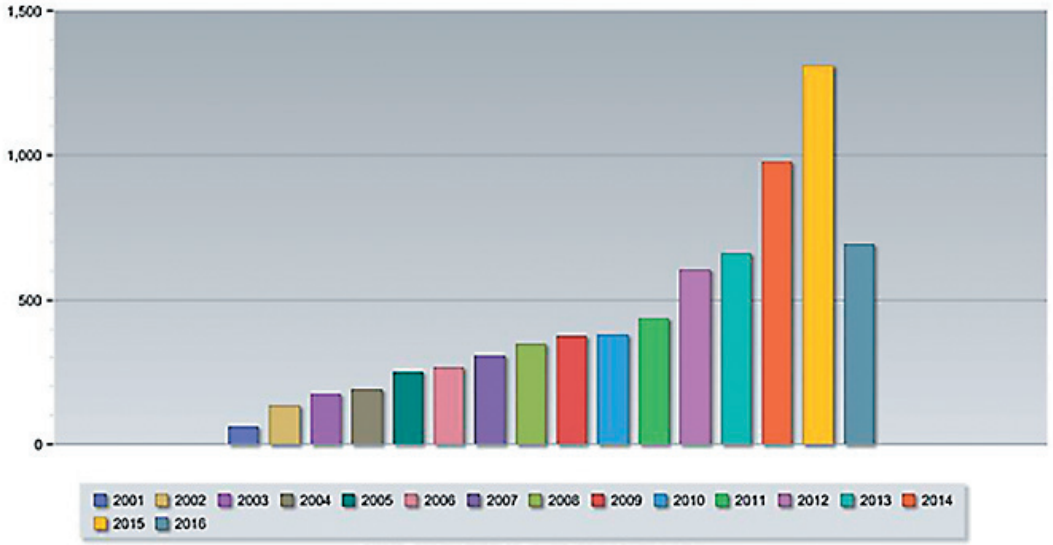

Рис. 2. **Динамика патентования по направлению «Big Data в медицине», 1994–2016 гг.**
Источник: Thomson Innovation, данные на 11.03.2016 г.

ОТОЗВАНА / RETRACTED
10.06.2022

лась во множество различных технологических направлений. Среди основных трендов, выделенных Gartner на пике чрезмерных ожиданий находятся технологии Интернет-вещей (Internet of Things), машинного обучения (Machine learning), решения для визуализации и самоанализа (Advanced Analytics with Self-Service Delivery) [24]. Поэтому при составлении поискового образа для патентного анализа нами учитывались дополнительные термины, связанные с данными группами технологий.

Выполненный нами анализ динамики патентной активности по направлению «Big Data в медицине» за последние 15 лет позволяет говорить о высокой динамике развития направления, выраженной в экспоненциальном росте числа предлагаемых технологических решений, начиная с 2007 г. *(рис. 2)*, что коррелирует с тенденциями увеличения мирового спроса на технологии Big Data.

Более подробный анализ патентной активности отдельных стран и распределения патентов по отдельным технологическим направлениям проведен нами за период с 2011 г. по 31 мая 2016 г.

Анализ распределения патентов по странам приоритета по данному направлению показал, что безусловным технологическим его драйвером на настоящий момент являются США, которым принадлежит более 35% всех запатентованных технологий. Вторым игроком, претендующим на лидирующие позиции на формирующимся технологическом рынке является Китай (21% патентов мира). Среди стран, которые уже включились в технологическую гонку по этому направлению – страны ЕС 14, Канада, Республика Корея, Великобритания, Япония, Австралия и Индия. Именно эти 10 стран владеют 97% охраноспособных решений, связанных с технологиями Big Data в медицине. К сожалению, Россия не вошла в их число *(рис. 3)*.

Обладателями самых объемных портфелей патентов являются крупные компании *(табл. 1)*, такие как SAMSUNG ELECTRONICS, MICROSOFT, SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS, IBM. Однако тот факт, что в число топ-30 правообладателей патентов на технологические решения Big Data в медицине вошли 6 университетов, говорит о том технологической зрелости и активно развивается в формате НИОКР.

Анализ динамики патентования по топ-10 отдельным областям техники, выделенным в соответствии с классами Международной патентной классификации (МПК), по которым запатентовано максимальное количество технологических решений на направлению «Big Data в медицине» показал, что с наибольшей активностью ведутся разработки, призванные решить проблемы комплексного анализа

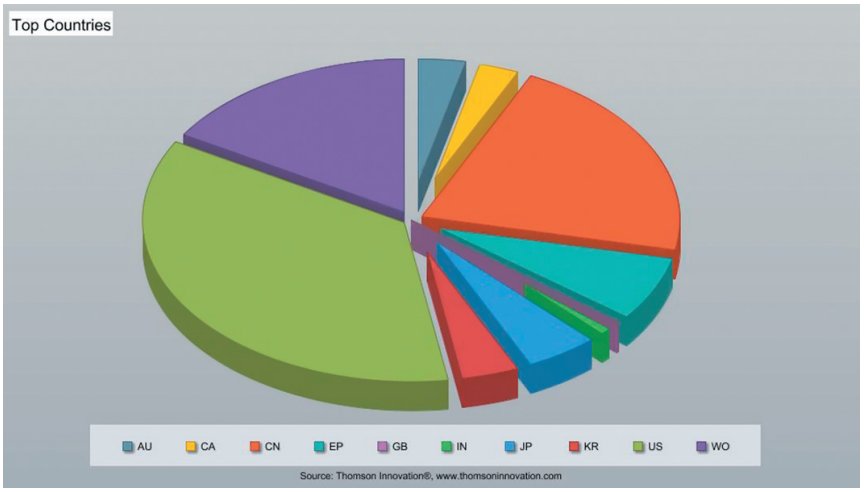

Рис. 3. **Распределение патентов по странам приоритета по направлению «Big Data в медицине» за 2011–2016 гг.**

Источник: Thomson Innovation, данные на 11.03.2016 г.

ОТОЗВАНА / RETRACTED
10.06.2022

данных, поступающих из много численных рассредоточенных источников в режиме реального времени, для решения диагностических задач и предикативного моделирования:

- обработка цифровых данных с помощью электрических устройств (к данному классу отнесены моделирующие устройства, предназначенные для математической обработки существующих или ожидаемых условий или состояний); устройства или способы цифровых вычислений или обработки данных для специальных применений специально предназначенные для специфических функций, (G06F0019, G06F0017);
- системы обработки данных или способы, специально предназначенные для административных, коммерческих, финансовых, управленческих, надзорных или прогностических целей, включая системы или способы, специально предназначенные для здравоохранения (G06Q0050);
- передача цифровой информации; управление передачей данных; обработка данных, поступающих с нескольких линий связи;

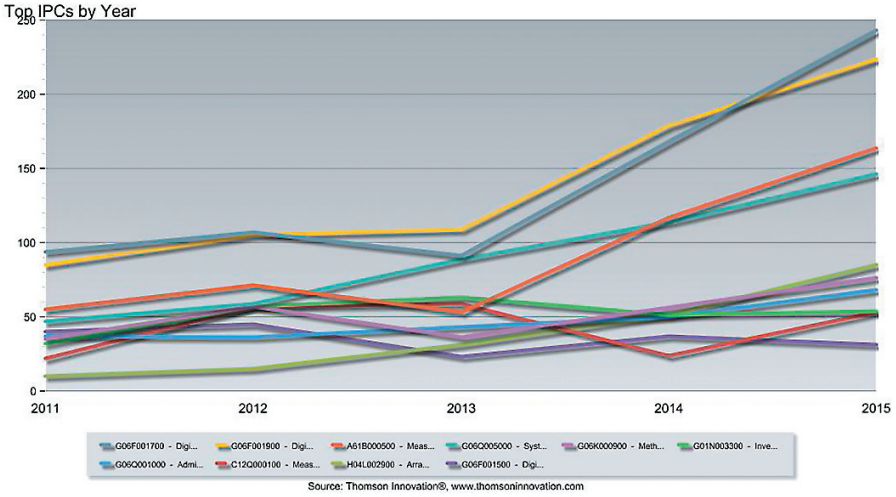

Рис. 4. **Динамика патентования по топ-10 классам МПК отдельных областей направления «Big Data в медицине» за 2011–2015 гг.**

Источник: Thomson Innovation, данные на 30.05.2016 г.

Таблица 1

Топ-20 правообладателей по направлению «Big Data в медицине» за 2011–2016 гг.

Патентообладатель	*Количество документов*
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	232
MICROSOFT CORP	164
SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS	156
IBM	110
KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV	107
HARVARD COLLEGE	70
UNIV CALIFORNIA	69
SIEMENS AG	63
HOFFMANN LA ROCHE	62
ROCHE DIAGNOSTICS GMBH	60
GEN ELECTRIC	50
SIEMENS CORP RES INC	48
SONY CORP	46
KONINKL PHILIPS NV	44
FUJIFILM CORP	43
HAFERLACH TORSTEN	39
DUGAS MARTIN	39
KERN WOLFGANG	39
KOHLMANN ALEXANDER	39
SCHNITTGER SUSANNE	39
SCHOCH CLAUDIA	39
HEARTFLOW INC	32
UNIV YALE	32
PROMETHEUS LAB INC	32
EDSA MICRO CORP	30
SIEMENS CORP	28
AGENCY SCIENCE TECH & RES	26
HITACHI LTD	25
HONEYWELL INT INC	24
FISHER ROSEMOUNT SYSTEMS INC	23

Источник: *Thomson Innovation, данные на 11.03.2016 г.*

ОТОЗВАНА / RETRACTED
10.06.2022

обеспечения контроля над большей частью сети и эффективного перемещения больших объемов данных; системы передачи и приема информации; системы «интеллектуального дома»; системы передачи видеопотока в режиме реального времени (H04L0029).

- измерение для диагностических целей (радиодиагностика; диагностика с помощью ультразвуковых, инфразвуковых и звуковых волн; опознание личности); в этой группе термин «измерение» включает в себя также определение или регистрацию (A61B0005);

В данных областях техники не только сосредоточено наибольшее число патентов, но и наблюдается наиболее ярко выраженная положительная динамика активности патентования *(рис. 4)*.

Более подробно выделить основные направления патентования в исследуемой технологической области позволил анализ карты, визуализирующей тематический патентный

ландшафт анализируемого направления *(рис. 5)*. При более детальном анализе каждой группы патентов можно выделить следующие основные направления Big Data в медицине, в рамках которых уже появились технологические заделы:

- системы поддержки принятия решений о способах лечения и организации лечебного процесса на основе продвинутой аналитики, включая системы идентификации пациентов с определенными заболеваниями, методы осуществления коллаборации между медицинским персоналом, методы и системы прогнозирования изменений физиологических и клинических состояний, Data mining);
- автоматизированные системы для фармакологии, включая моделирование и прогнозирование токсичности лекарственных препаратов, системы для рекомендации назначения лекарственных препаратов на основе анализа симптомов, аппараты, системы и методы оценки безопасности лекарственных средств с использованием комплексного анализа и визуализации фармакологических данных; системы для прогнозирования взаимодействия белков в таргентной точке лекарственного средства;
- управление ресурсами в среде больших данных;
- системы и методы для выявления взаимосвязей данных в режиме реального времени в среде больших данных;
- операционные системы Интернет-вещей и методы для осуществления обслуживания пользователей;
- системы распознавания и анализа медицинских изображений, в том числе дерматологических;
- системы распознавания речи;
- электронная цифровая подпись;
- использование мобильных и носимых на теле устройств в медицине;
- сбор данных об образе жизни из социальных сетей;
- навигационные медицинские информационные системы;
- телемедицина;
- системы дистанционного управления для пациентов;
- данные о микробиоме.

К сожалению, резиденты РФ пока не включились в процесс патентования технологических решений для использовании Big Data в биомедицине и здравоохранении. Нами обнаружены всего 4 патента с приоритетом РФ. При этом только из них выдан на территории РФ, остальные запатентованы в зарубежных патентных ведомствах и их правообладателями являются Корпорация EMC и компания Siemens.

ОТОЗВАНА/RETRACTED
10.06.2022

Рис. 5. **Тематическая карта патентов, соответствующих направлению «Big Data в медицине» за 2011–2016 гг.**

Источник: *Thomson Innovation, данные на 11.03.2016 г.*

Таблица 2

Правообладатели патентов РФ, охраняющих технические решения в области «Big Data в медицине»

Патентообладатель	*Количество документов*	*Доля от общего количества*
KONINKLEIKE PHILIPS ELECTRONICS NV	8	57,14%
DOW AGROSCIENCES LLC	1	7,14%
MICROSOFT CORP	1	7,14%
EBAY INC	1	7,14%
MIKHAJLOV OLEG ROSTISLAVOVICH	1	7,14%
DIALOG DEVICES LTD	1	7,14%
HOFFMANCO INTERNAT OY	1	7,14%

ОТОЗВАНА / RETRACTED 10.06.2022

Практически полное отсутствие России на карте патентного ландшафта по направлению «Big Data в медицине» не позволяет говорить о конкурентоспособности нашей страны в освоении даже отдельных ниш формирующегося глобального рынка, как это было заявлено в Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года.

Между тем, зарубежные компании уже начали подготовку к освоению внутреннего рынка России. Из 14 патентов, выданных Роспатентом, только один принадлежит резиденту РФ – индивидуальному заявителю. Правообладатели остальных 13-и патентов – зарубежные компании *(табл. 2)*.

Заключение

В российском профессиональном сообществе все еще ведется активная полемика по вопросам целесообразности и возможности использования технологий Big Data в различных секторах народного хозяйства, в том числе в системе российского здравоохранения. Эксперты, признавая, что цифровизация бизнес-процессов охватила практически все отрасли, отмечают, что Россия находится на самом начальном этапе использования этих технологий. Проекты по внедрению технологий Big Data консервируются на стадии прототипа, реже – на стадии пилотного проекта, и ни один из них не завершен убедительной историей успеха, что связано с крайне низким спросом на внедрение подобных технологических решений [25].

О серьезности инвестиционных рисков в проекты, связанные с применением технологий Big Data, говорит тот факт, что, по данным агентства Wikibon research, по состоянию на 2013 г. лишь 46% проектов достигли показателя 50%-ной отдачи от вложений. Примерно 2% респондентов оценили такие инвестиции как полностью невозвратные [26].

Тем не менее, эксперты отмечают, что рынок решений и инструментария Big Data будет сформирован в ближайшие 5 лет, и это дает российским разработчикам шанс успеть занять на нем заметные по объему ниши.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабурин В.А., Яненко М.Е.* (2014) Технологии Big Data в сервисе: новые рынки, возможности и проблемы // ТТПС. № 1 (27). С. 100–105.
2. *Кирьянова А.* (2014) Рейтинг: Кто и сколько зарабатывает на Big Data / CNews. http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2014/02/12/560348.
3. Аналитический обзор рынка Big Data (2015) / Московская Биржа. https://habrahabr.ru/company/moex/blog/256747/.

4. *Суворов Н.И., Беденков А.В.* (2015) Большие данные в Российском здравоохранении. Время пришло! // Ремедиум. – № 6. С. 60–61.
5. *Ревякина О.* (2014) Большие Данные в медицине и здравоохранении / Издательство «Открытые Системы». http://www.osp.ru/medit/2014/04/13040834.html.
6. *Sawa T.* (2014) Leading Advances in the Utilization of Big Data in the Healthcare Industry / White Paper Intel Health & Life Sciences. http://www.intel.ru/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/big-data-healthcare-tokyo-paper.pdf.
7. *Manyika J., Chui M., Brown B.* et al. (2011) Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity / McKinsey Global Institute.
8. *Савчук И.* (2014) Big Data – технология, рождающая новый тип бизнеса // Бизнес & информационные технологии. № 3 (36). http://bit.samag.ru/archive/article/1352#maintitle.
9. *Rivero E.* (2014) Twitter 'big data' can be used to monitor HIV and drug-related behavior, study shows / Medical press. http://medicalxpress.com/news/2014-02-twitter-big-hiv-drug-related-behavior.html.
10. Распоряжение Правительства РФ от 01 ноября 2013 г. № 2036-р (2013) Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года / Интернет-портал Правительства России. http://government.ru/docs/8024.
11. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 294 (2014) Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» / Интернет-портал Правительства России. http://government.ru/docs/11908.
12. *Belle A., Thiagarajan R., Reza Soroushmehr S.M., Navidi F., Beard D., Najarian K.* (2015) Big Data Analytics in Healthcare // BioMed Research International. Vol. 2015. P. 1–16.
13. *Champagne D., Hung A., Leclerc O.* (2015) The road to digital success in pharma / McKinsey&Company. http://www.mckinsey.com/industries/pharmaceuticals-and-medical-products/our-insights/the-road-to-digital-success-in-pharma.
14. *Исаев Е.А., Корнилов В.В.* (2013) Проблема обработки и хранения больших объемов научных данных и подходы к ее решению // Математическая биология и биоинформатика. Т. 8. № 1. С. 49–65.
15. *Hood L., Price N.D.* (2014) Demystifying disease, democratizing health care // Science Translational Medicine. Vol. 6. № 225.
16. *Davey J.W., Hohenlohe P.A., Etter P.D., Boone J.Q., Catchen J.M., Blaxter M.L.* (2011) Genome-wide genetic marker discovery and genotyping using next-generation sequencing // Nature Reviews Genetics. Vol. 12. № 7. P. 499–510.
17. *Treangen T.J., Salzberg S.L.* (2012) Repetitive DNA and next-generation sequencing: computational challenges and solutions // Nature Reviews Genetics. Vol. 13. № 1. P. 36–46.
18. *Koboldt D.C., Steinberg K.M., Larson D.E., Wilson R.K., Mardis E.R.* (2013) The next-generation sequencing revolution and its impact on genomics // Cell. Vol. 155. № 1. P. 27–38.
19. *Черняк Л.* (2014) Большие Данные на службе трансляционной медицины / Портал Computerworld Россия. http://www.computerworld.ru/articles/Bolshie-Dannye-na-sluzhbe-translyatsionnoy-meditsiny.
20. *Панкратов С., Ламанская Т.* (2014) Мобильные технологии в здравоохранении (mHealth): концепция и перспективы. Часть I. Здоровье как выделенное состояние организма и отклонения от него // Менеджер здравоохранения. № 2. С. 30–48.
21. Куда движется технологический рынок: перспективы для России (2014) Специальное издание Форума «Открытые инновации». http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-where-the-technology-market-is-heading-prospects-for-russia-rus/$File/EY-where-the-technology-market-is-heading-prospects-for-russia-rus.pdf.
22. *Seibert J. A* (2010) Modalities and data acquisition // Practical Imaging Informatics. Springer. P. 49–66.
23. Всемирный указатель патентов Derwent (2016) Thomson Reuters. http://thomsonreuters.ru/products/derwent-world-patents-index.
24. *Агеева А.* (2015) Интернет вещей затмил большие данные / CNews. http://www.cnews.ru/news/top/2015–10–06_internet_veshchej_zatmil_bolshie_dannye
25. *Демидов М.* (2013) Big Data в России: оцениваем возможности и риски / Cnews. http://www.cnews.ru/articles/big_data_v_rossii_otsenivaem_vozmozhnosti.
26. *Jeff Kelly* [2013] Enterprises Struggling to Derive Maximum Value from Big Data. / Wikibon http://wikibon.org/wiki/v/Enterprises_Struggling_to_Derive_Maximum_Value_from_Big_Data

ОТОЗВАНА/RETRACTED 10.06.2022

REFERENCES

1. *Baburin V.A., Janenko M.E.* (2014) Big Data technologies in service: new markets, opportunities and challenges // TTPS. № 1 (27). P. 100–105.
2. *Kir'janova A.* (2014) Rating: How and who earns with Big Data / CNews. http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2014/02/12/560348.
3. Analytical review of Big Data market (2015) / Exchange house of Moscow. https://habrahabr.ru/company/moex/blog/256747/.
4. *Suvorov N.I., Bedenkov A.V.* (2015) Big data in Russian health care. The time has come! // Remedium. № 6. P. 60–61.

5. *Revjakina O.* (2014) Big data in medicine and health care / Publishing house «Open Systems». http://www.osp.ru/medit/2014/04/13040834.html.
6. *Sawa T.* (2014) Leading Advances in the Utilization of Big Data in the Healthcare Industry / White Paper Intel Health & Life Sciences. http://www.intel.ru/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/big-data-healthcare-tokyo-paper.pdf.
7. *Manyika J., Chui M., Brown B.* et al. (2011) Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity / McKinsey Global Institute.
8. *Savchuk I.* (2014) Big Data – technology, promoting a new type of business // Business & information technologies. № 3 (36). http://bit.samag.ru/archive/article/1352#maintitle.
9. *Rivero* E. (2014) Twitter 'big data' can be used to monitor HIV and drug-related behavior, study shows / Medical press. http://medicalxpress.com/news/2014–02-twitter-big-hiv-drug-related-behavior.html.
10. Order of the Parliament dated 1 November 2013 № 2036-р (2013) On approving the Strategy for development of informational technologies field in Russian Federation during 2014–2020 and until 2025 year / Internet portal of Russian Government. http://government.ru/docs/8024.
11. Government Regulation of Russian Federation dated 15 April 2014 № 294 (2014) On approving the Russian State programme «Development of health care» / Internet portal of Russian Government. http://government.ru/docs/11908.
12. *Belle A., Thiagarajan R., Reza Soroushmehr S.M., Navidi F., Beard D., Najarian K.* (2015) Big Data Analytics in Healthcare // BioMed Research International. Vol. 2015. P. 1–16.
13. *Champagne D., Hung A., Leclerc O.* (2015) The road to digital success in pharma / McKinsey&Company. http://www.mckinsey.com/industries/pharmaceuticals-and-medical-products/our-insights/the-road-to-digital-success-in-pharma.
14. *Isaev E.A., Kornilov V.V.* (2013) The issue related to processing and storage of big volumes of scientific data and approaches to solving these challenges // Mathematical biology and bioinformatics. Vol. 8. № 1. P. 49–65.
15. *Hood L., Price N.D.* (2014) Demystifying disease, democratizing health care // Science Translational Medicine. Vol. 6. № 225.
16. *Davey J.W., Hohenlohe P.A., Etter P.D., Boone J.Q., Catchen J.M., Blaxter M.L.* (2011) Genome-wide genetic marker discovery and genotyping using next-generation sequencing // Nature Reviews Genetics. Vol. 12. № 7. P. 499–510.
17. *Treangen T.J., Salzberg S.L.* (2012) Repetitive DNA and next-generation sequencing: computational challenges and solutions // Nature Reviews Genetics. Vol. 13. № 1. P. 36–46.
18. *Koboldt D.C., Steinberg K.M., Larson D.E., Wilson R.K., Mardis E.R.* (2013) The next-generation sequencing revolution and its impact on genomics // Cell. Vol. 155. № 1. P. 27–38.
19. *Chernyak L.* (2014) Big Data serving translational medicine / Internet portal Computerworld Россия. http://www.computerworld.ru/articles/Bolshie-Dannye-na-sluzhbe-translyatsionnoy-meditsiny.
20. *Pankratov S., Znamenskaja T.* (2014) Mobile technologies in health care (mHealth): concept and perspectives. Part I. Health as an emphasized state of the organism and deviation from it // Menedzher zdravoohranenija. № 2. P. 30–48.
21. Where does the technological market heading to: perspectives for Russia (2014) A special edition of Forum «Open innovations». http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-where-the-technology-market-is-heading-prospects-for-russia-rus/$File/EY-where-the-technology-market-is-heading-prospects-for-russia-rus.pdf.
22. *Seibert J. A* (2010) Modalities and data acquisition // Practical Imaging Informatics. Springer. P. 49–66.
23. Derwent World Patents Index (2016) Thomson Reuters. http://thomsonreuters.ru/products/derwent-world-patents-index.
24. *Ageeva A.* (2015) Internet of consumerism on dig data / CNews. http://www.cnews.ru/news/top/2015–10–06_internet_veshchej_zatmil_bolshie_dannye
25. *Demidov M.* (2013) Big Data in Russia: evaluating the opportunities and risks/ Cnews. http://www.cnews.ru/articles/big_data_v_rossii_otsenivaem_vozmozhnosti.
26. *Jeff Kelly* [2013] Enterprises Struggling to Derive Maximum Value from Big Data. / Wikibon http://wikibon.org/wiki/v/Enterprises_Struggling_to_Derive_Maximum_Value_from_Big_Data

ОТОЗВАНА/RETRACTED 10.06.2022

UDC 004.418

Tsvetkova L.A., Cherchenko O.V. ***Implementation of Big Data technologies in the healthcare system: Evaluation of technological and commercial perspectives*** *(The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia; Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Moscow, Russia)*

Abstract. The article considers the trajectory of scientific-technological development and commercial perspectives of Big Data technologies in healthcare in Russia and the world and a patent-conjuncture analysis of areas of Big Data in medicine. There has been shown a high potential of new markets and market niches for services in this field. There are identified the main trends in the evolution of technological solutions in Big Data in in the field of health care. There has been an assessment done of the global competitiveness of Russian Big Data inventions in the field of medicine.

Keywords: *Big Data, public health service, perspective fields for implementation, patent analysis, technological trends, Russian inventions, competitive ability.*