

В.Г. ЗИНОВ,

д.э.н., главный научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, zinov-v@yandex.ru

О.В. ЧЕРЧЕНКО,

научный сотрудник ФГБНУ «Дирекция НТП», г. Москва, Россия, olya.cherchenko@mail.ru

БИОСЕНСЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: МИРОВЫЕ ДРАЙВЕРЫ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ

УДК 004.418

Зинов В.Г., Черченко О.В. *Биосенсерные технологии: мировые драйверы развития направления* (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия; ФГБНУ «Дирекция НТП», г. Москва, Россия)

Аннотация. На основании данных патентного анализа проанализирована динамика развития биосенсерных технологий в мире за период с 1995 по 2015 гг. Отмечена выраженная междисциплинарность предлагаемых технических решений и стабильный линейный рост патентной активности в течение последних 20 лет. Показано, что абсолютным технологическим лидером направления являются США, однако в течение 2010–2015 гг. отмечен резкий рост числа патентов, выданных резидентам Китая. Резиденты РФ демонстрируют крайне низкую по сравнению с другими странами изобретательскую активность в области создания биосенсорных устройств. Патентный ландшафт РФ по данному технологическому направлению характеризует стагнация патентной активности в 2014–2015 гг., незначительное число патентных документов, вышедших за пределы РФ, полное отсутствие триадных патентных семейств. Сделан вывод о низкой конкурентоспособности отечественных заделов в этой области, что следует учитывать при выборе научно-технологических приоритетов страны.

Ключевые слова: биосенсорные устройства, технические решения, патентная активность, технологические лидеры, компании-драйверы, российские разработки, конкурентоспособность, патентный анализ.



В новой экономической реальности, в которой РФ оказалась в связи с падением цен на энергоносители, особое значение приобрело определение перспектив ее научно-технологического развития. Поэтому в 2015 г. было принято решение о разработке стратегии научно-технологического развития России на долгосрочный период. Документ должен быть представлен осенью 2016 г. [1] и наделен статусом «документа стратегического планирования» [2].

Основная задача, стоящая перед разработчиками стратегии и научным сообществом РФ, которое примет участие в ее обсуждении – выбор ограниченного числа приоритетов технологического развития страны. Эти приоритеты должны обеспечить решение первоочередных социально-экономических задач РФ, среди которых особое место занимает повышение качества и продолжительности жизни россиян. Одним из трендов, позволяющих на современном техническом уровне решать эти задачи, является использование мобильных технологий для развития здравоохранения. Прогнозируется, что мобильные технологии могут радикально изменить сегодняшнее состояние медицины, в частности, осуществлять более точную и быструю диагностику, точнее определять границы устойчивости организма и стадии развития заболеваний [3]. В контур этого тренда вписано достаточно большое количество более самостоятель-

ных технологических направлений, подробно рассмотренных в статье Л.А. Цветковой с соавт., 2014 [4], из которых самым динамично развивающимся являются биосенсорные системы e-health.

Несмотря на отсутствие единого мнения, что называть биосенсором – аналитическую систему для работы с биологическим веществом или систему, содержащую биологическое вещество, больше данных в пользу определения, согласно которому биосенсором называется аналитическая система, содержащая биологический материал (ферменты, клетки, антитела, антигены, рецепторы, фрагменты ДНК), который находится в непосредственном контакте или встроен в физико-химический датчик [5].

В биосенсорных устройствах используются физико-химические преобразователи различных типов: оптические, акустические, кондуктометрические, калориметрические, электрохимические. Тип датчика определяется особенностью реакций и превращений в биологическом тестирующем элементе биосенсора, при этом невозможно найти какой-либо один, универсальный преобразователь [6].

В обзоре Балякина с соавт., 2015 [7] представлены результаты изучения существующих технических решений в области биосенсорных технологий, доступных к практическому внедрению на территории Российской Федерации. Составленный авторами список устройств содержит 176 наименований, что свидетельствует о том, что внутренний рынок для биосенсорных устройств уже начал формироваться.

Что же касается глобального рынка, то к 2018 г. может произойти более чем двукратный его рост по сравнению с 2012 г., (до 16,8 млрд. долл.). В качестве ключевых игроков, претендующих на этот рынок, называют США, страны Европы и Японию. Около половины этого рынка приходится на биосенсорные системы, применяемые для экспресс-диагностики. Выход на рынок таких тест-систем ожидается в 2015–2020 гг. [8].

Таким образом, разработка устройств медицинского назначения на основе биосенсорных технологий может рассматриваться как одно из приоритетных направлений в рамках развития технологий мобильной медицины.

Однако при выборе приоритетов научно-технологического развития РФ, с нашей точки зрения, недостаточно руководствоваться лишь показателями объемов мирового и внутреннего рынка, а также экономической и социальной значимостью тех или иных технологических областей. Крайне важно располагать объективными оценками уровня конкурентоспособности национальных заделов и ключевых промышленных драйверов. Источником таких данных может стать патентная статистика.

Целью настоящего исследования было выполнение многокритериального патентного анализа, характеризующего динамику и драйверы развития направления «биосенсорные устройства для измерения физиологических показателей человека», а также оценка конкурентоспособности отечественных научно-технологических заделов.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Информационной базой исследования являлся мировой массив патентных документов, связанных с развитием направления и опубликованных за период с 1995 по 2015 гг. Поисковый запрос, используемый для выполнения анализа, имел следующий вид: (sensor* and physiol*) or biosensor* or nanobiosensor*) and ((mobil* ADJ health*) or mhealth* or body* or wearable* or implant*)).

Многокритериальный патентный анализ был выполнен с использованием аналитической БД Thomson Innovation (производитель – компания Thomson Reuters), которая охватывает патентные документы всего мира и 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. Все патенты, прежде чем попасть в БД, проходят тщательную проверку и доработку. Например, выполняется заполнение отсутствующей информации о патентообладателе, корректировка ошибок написания, стандартизация имен, исправление ошибочных и добавление новых индексов, пропущен-

ных в IPCs и CPCs, детальная классификация DWPI, расширение и корректировка патентной семьи, добавление стран, не входящих в INPADOC и ведомств, подающих вне конвенции приоритета и др. [9].

На втором этапе анализа уже с использованием БД RUPAT ФИПС, содержащей полные тексты российских патентов на изобретение и (частично) заявок на изобретение за период с 1994 г. по 02.2016 г. [10], было уточнено количество патентов, полученных резидентами РФ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты выполненного анализа, всего за последние 20 лет (1995–2015 гг.) в мире было опубликовано 34 920 патентных документов, соответствующих используемому поисковому образу, число которых стабильно и линейно растет из года в год.

Рис. 1 манифестирует устойчивую уверенность разработчиков в востребованности новых технических решений и, по сути, отражает рыночный потенциал использования таких систем как элементов технологий мобильного здравоохранения.

Наибольшую коллекцию запатентованных технических решений по теме «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг. собрали резиденты США (рис. 2). Признавая за этой страной абсолютное лидерство (60% патентов мира) в разработке систем мобильного здравоохранения, нельзя не отметить значительную и динамично растущую долю патентов Китая и Японии – по 8,59% и 8,29% соответственно (табл. 1).

На рис. 3 визуализированы результаты распределения патентов по топ-5 странам приоритета по теме «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг. Отчетливо видно, что страной, начавшей активные исследования в этой области, вносящей наибольший вклад в развитие направления и удерживающей статус технологического лидера, являются США. Однако в последние пять лет стало очевидным, что появился новый активный участник борьбы за рынок биосенсорных устройств – Китай, который стремительно сокращает разрыв с лидером. Рост патентной активности Японии и стран Евросоюза характеризуется неустойчивой динамикой: в последние три

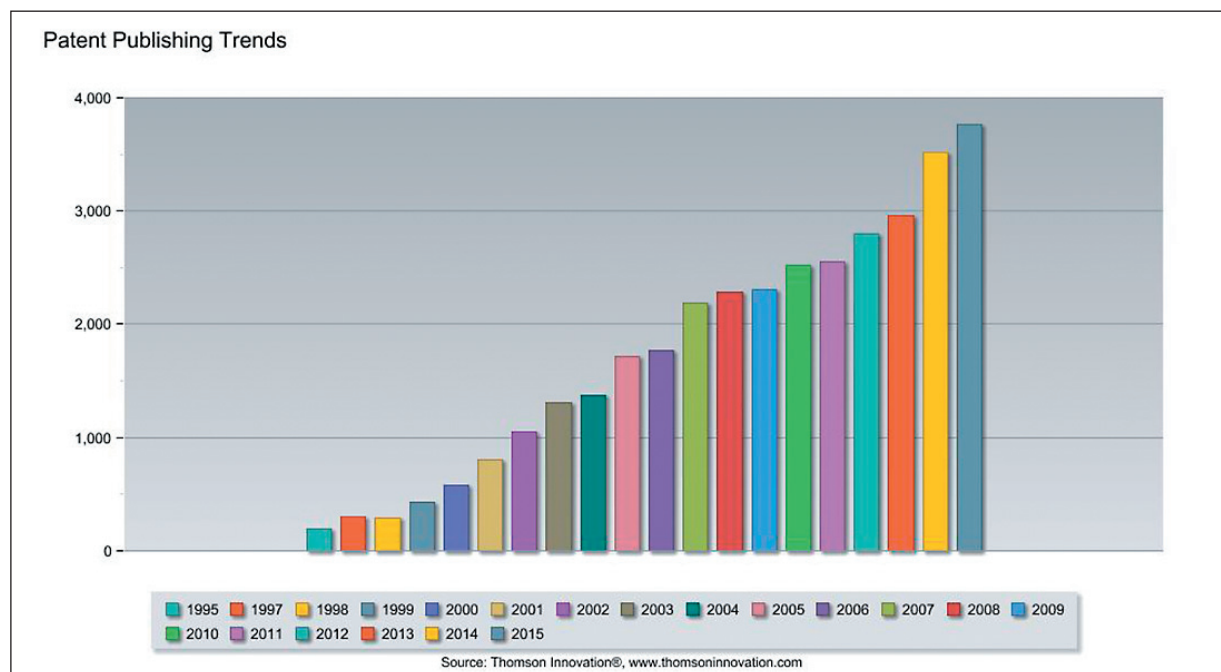


Рис. 1. Динамика патентования по теме «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг. Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

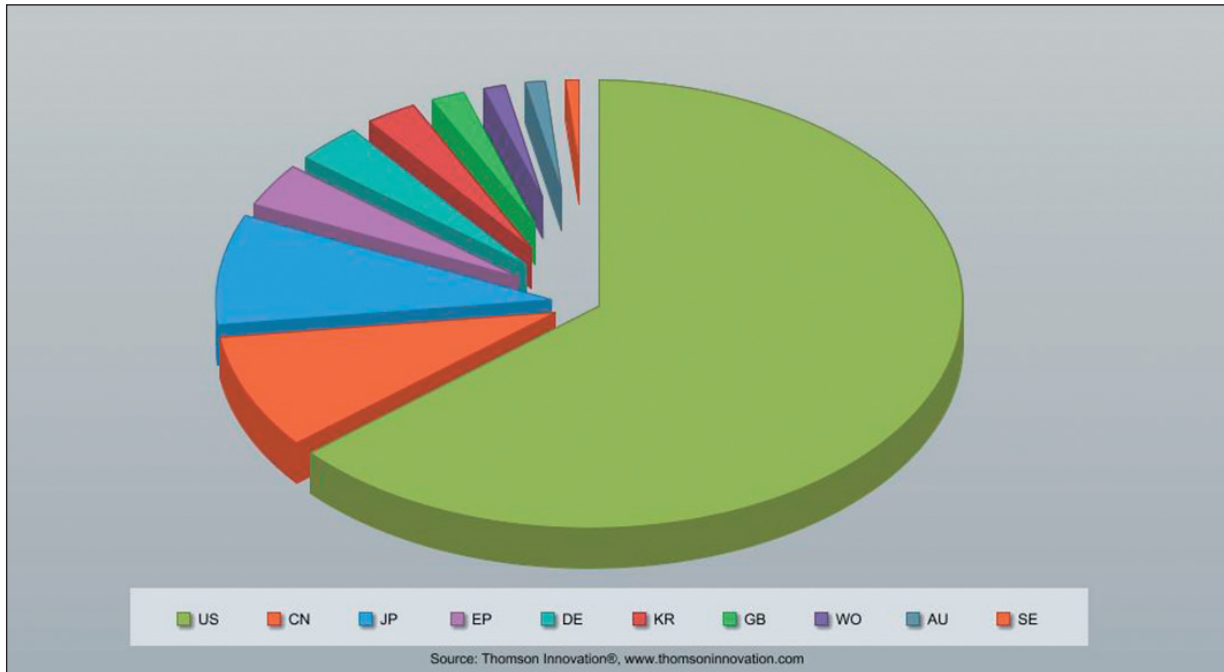


Рис. 2. Анализ распределения патентов по странам приоритета по теме «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг.

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

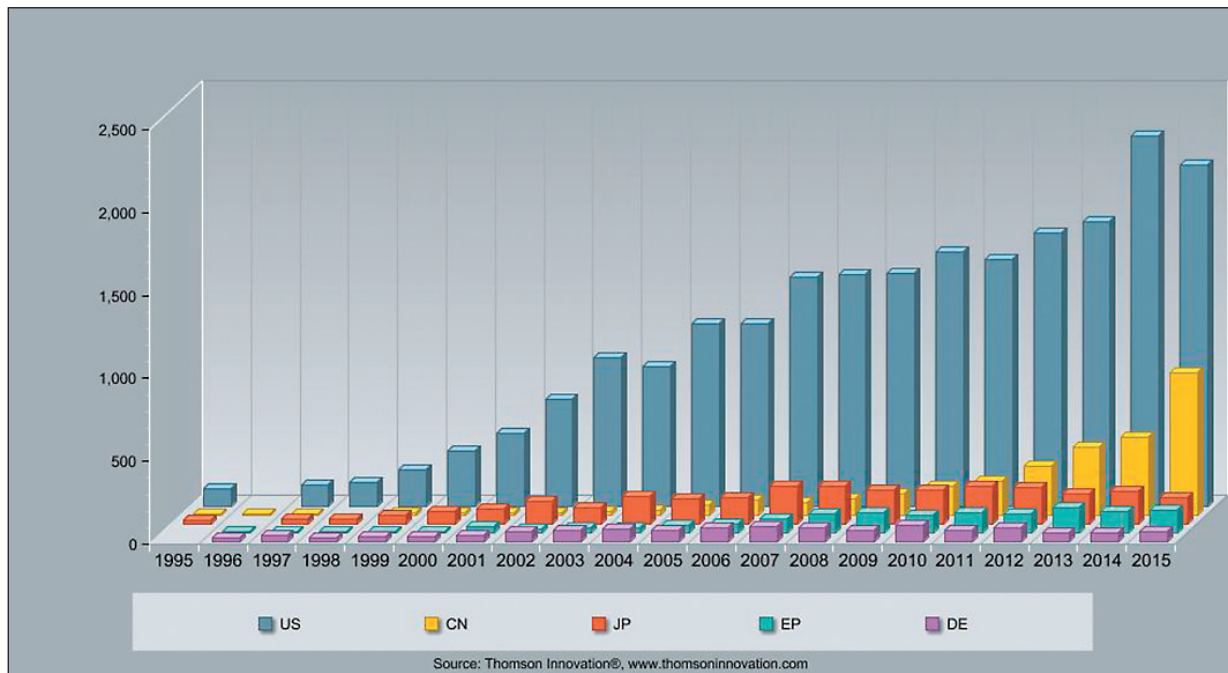


Рис. 3. Анализ распределения патентов по топ-5 странам приоритета по теме «биосенсорные системы mHealth» по годам за 1995–2015 гг.

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

Таблица 1

**Топ-20 стран патентообладателей по теме
«биосенсорные системы mHealth» по приоритету за 1995–2015 гг.**

Страна	Количество патентов	Доля
США	20952	60,00%
Китай	3001	8,59%
Япония	2897	8,29%
Европейское патентное агентство	1311	3,75%
Германия	1218	3,49%
Южная Корея	1009	2,89%
Великобритания	766	2,19%
ВО	600	1,72%
Австралия	572	1,64%
Швеция	472	1,35%
Франция	365	1,05%
Израиль	249	0,71%
Тайвань	239	0,68%
Италия	204	0,58%
Дания	157	0,45%
Индия	126	0,36%
Финляндия	92	0,26%
Австрия	77	0,22%
Швейцария	74	0,21%
Россия	74	0,21%

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

года наблюдается даже некоторое сокращение патентной активности резидентов.

Развитие направления «биосенсорные системы mHealth» отмечено исключительно широким фронтом научных исследований, являя собой яркий пример области междисциплинарных и конвергентных исследований. Визуализация тематического ландшафта патентной активности обнаруживает несколько десятков технических областей, задействованных разработчиками биосенсорных устройств (рис. 4).

Если из различной тематической направленности проводимых исследований выбрать базовое для мобильной медицины понятие «беспроводной» (wireless), то легко заметить повышенную концентрацию запатентованных технических решений (рис. 5), что визуализирует главный вектор направленности исследований и разработок в этой области.

Тематическая карта патентов с российским приоритетом, релевантных теме «биосенсорные системы mHealth», за 1995–2015 гг. (рис. 6), отражает незначительную долю от-

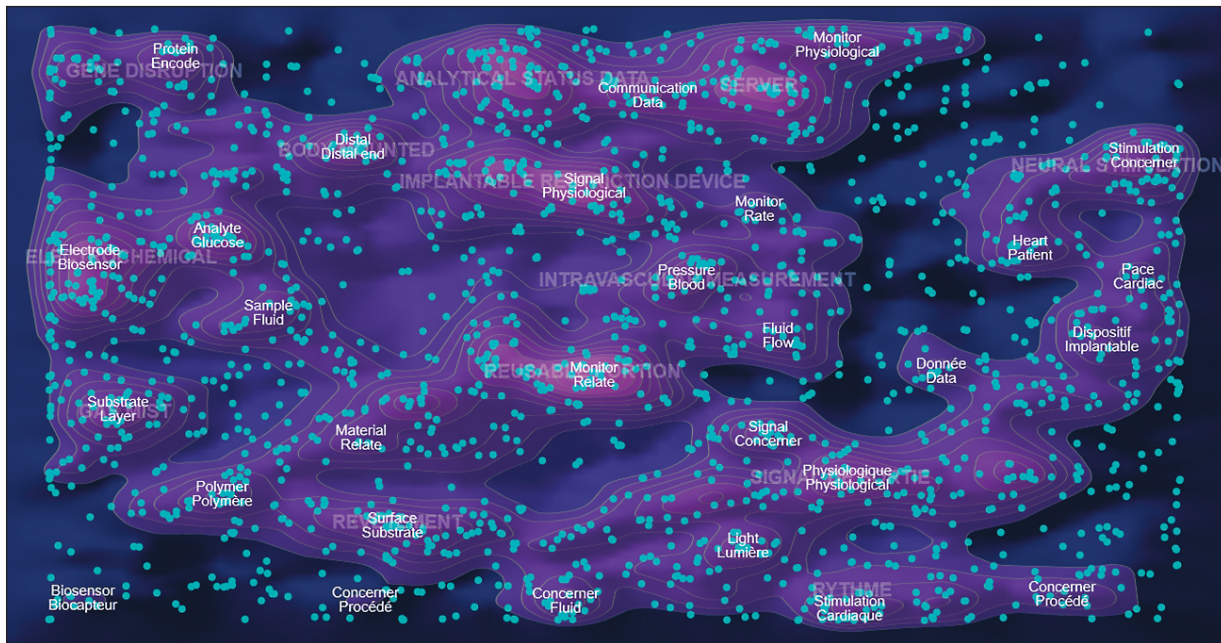


Рис. 4. Тематическая карта патентов мира по направлению «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг.

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

естественных изобретателей в этой области. Россия, хоть и оказалась включенной в топ 20 стран с максимальным числом патентообладателей в этой сфере, но заняла последнее место (табл. 1) с 74 патентными документами, что составляет 0,21% от общемирового патентного потока за последние 20 лет. Тем не менее,

в половине технических областей, которые вовлечены в разработку биосенсорных систем для мобильной медицины, российские ученые имеют запатентованные новые технические решения, хотя таких решений очень мало.

Для анализа областей техники, в которых происходит наиболее активное патентова-

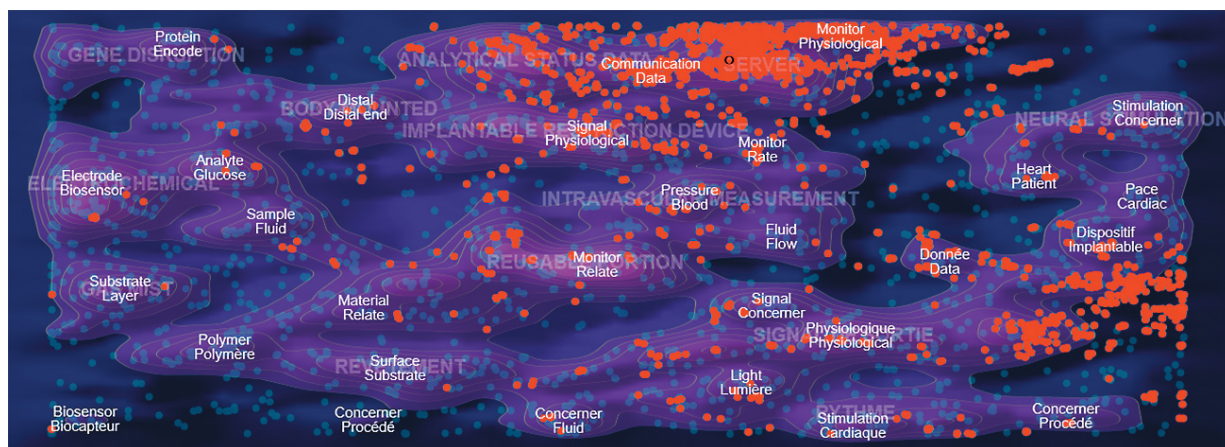


Рис. 5. Тематическая карта патентов мира, соответствующих теме «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг. Яркими точками обозначены патенты, в топике которых встречается слово беспроводной (wireless)

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

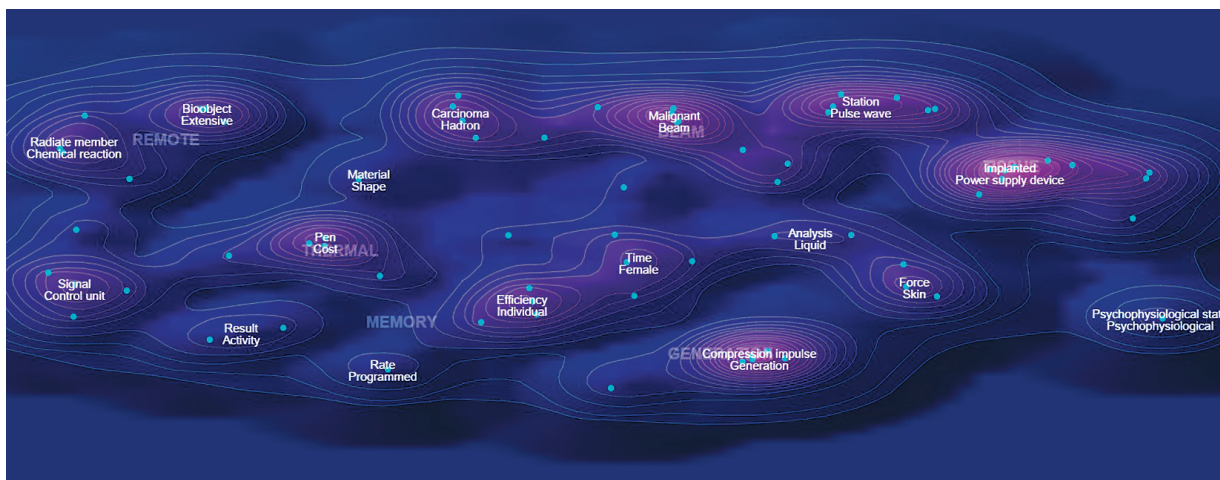


Рис. 6. Тематическая карта патентов РФ по направлению «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг.

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

Patent Publishing Trends

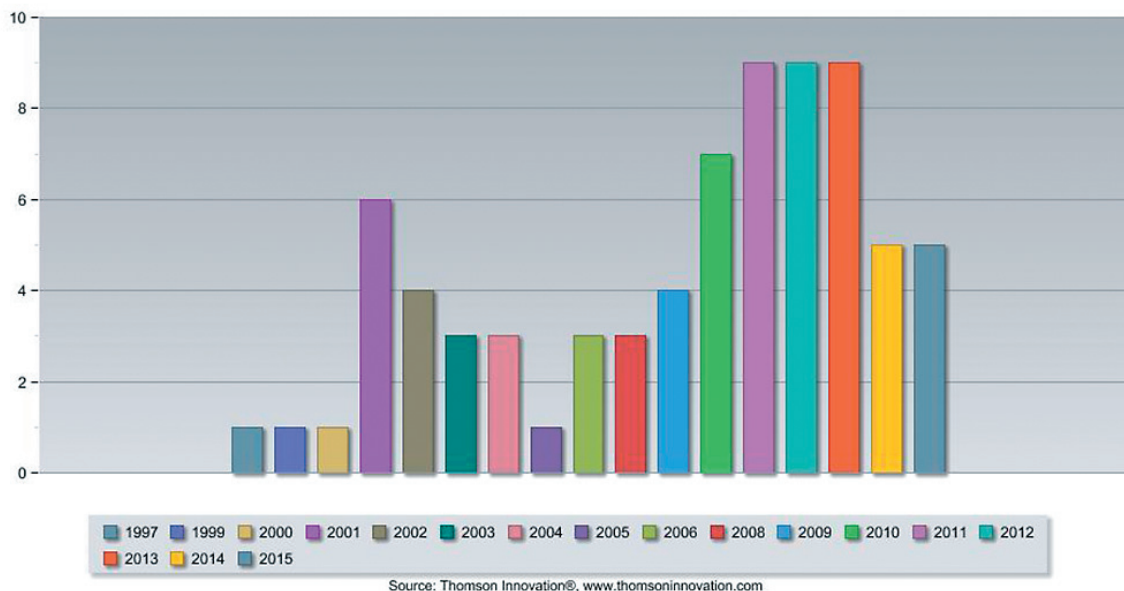


Рис. 7. Динамика патентования технических решений по теме «биосенсорные системы mHealth» резидентами РФ за 1995–2015 гг.

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

Таблица 2

**Топ-20 кодов IPC патентов по теме
«биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг.**

МПК	Количество патентов	Доля	Паспорт МПК
A61B0005	14719	24,81%	Диагностика; измерение биоэлектрических токов
A61N0001	5267	8,88%	Электротерапия; магнитотерапия
G01N0033	3905	6,58%	Исследование или анализ материалов (иммунологический анализ)
G01N0027	2776	4,68%	Исследование или анализ материалов с помощью электрических, электрохимических или магнитных средств
C12Q0001	1959	3,30%	Способы измерения или испытания, использующие ферменты или микроорганизмы
G06F0019	1595	2,69%	Устройства или способы цифровых вычислений или обработки данных для специальных применений
A61F0002	1152	1,94%	Фильтры, имплантируемые в кровеносные сосуды; искусственные части тела; приспособления для прикрепления их к телу
A61M0005	1041	1,75%	Устройства для подкожного, внутрисосудистого и внутримышечного введения сред в организм
G01N0021	1005	1,69%	Исследование или анализ материалов с помощью оптических средств
A61B0017	949	1,60%	Приборы и инструменты для медицинского обследования внутренних полостей путем осмотра с применением фотографических средств (нехирургические способы медицинского обследования)
A61K0009	843	1,42%	Лекарства и медикаменты, отличающиеся формой
A61L0027	825	1,39%	Способы и устройства для стерилизации материалов; дезинфекция протезов
A61M0001	805	1,36%	Устройства и приспособления для введения лекарств в организм или для нанесения их на кожный покров человека (устройства или приспособления для отсасывания или нагнетания)
C12M0001	752	1,27%	Устройства для работы с ферментами или микроорганизмами
A61B0019	654	1,10%	Приборы и инструменты для медицинского обследования внутренних полостей путем осмотра с применением фотографических средств
A61L0031	637	1,07%	Способы или устройства для дезинфекции или стерилизации материалов или предметов хирургических изделий
A61M0025	636	1,07%	Устройства и приспособления для введения лекарств в организм или для нанесения их на кожный покров человека (зонды, катетеры; приспособления для дренирования ран; расширители)
A61B0008	605	1,02%	Приборы и инструменты для медицинского обследования внутренних полостей или трубчатых органов тела путем визуального осмотра или осмотра с применением фотографических средств (сочленение)
G06Q0050	589	0,99%	Системы обработки данных или способы, специально предназначенные для здравоохранения
A61B0018	545	0,92%	Приборы и инструменты для медицинского обследования внутренних полостей путем осмотра с применением фотографических средств для размещения инструментов

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

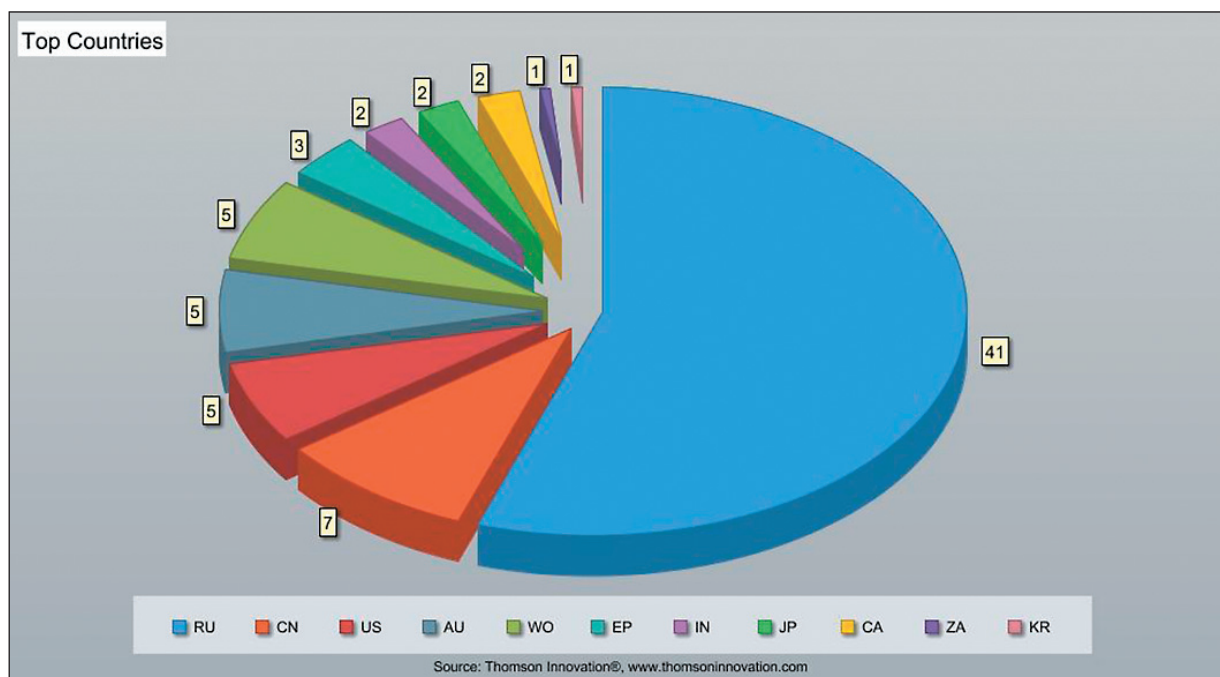


Рис. 8. Анализ распределения патентов с российским приоритетом по странам публикации по теме «биосенсорные системы mHealth» за 1995–2015 гг.

Источник: Thomson Innovation, данные на 25.02.2016 г.

ние, рассмотрим, в каких классах Международной патентной классификации (МПК) сосредоточены наибольшие коллекции патентных документов. Для расшифровки нами были отобраны первые двадцать классов, на долю которых приходится 70% всех запатентованных технических решений, вошедших в топ-100 МПК (табл. 2). Наибольшее число таких технических решений приходится на класс А61В0005 – Диагностика, измерение биоэлектрических токов. Этому направлению посвящено почти четверть всех патентных документов из топ-100 МПК. Второй и третий по величине портфель патентов связан с методами проведения электротерапии и методами иммунологического анализа – 8,88% и 6,58% соответственно.

Коллекция патентов с российским приоритетом по теме «биосенсорные системы mHealth», за 1995–2015 гг. представлена 74 опубликованными патентными документами. Причем, если в 2011–2013 гг. наблюдалась положительная динамика патентования, то в 2014–2015 гг. отмечено

двукратное падение изобретательской активности (рис. 7).

Портфель патентов резидентов РФ, вышедших за пределы страны, выглядит еще более скромным. Всего 33 патентных документа с приоритетом РФ опубликованы в зарубежных патентных ведомствах, в том числе: 7 – в Китае, 5 – в США, 5 – в Австралии, 3 – в Евросоюзе, 2 – в Индии, 2 – в Японии, 2 – в Канаде. Статус международной заявки по процедуре РСТ имеют еще 5 патентных документов. Причем все эти патентные документы входят лишь в 11 патентных семейств. Российских триадных патентных семейств обнаружено не было (рис. 8).

Полученные данные иллюстрируют полную неготовность российских патентообладателей побороться даже за отдельные ниши глобального рынка биосенсорных устройств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненного патентного анализа позволяют отнести направление «биосенсорные системы mHealth» к числу четко

оформленных и восходящих трендов глобальной научно-технологической сферы.

Учитывая тот факт, что глобальный рынок биосенсорных устройств для измерения физиологических показателей организма человека, формирующийся на наших глазах, по прогнозам, будет исчисляться 16,8 млрд. долл. к 2018 г., можно констатировать, что развитие этого направления имеет не только огромное социальное значение, но и обладает потенциалом создания новой отечественной индустрии. Последнее обстоятельство особенно важно для РФ, экономика которой должна быть диверсифицирована в среднесрочной перспективе. С учетом этих аргументов направление «биосенсорные системы mHealth» следовало бы отнести к числу приоритетных.

Однако, с нашей точки зрения, к началу 2016 г. РФ сохраняет критический уровень отставания от стран, захвативших технологическое лидерство и претендующих на значительную долю формирующегося рынка биосенсорных устройств биомедицинского на-

значения. Опубликованных патентных документов с российским приоритетом очень мало по сравнению с индустриально развитыми странами, а запатентованные технические решения закрывают менее половины междисциплинарных предметных областей по направлению «биосенсорные системы mHealth».

Вместе тем, конкурентоспособные российские заделы, имеющие потенциал освоения ниш глобального рынка биосенсорных устройств, существуют, о чем свидетельствуют 33 технических решения резидентов РФ, запатентованных в зарубежных странах. Поэтому при разработке стратегии научно-технологического развития и выборе приоритетов науки и технологий РФ, с нашей точки зрения, крайне важно обратить внимание на направление «биосенсорные системы mHealth» и придать ему дополнительный импульс развития, чтобы на основе отечественных технологических заделов в коллаборации с зарубежными центрами превосходства создавать наукоемкую конкурентоспособную продукцию для внутреннего и глобального рынков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заседание Совета при Президенте по науке и образованию от 24 июня 2015 г. (2015) Новые вызовы и приоритеты развития науки и технологий в Российской Федерации. Стенограмма / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/6/49755>.
2. Заседание Совета при Президенте по науке и образованию от 21 января 2016 г. (2016) Стенограмма / Официальный сайт Президента России. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/51190>.
3. Панкратов С., Знаменская 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.
4. Цветкова Л.А., Кузнецов П.П., Куракова Н.Г. (2014) Оценка перспектив развития мобильной медицины – mHealth на основании данных наукометрического и патентного анализа // Врач и информационные технологии. № 4. С. 66–77.
5. Кудряшов А.П. (2003) Биосенсорные устройства: Курс лекций / Мн: БГУ.
6. Будников Г.К. (1996) Биосенсоры как новый тип аналитических устройств. Портал «Русский переплет». – <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/216.html>.
7. Балякин А.А., Малышев А.С., Мамонов М.В., Тараненко С.Б. (2014) Особенности развития и внедрения медицинских биосенсоров в Российской Федерации // Фундаментальные исследования. № 9 (часть 7). С. 1558–1562.
8. Глобальные технологические тренды (2014) Трендлеттер № 1 / НИУ ВШЭ. – https://www.hse.ru/data/2014/12/23/1104053629/Trendletter%231_final.pdf.
9. Thomson Innovation (2016) Портал. – <http://info.thomsoninnovation.com>.
10. Изобретения (полные тексты) – RUPAT (2016) / ФИПС. – http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/article_2/article_rupat.

REFERENCES

1. Meeting of Committee of Presidential Council on science and technology dated 24 June 2015 «New challenges and priorities for developing science and technologies in Russian Federation» (2015) Stenograph / Official website of Russian President. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/6/49755>.
2. Meeting of Committee of Presidential Council on science and technology dated 21 January 2016 (2016) Stenograph / Official website of Russian President. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/51190>.
3. Pankratov S., Znamenskaya T. (2014) Mobile Health (Health): A Conceptual View. Part 1. Health as a separate state of an organism and devirgencies from it // Менеджер здравоохранения. № 2. С. 30–48.
4. Tsvetkova L.A., Kuznetsov P.P., Kurakova N.G. (2014) Evaluation of perspectives for developing mobile medicine – mHealth on the basis of data of scientometric and patent analysis // Vrach i informatsionnye tekhnologii. № 4. С. 66–77.
5. Kudryashov A.P. (2003) Biosensory devices: Course of lectures / Minsk: BGU.
6. Budnikov G.K. (1996) Biosensors as a new type of analytical tools. Portal «Russian pereplet». – <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/216.html>.
7. Baljakin A.A., Malyshev A.S., Mamonov M.V., Taranenko S.B. (2014) Characteristics of development and implementation of medical bio-sensors in Russian Federation // Basic research. № 9 (part 7). С. 1558–1562.
8. Global technical trends (2014) Trendletter № 1 /NRU HSE. – https://www.hse.ru/data/2014/12/23/1104053629/Trendletter%231_final.pdf.
9. Thomson Innovation (2016) Portal. – <http://info.thomsoninnovation.com>.
10. Inventions (full texts) – RUPAT (2016) / FIPS. – http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/article_2/article_rupat.

UDC 004.418

Zinov V.G., Cherchenko O.V. *Bio-sensory technologies: global drivers in the development of the field development* (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia; Foundation for Information Support of Science, Moscow, Russia)

Abstract. The article presents the results of multi-criteria patent analysis, which describes certain features of the development in the technological field of «bio-sensory devices for measuring physiological indexes» at its current stage. The article notes that suggested technical solutions are characterized by multidisciplinary features and by a stable in-line growth of patent activity in the past two decades. An absolute technological leader in this field is the United States; however, in the period between 2010, and 2015, a rapidly growing number of patents were granted to Chinese residents. The article demonstrates that citizens of Russian Federation exhibit a considerably lower, compared to other countries, productive activity in the area of bio-sensory devices. The Russian patent landscape, in this industrial area, is characterized by the stagnation of patent activity during the period 2014-2015, by an insignificant number of patent documents released overseas and by the absolute absence of triad patent communities. The conclusion is made that domestic capacities in this area are noncompetitive, which should be considered when choosing scientific-technological priorities of the country.

Keywords: *bio-sensory devices, technical solutions, patent activity, technological leaders, companies-drivers, Russian developments, competitiveness, patent analysis.*