

Л.А. ЦВЕТКОВА,

к.б.н., ведущий научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, tsvetkova-la@ranepa.ru

Ф.А. КУРАКОВ,

старший научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, kurakov-fa@ranepa.ru

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИСУТСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ЧИСЛЕ ПЯТИ ВЕДУЩИХ СТРАН МИРА В ОБЛАСТИ ГЕНОМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ¹

УДК 339

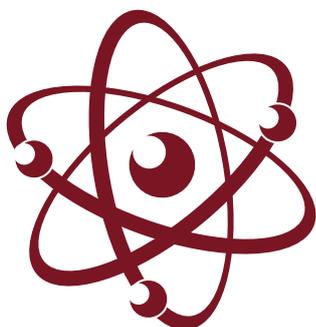
Цветкова Л.А., Кураков Ф.А. Проблемы обеспечения присутствия Российской Федерации в числе пяти ведущих стран мира в области геномных исследований (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, пр. Вернадского, д. 82, г. Москва, Россия, 119571)

Аннотация. Геномные исследования являются одним из приоритетов научно-технологического развития страны, которые поддержаны Поручением Президента Правительству о разработке программы развития передовых геномных исследований и генетических технологий в РФ, национальным проектом «Наука», а также проектом комплексной научно-технологической программы «Постгеномные технологии: от генетического редактирования к синтетической биологии». Целевым показателем НП «Наука» является обеспечение присутствия Российской Федерации в числе пяти ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, а одним из индикаторов выполнения этого показателя является «место Российской Федерации по удельному весу в общем числе заявок на получение патента на изобретение, поданных в мире». Выполнено сопоставление патентной активности резидентов РФ и ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки с использованием возможностей высокопроизводительного секвенирования генома. Построена карта конкурентного ландшафта в рассматриваемой технологической области, показывающая, что такие зарубежные компании, как DowDuPont, Roche Holding и Illumina уже создали внушительные по объему портфели патентов. Отмечено, что для того чтобы заделы, которые будут созданы в центрах геномных технологий мирового уровня в рамках НП «Наука», оказались глобально конкурентоспособными, уже сегодня необходимо создавать условия для активного участия предпринимательского сектора в государственных проектах и программах.

Ключевые слова: геномные исследования, центры мирового уровня, высокопроизводительное секвенирование генома, патенты, конкурентный ландшафт.

DOI 10.22394/2410-132X-2018-4-3-227-240

Цитирование публикации: Цветкова Л.А., Кураков Ф.А. (2018) Проблемы обеспечения присутствия Российской Федерации в числе пяти ведущих стран мира в области геномных исследований // Экономика науки. Т. 4. № 3. С. 227–240.



Геномные исследования являются одним из приоритетов научно-технологического развития страны. Президентом РФ дано поручение Правительству России с целью реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – СНТР РФ) разработать совместно с президиумом Совета при Президенте РФ по науке и образованию и утвердить программу развития передовых геномных исследований и генетических технологий в РФ, предусмотрев её ресурсное

¹ Публикация подготовлена в рамках Государственного задания ФГБУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» на 2018 год по проекту № 1.3 «Закономерности диверсификации промышленных компаний, основанных на использовании новых технологий».

обеспечение. В качестве срока выполнения указан ноябрь 2018 г. [1].

Министерство образования и науки РФ выступило с инициативой разработать комплексную научно-технологическую программу (далее – КНТП) «Постгеномные технологии: от генетического редактирования к синтетической биологии» со сроком исполнения на 2018–2027 гг. В качестве цели программы заявлено развитие технологий геномного редактирования в России путем создания центров компетенции и центров превосходства по различным направлениям указанной области, которые будут формироваться по отраслевому принципу (здравоохранение, сельское хозяйство и др.) [2].

Согласно паспорту Национального проекта «Наука», до 2024 г. в РФ должны быть созданы не менее 3 центров геномных исследований мирового уровня [3].

Кластер технологий, объединенных зонтичным понятием «геномные», достаточно разнообразен, в зависимости от целей их применения эти технологии условно разделяют на сканирующие, скринирующие, функциональные и хромосомные (картирующие). Новые векторы развития геномных технологий открыли возможности масштабирования технологий модификации генома и использования высокопроизводительного секвенирования генома (ВСГ), ставшие мегатрендом современной медицины [4]. Быстрота и дешевизна методов ВСГ, недоступная ранее, спровоцировала бум в индустрии геномных исследований: благодаря секвенаторам нового поколения появилась возможность делать ранее технически недоступные эксперименты [5–7]. Благодаря снижению стоимости анализа мировой рынок продуктов секвенирования вырос с 5,3 млрд. долл. в 2014 г. до 5,9 млрд. долл. в 2015 г. и, по прогнозам, к 2020 г. достигнет 13,8 млрд. долл. при пятилетнем совокупном годовом темпе роста (CAGR) 18,7% [8]. Среди ключевых вендоров, предлагающих услуги секвенирования генома, выделяются компании Genscript (США), Sangamo Therapeutics, (США), Horizon Discovery Group (Великобритания), Lonza

(Швейцария), Merck KGaA (Германия), Thermo Fisher Scientific (США) [9].

О растущей востребованности услуг по обработке геномных данных свидетельствуют и объемы продаж оборудования для секвенирования. К примеру, выручка компании Illumina, крупнейшего производителя платформ для ДНК-секвенирования, в 2014 г. составила 1,86 млрд. долл. – на 31% больше, чем в 2013 г. Высокими темпами растут продажи химических реагентов для секвенаторов и соответствующего программного обеспечения [10].

В российском здравоохранении методы секвенирования нового поколения (NGS) пока еще не перешли в ранг рутинных, прежде всего, из-за высокой стоимости оборудования. Высокопроизводительная аппаратура для медицинского применения, способная расшифровать полный геном, стоит около 1 млн. долл. [10]. Вторым фактором, сдерживающим развитие этого направления в России, является зависимость от иностранных реагентов и других расходных материалов, 99% которых импортируются из-за рубежа [10].

Целевым показателем НП «Наука» является «обеспечение присутствия Российской Федерации в числе пяти ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития», а одним из индикаторов выполнения этого показателя – «место Российской Федерации по удельному весу в общем числе заявок на получение патента на изобретение, поданных в мире». Поскольку оценка этого показателя для всего кластера геномных технологий в рамках одного патентного анализа невозможна, мы выбрали более узкое технологическое направление «Высокопроизводительное секвенирование генома», как наиболее показательное и интегральное.

Целью настоящего исследования было сопоставить патентную активность резидентов РФ и ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки с использованием возможностей высокопроизводительного секвенирования генома.

Место Российской Федерации по объему патентных документов в области высокопроизводительного секвенирования генома

Для выполнения патентного анализа было использовано аналитическое приложение к БД LexisNexis – PatentStrategies. Информационная база исследования получена с использованием следующего поискового образа: (@(abstract, title) (“=next =generation” and =sequenc*) OR (“=high =throughput” and =sequenc*) OR (“=true =single =molecule” and =sequencing) OR =pyrosequencing OR (“=high =speed”) or (“=fluorescently =labeled”) or =nanopore* or =metagenomic or =bisulfite or =target*) and (=sequenc* and (=gene or =genes or =genom* or =DNA or =RNA or sRNA or (“=nucleic =acid*”))) OR ((=gene or =genes or =genom* or =DNA or =RNA or sRNA or (“=nucleic =acid*”) or =inform* or =librar*) and =NGS)).

Глубина ретроспективы анализа составила 20 лет (1998–2018 гг.), в полученную выборку вошли 48504 патентных документа, связанных с технологией высокопроизводительного секвенирования генома или секвенирования нового поколения, из которых

8177 – действующие патенты. За исследуемый период по данному направлению в мире было подано 35250 заявок на патенты.

В табл. 1 представлен рейтинг топ-20 стран по объему национального портфеля действующих патентов, а также по числу заявок, поданных резидентами страны по исследуемому направлению. Как показывают данные таблицы, Россия заметно отстает от стран-лидеров, входящих в топ-5 по числу действующих патентов, полученных резидентами страны, и занимает по этому показателю 13-ую позицию (57 действующих патентов). Для достижения уровня Германии (288 действующих патентов), занимающей на сегодняшний день пятую позицию в данном рейтинге, России следует увеличить количество действующих патентов в своем национальном портфеле, как минимум, в 5 раз.

Анализ числа заявок на патенты, поданных резидентами страны, позволяет прогнозировать, что без резкого увеличения активности патентования резидентов РФ отставание страны от группы лидеров не только не сократится, а, напротив, увеличится: по состоянию на сентябрь 2018 г., Россия находится лишь

Таблица 1

Топ-20 стран по числу действующих патентов и заявок на патенты по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома»

<i>Рейтинг стран/регионов по числу действующих патентов резидентов</i>	<i>Рейтинг стран/регионов по числу заявок резидентов на патенты</i>
1. США – 3315	1. США – 14952
2. Китай – 1798	2. Китай – 7597
3. Япония – 766	3. Япония – 3313
4. Южная Корея – 481	4. Германия – 1392
5. Германия – 288	5. Великобритания – 1339
6. Великобритания – 283	6. Южная Корея – 1318
7. Европейское патентное ведомство – 161	7. Франция – 810
8. Франция – 157	8. Австралия – 671
9. Нидерланды – 131	9. Нидерланды – 548
10. Австралия – 118	10. Канада – 545
11. Канада – 102	11. Европейское патентное ведомство – 368
12. Тайвань – 67	12. Дания – 214
13. Россия – 57	13. Швеция – 212
14. Дания – 56	14. Страна не определена – 197
15. Бельгия – 46	15. Бельгия – 195
16. Индия – 39	16. Швейцария – 170
17. Италия – 37	17. Тайвань – 160
18. Швеция – 35	18. Израиль – 136
19. Испания – 34	19. Италия – 131
20. Швейцария – 31	20. Индия – 113
	24. Россия – 76

Источник: БД LexisNexis PatentStrategies, данные актуальны на 25.09.2018 г.

на 24-ом месте в мире по числу поданных патентных заявок (табл. 1).

Динамика подачи заявок по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» резидентами стран-лидеров (рис. 1, табл. 2) также свидетельствует о сложности вхождения РФ в число 5 ведущих стран мира, активно использующих рассматриваемую технологию: число ежегодно подаваемых россиянами заявок на патенты должно быть не ниже, чем в Великобритании

(больше 80 заявок в год), которая является реальным претендентом на 5-ую позицию в рейтинге по данному индикатору, занимая сегодня 6-тое место по числу действующих патентов. Как показывают данные рис. 1, связанная с технологиями секвенирования генома изобретательская активность Великобритании неуклонно растет, и на момент исследования эта страна занимает уже 5-ую позицию по числу заявок на патенты в мире (табл. 1).

Таблица 2

Динамика подачи заявок на патенты по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» резидентами стран-лидеров и РФ

Год	Количество заявок на патенты, подаваемых в различные патентные ведомства мира резидентами стран-лидеров						
	США	Китай	Япония	Южная Корея	Германия	Великобритания	Россия
2007	610	95	200	39	42	48	3
2008	578	160	193	47	56	52	0
2009	638	206	200	58	59	57	1
2010	566	366	148	119	69	66	4
2011	595	477	192	93	95	72	4
2012	631	617	173	140	64	51	4
2013	733	588	186	134	53	51	13
2014	788	706	165	115	80	43	19
2015	878	840	166	94	66	61	10
2016	1191	1046	160	134	66	82	3
2017	1118	1254	198	77	73	81	1
2018	835	863	107	71	45	46	2

Источник: БД LexisNexis PatentStrategies, данные актуальны на 25.09.2018 г.

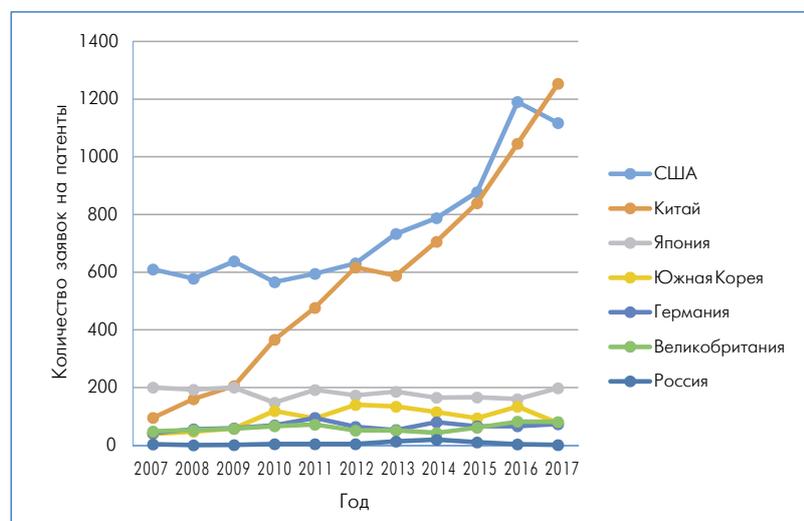


Рис. 1. Динамика подачи заявок на патенты по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» резидентами стран-лидеров и резидентами РФ

Источник: БД LexisNexis PatentStrategies, данные актуальны на 25.09.2018 г.

Карта конкурентного ландшафта (Market Map) в технологической области «Высокопроизводительное секвенирование генома»

Для ответа на вопрос, какие компании мира в качестве своих стратегических целей рассматривают новые рыночные ниши, формируемые технологиями, основанными на высокопроизводительном секвенировании генома, с помощью аналитического сервиса LexisNexis PatentStrategies мы выполнили анализ конкурентного ландшафта (Market Map), который сложился в исследуемой технологической области, и позволяет достаточно точно определить рыночные перспективы компаний, имеющих релевантные патенты на момент исследования. Глубина проведенного патентного анализа: 2007–2018 гг. (данные актуальны на 25.09.2018 г.). Информационную базу исследований составили 34395 патентных документов, из которых 16832 – действующие. Методология определения компаний-лидеров подробно описана в нашей ранней публикации [11]. Для визуализации конкурентного ландшафта патентные портфели компаний, отобранных для сравнения, изображаются в виде круга, диаметр которого пропорционален числу патентных документов, принадлежащих этой организации и удовлетворяющих поисковому образу, а расположение кругов относительно осей X и Y определяется следующими параметрами: чистая прибыль компании, «широта НИОКР-следа», участие в патентных судах, размер портфеля патентов организации в технологическом пространстве, число различных классов патентных классификаций, к которым относятся патентные документы организации, и количество цитирований патентов организации в технологическом пространстве. Чем правее находится круг, тем в большей степени исследовательский фокус компании сосредоточен на исследуемой области.

Конкурентный ландшафт технологической области «Высокопроизводительное секвенирование генома», полученный с помощью аналитического сервиса LexisNexis PatentStrategies, сформировали 4547 организаций, из них

3386 – правообладатели действующих патентных документов.

Чтобы отобразить на карте конкурентного ландшафта реальных игроков данного технологического рынка, последующий анализ проводили на массиве действующих патентных документов, правообладателями которых являются 3386 организаций.

Позиции основных игроков на сформировавшемся на сегодняшний день конкурентном ландшафте отображены в *табл. 3* и *рис. 2*.

Позицию абсолютного лидера технологического рынка (правый верхний квадрант) в технологической области «Высокопроизводительное секвенирование генома» как по авторитетности патентного портфеля, так и по уровню ресурсного потенциала заняла корпорация Roche Holding (336 патентных документов, интегральное значение показателя «Ресурсы» – 61,6%). К этой позиции также приблизилась компания DowDuPont, которая характеризуется самым большим объемом действующих патентных документов (654), однако более низкое по сравнению с Roche Holding ресурсное обеспечение не позволило занять ей прочную позицию в области лидеров на карте конкурентного ландшафта (*рис. 2, табл. 3*).

Обращает на себя внимание, что очень небольшое число компаний (всего 5) аналитический сервис LexisNexis PatentStrategies относит к лидерам по авторитетности патентного портфеля «Видение». Помимо компаний DowDuPont и Roche Holding, система отнесла к лидерам по показателю «Видение» (нижний правый квадрант) еще 3 организации: организации Thermo Fisher Scientific (249 патентных документов), University Of California (166 патентных документов) и Chinese Academy Of Sciences (292 патентных документов). В топ-10 по объему патентного портфеля попадают также компании Thermo Fisher Scientific (249 патентных документов), Hologic (226 патентных документов), Seegene (177 патентных документов), Bayer (164 патентных документов), Illumina (158 патентных документов), имеющие сравнительно большой размер портфеля патентов организации в исследуемой технологической сфере, но рейтинг которых по авторитетности патентного портфеля снизили другие

Таблица 3

**Топ-50 организаций по числу действующих
патентных документов в технологической области
«Высокопроизводительное секвенирование генома»**

Организация	Число патентных документов	Чистая выручка, долл.	Число патентных споров в США	Интегральное значение показателя «Видение», %	Интегральное значение показателя «Ресурсы», %
DowDuPont Inc	654	50 000 000 000,00	350	100	46,48672
Roche Holding Ltd.	336	54 000 000 000,00	422	57,44651	61,6474
Chinese Academy Of Sciences	292	0,00	0	76,05429	1,980401
Thermo Fisher Scientific Inc.	249	20 918 000 000,00	278	81,97746	24,54431
Hologic, Inc.	226	3 058 800 000,00	85	33,94576	8,471548
Seegene, Inc	177	0,00	0	19,4747	4,951004
University Of California	166	0,00	75	51,05497	5,189309
Bayer AG	164	40 783 750 000,00	518	34,49098	52,59227
Illumina, Inc.	158	2 398 370 000,00	64	27,94648	15,73172
The Broad Institute, Inc.	141	0,00	1	33,93027	1,980401
Abbott Laboratories	115	20 853 000 000,00	482	35,09538	91,33121
Qiagen NV	110	1 337 990 000,00	24	24,91857	12,94566
SANGAMO THERAPEUTICS, INC.	108	0,00	0	37,28681	3,960803
Harvard University	108	0,00	25	37,94431	4,951004
Keygene NV	105	0,00	2	16,97776	7,208743
BGI	101	13 999 600,00	1	34,11792	1,991527
Stanford University	91	0,00	71	31,57402	13,39031
Zhejiang University	80	0,00	0	26,54096	0,990201
Fluidigm Corp	74	104 450 000,00	9	21,93468	3,311426
Merck KGaA	73	18 822 322 350,00	70	22,38705	20,89856
Bonac Corporation	70	0,00	1	13,2816	1,12887
University Of Massachusetts	69	0,00	23	36,53653	6,159993
Cellectis SA	68	54 010 000,00	21	17,72544	9,767225
Hitachi, Ltd.	67	84 109 583 520,00	234	20,38186	100
Complete Genomics, Inc.	66	19 340 000,00	5	24,23037	2,985971
Agilent Technologies Inc.	64	4 202 000 000,00	74	17,34549	13,79585
Cornell University	64	0,00	11	41,7912	2,515562
Johns Hopkins University	64	0,00	54	19,29515	1,980401

Продолжение таблицы 3

Организация	Число патентных документов	Чистая выручка, долл.	Число патентных споров в США	Интегральное значение показателя «Видение», %	Интегральное значение показателя «Ресурсы», %
China Agricultural University	61	0,00	0	21,35129	0,990201
Pacific Biosciences Of California	58	90710000,00	6	22,3734	3,042686
Regeneron Pharmaceuticals, Inc.	58	4860430000,00	14	19,40626	7,784161
US Department Of Health & Human Services	55	0,00	9	18,13368	1,980401
ARKRAY Inc.	55	58458000,00	1	10,78109	1,175324
Canon Inc.	53	328325235,00	301	9,879056	1,528446
Partners Healthcare System, Inc., Massachusetts	53	9000000000,00	49	16,13423	12,10295
Temple University	51	0,00	1	10,85293	1,980401
Surexam Biotechnology Co Ltd	50	0,00	0	15,03687	0,990201
Jiangnan University	49	0,00	0	8,000336	0,990201
Syngenta AG	48	12790000000,00	37	15,86671	16,10491
CARIBOU BIOSCIENCES, INC.	48	0,00	0	11,30026	3,960803
University Of Pennsylvania	48	0,00	20	21,16847	2,535078
Max-Planck-Gesellschaft zur Foerderung der Wissenschaften e.V.	46	0,00	14	23,26118	7,921606
Shanghai Jiaotong University	46	0,00	0	18,21596	0,990201
Adaptive Biotechnologies Corporation	46	0,00	0	10,96595	0,990201
Institute Of Crop Science Chinese Academy Of Agricultural Sciences	44	0,00	0	15,4989	0,990201
Koninklijke Philips NV	42	25957420000,00	480	8,750884	28,54894
Massachusetts Institute Of Technology	42	0,00	78	32,0971	11,8064
Fudan University	42	0,00	0	13,26686	0,990201
Jilin University	41	0,00	0	15,71142	0,990201

Источник: БД LexisNexis PatentStrategies, данные актуальны на 25.09.2018 г.

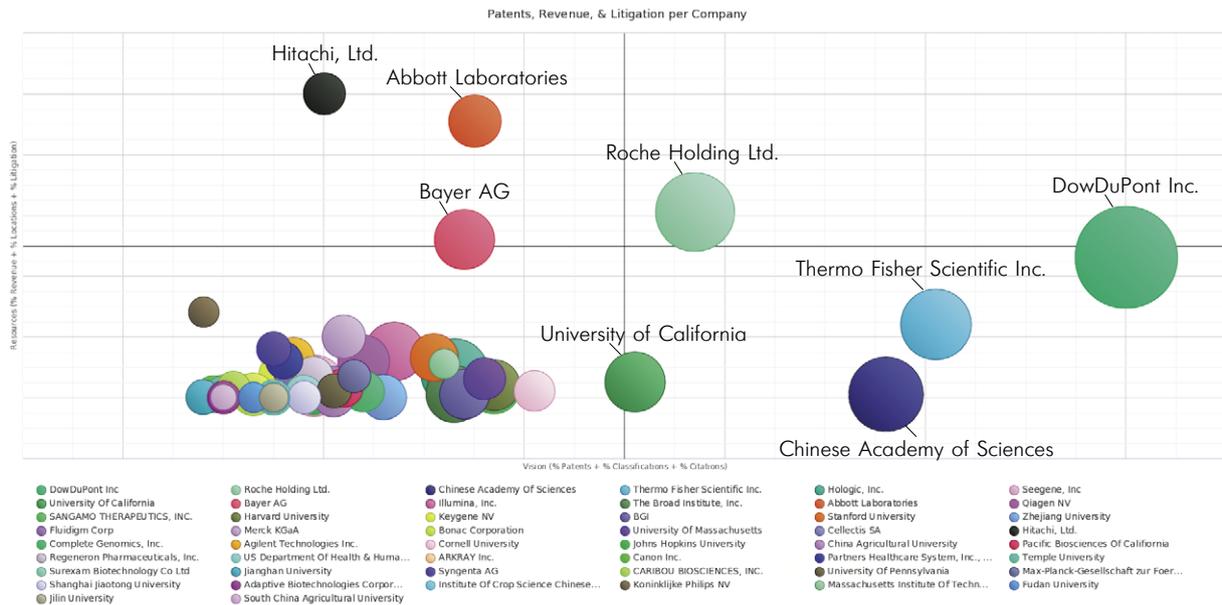


Рис. 2. Конкурентный ландшафт в технологической области «Высокопроизводительное секвенирование генома»

Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

две составляющие интегрального значения показателя «Видение»: число охватываемых классов патентных классификаций, к которым относятся патентные документы организации, и количество цитирований патентов организации в технологическом пространстве (табл. 3).

Основная часть организаций занимает позицию в левом нижнем квадранте, которому соответствуют компании со сравнительно небольшим объемом патентного портфеля в исследуемой технологической области и не обладающие достаточным ресурсным потенциалом, чтобы претендовать на лидирующие позиции. Именно этот кластер компаний может служить потенциальным донором патентоспособных технологических решений для организаций, обладающих достаточным ресурсным потенциалом и заинтересованных в пополнении своего патентного портфеля. И такие компании, с высоким уровнем ресурсного обеспечения и заинтересованные в разработках данной технологической области, уже присутствуют на карте конкурентного ландшафта (верхний левый квадрант): Bayer, Hitachi, Abbott Laboratories (рис. 2). Именно они обладают потенциалом составить конкуренцию существующим технологическим лидерам.

Организации, демонстрирующие устойчивый во времени стратегический интерес к технологической области «Высокопроизводительное секвенирование генома» и потенциально перспективные российским центрам для технологического партнерства, представлены на рис. 3. Так, стабильно высокая активность патентования наблюдается у Chinese Academy Of Sciences, University Of California, The Broad Institute, Hologic. Все эти организации характеризуются достаточно низким интегральным значением показателя «Ресурсы» (табл. 3), чтобы самостоятельно выйти на позицию технологических лидеров направления.

Возможности вывода российских высокотехнологичных продуктов и услуг на международный рынок

Внутренний рынок России недостаточен для коммерциализации результатов НИОКР, связанных с использованием высокопроизводительного секвенирования генома в практическом здравоохранении. Среди задач, обозначенных в Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах

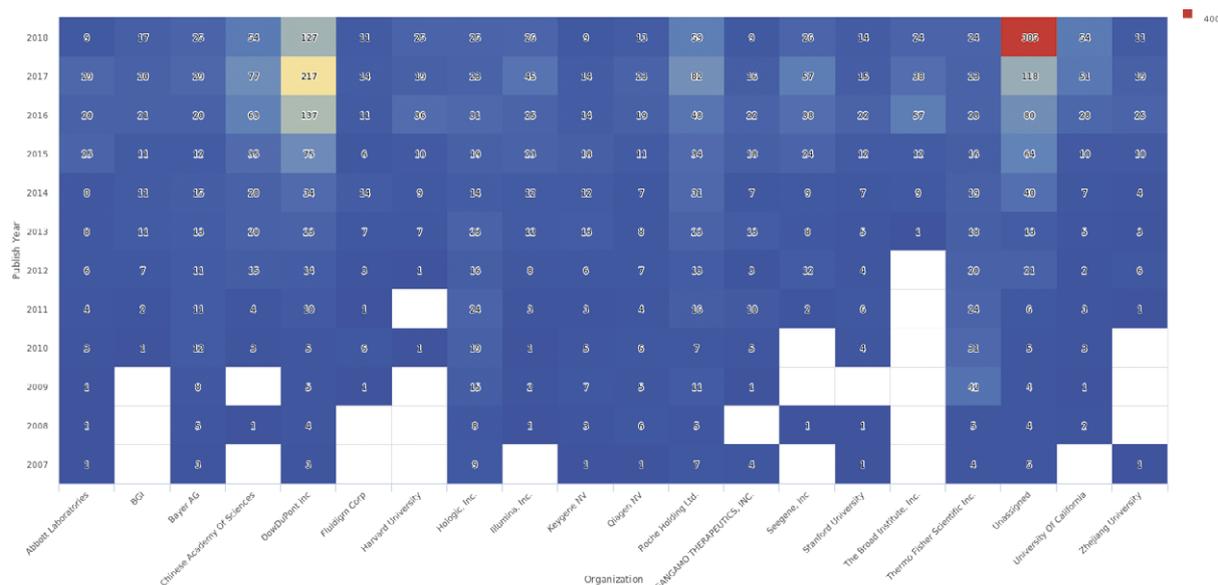


Рис. 3. Динамика патентования в топ-20 организаций, имеющих действующие патентные документы в технологической области «Высокопроизводительное секвенирование генома»

Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

развития Российской Федерации на период до 2024 года» [12] – увеличение объема экспорта медицинских услуг не менее чем в четыре раза по сравнению с 2017 г. (до 1 млрд. долл. в год). Для выхода на глобальный рынок медицинских услуг, основанных на использовании геномных технологий, российским патентообладателям необходимо получать патентную защиту своих технических решений за пределами страны. Для обоснования этого тезиса, мы сравнили географию заявок, подаваемых в различные патентные ведомства мира по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» резидентами стран-лидеров и РФ.

Анализ данных, представленных на рис. 4–9, позволил отметить принципиально разные стратегии патентования резидентов-правообладателей таких стран, как США, Великобритания и Германия и резидентов России и Китая. Если большая часть патентных заявок российских и китайских изобретателей является домашними (рис. 4, 5), то резиденты США, Германии, Южной Кореи и Великобритании большую долю заявок на патенты выводят за пределы своих юрисдикций (рис. 6–9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последнее десятилетие методы генетического анализа и геномики существенно приблизились к решению многих задач прикладной и клинической медицины. Заинтересованность в развитии геномных технологий обозначило и государство, и наукоемкие компании, и практическое здравоохранение, и потенциальные потребители услуг персонализированной медицины.

Группы потребительских услуг, основанных на использовании геномных технологий включают сегодня выявление предрасположенностей к тем или иным состояниям и заболеваниям, фармакогенетику, пренатальный генетический скрининг, исследование личной генетической истории, выявление предрасположенности к различным видам спорта, жанрам искусства или другим областям деятельности у детей. Однако рынок перечисленных услуг находится в РФ в стадии зарождения: комплексное генетическое исследование провели всего около 20 тысяч человек [9]. Всего лишь одна российская компания (Генотек) вышла на зарубежные рынки (15 стран, кроме России) и обозначила амбиции, связанные с выходом на

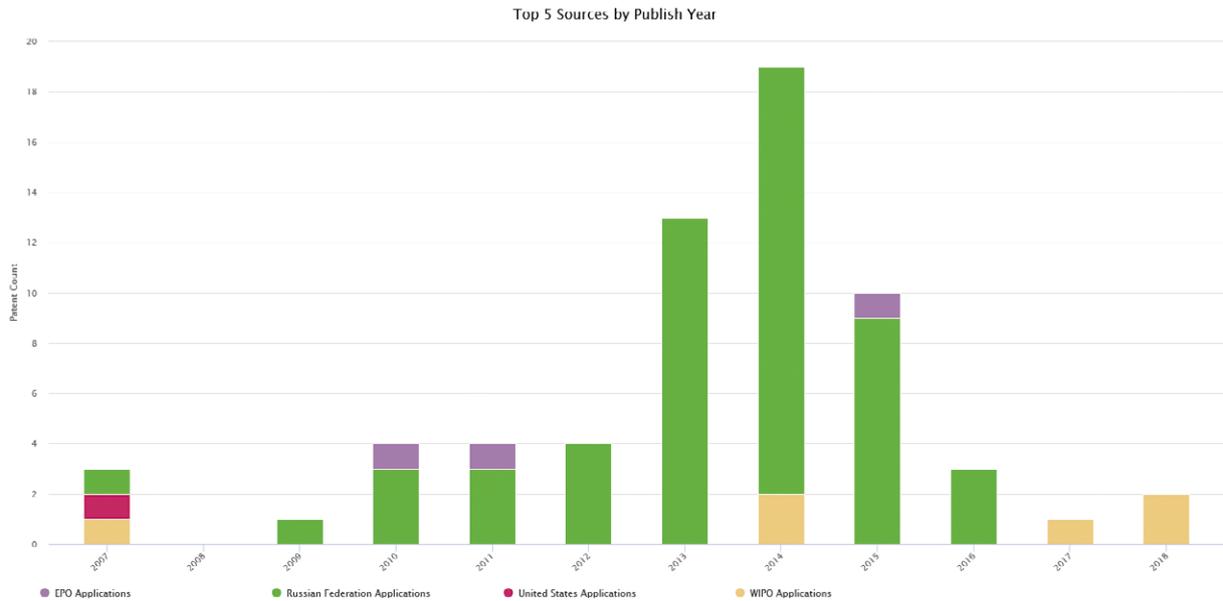


Рис. 4. Динамика подачи патентных заявок по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» в различные патентные ведомства мира резидентами РФ
 Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

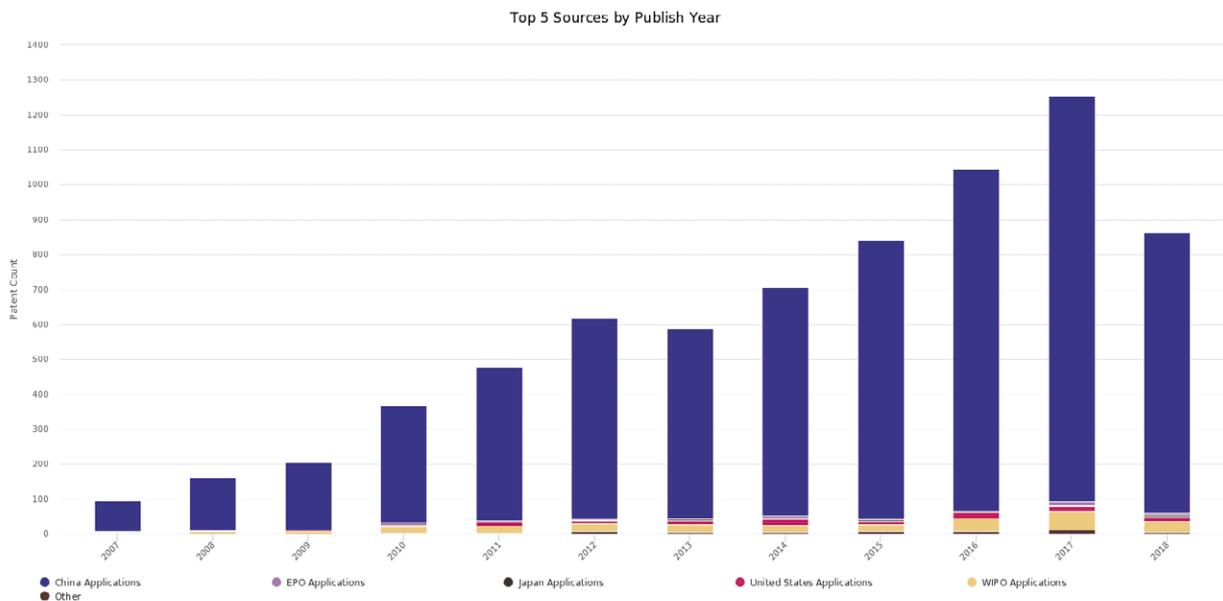


Рис. 5. Динамика подачи патентных заявок по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» в различные патентные ведомства мира резидентами Китая
 Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

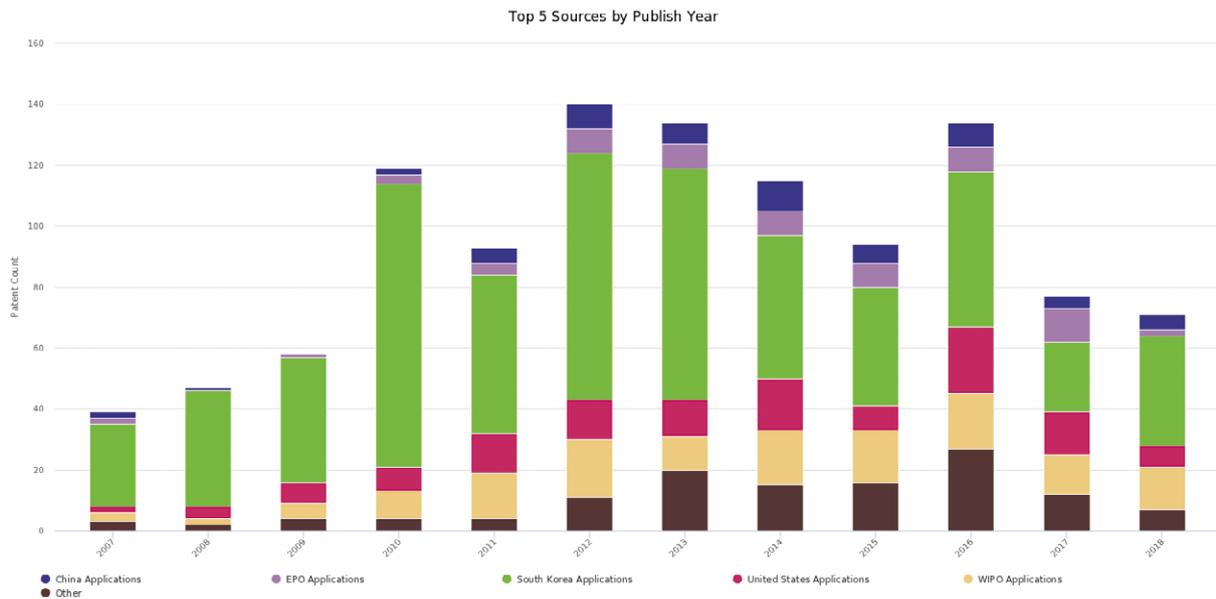


Рис. 6. Динамика подачи патентных заявок по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» в различные патентные ведомства мира резидентами Южной Кореи

Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

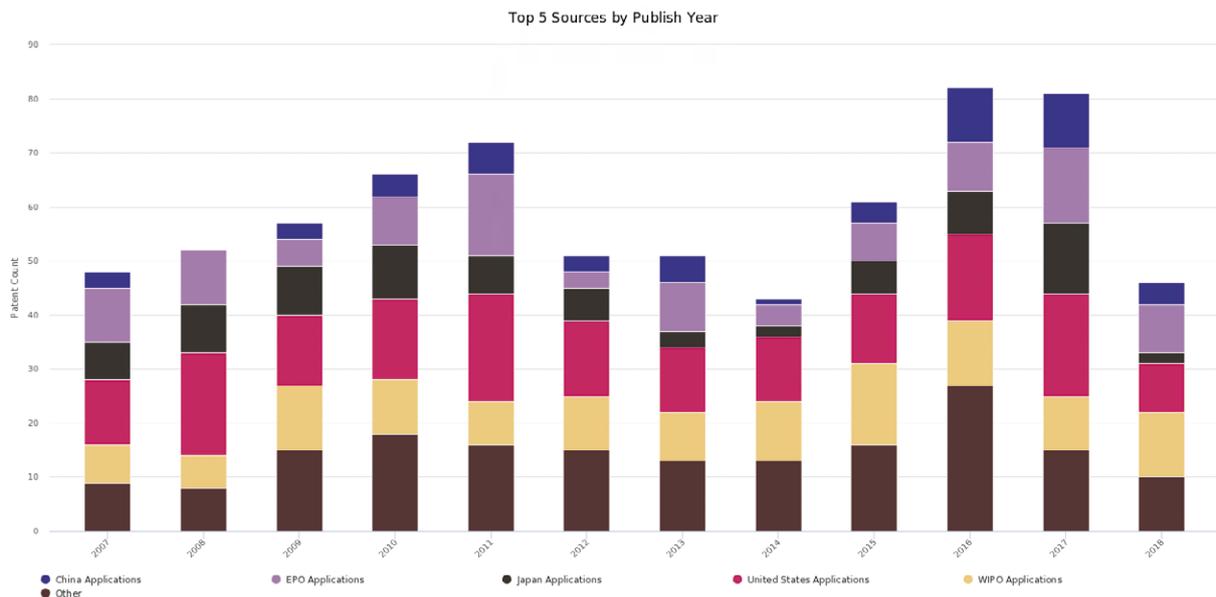


Рис. 7. Динамика подачи патентных заявок по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» в различные патентные ведомства мира резидентами Великобритании

Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

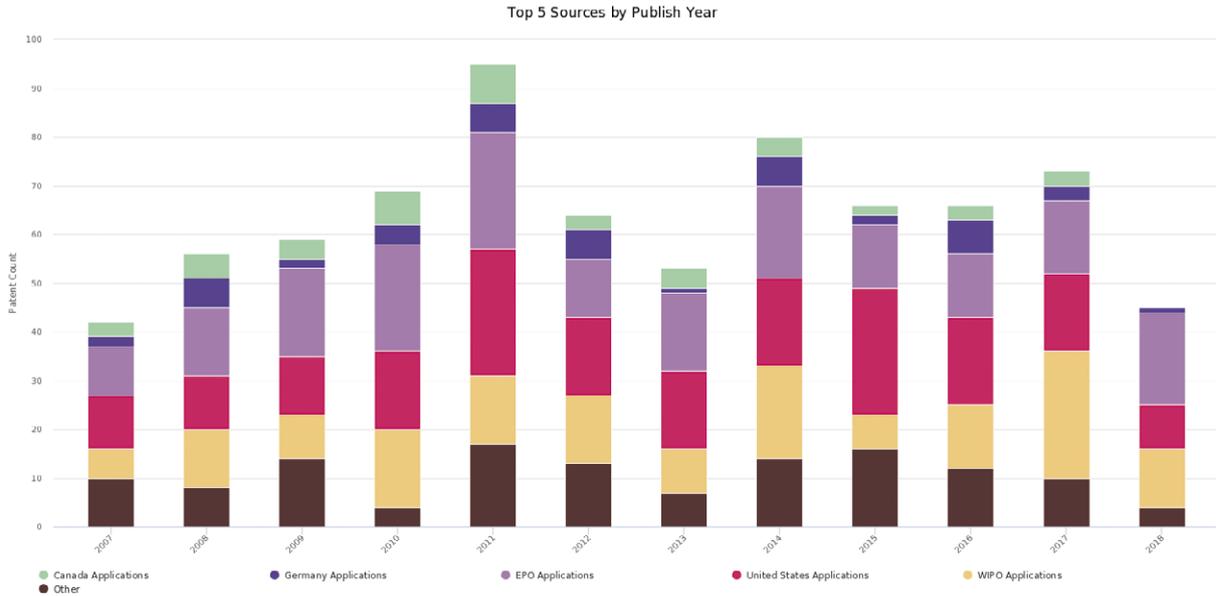


Рис. 8. Динамика подачи патентных заявок по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» в различные патентные ведомства мира резидентами Германии

Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

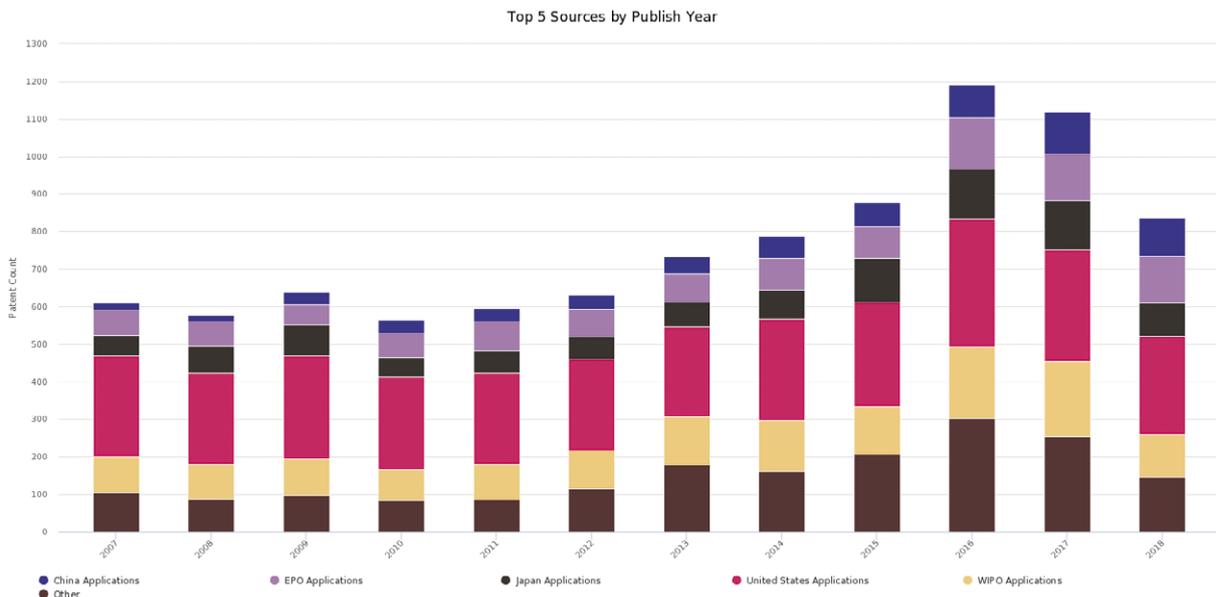


Рис. 9. Динамика подачи патентных заявок по направлению «Высокопроизводительное секвенирование генома» в различные патентные ведомства мира резидентами США

Источник: данные LexisNexis PatentStrategies, актуальные на 25.09.2018 г.

рынки Бразилии, Мексики, Ирана и ряда европейских стран – Австрии и Литвы. До сих пор в РФ отсутствуют практические примеры реализации двух крайне перспективных научно-исследовательских направлений в области генетики: исследование микробиома кишечника человека и создание сервиса комплексной молекулярной диагностики в онкологии. Высокая импортозависимость от зарубежных компаний-производителей секвенаторов нового поколения и расходных материалов создает риски активного развития геномных технологий в России. Проблема производства отечественных секвенаторов до сих пор не решена.

Результаты выполненного анализа демонстрируют существенное отставание РФ от стран-лидеров в области геномных технологий и уровень сложности достижения задачи вхождения РФ в число пяти ведущих стран по приоритетному направлению «переход к персонализированной медицине» СНТР РФ. Самым большим риском реализации КНТП

«Постгеномные технологии: от генетического редактирования к синтетической биологии», является отсутствию крупных или средних высокотехнологичных компаний, готовых к соинвестированию проектов полного жизненного цикла на основе геномных технологий. Между тем, как показали результаты нашего анализа, такие зарубежные компании, как DowDuPont, Roche Holding и Illumina, уже создали внушительные по объему портфели патентов. В этой связи есть основания прогнозировать, что лидеры рынков 2035 г., сформированных технологиями геномного редактирования, во многом уже определены.

Поэтому для того, чтобы заделы, созданные в трех центрах геномных технологий мирового уровня, открытие которых планируется в рамках национального проекта «Наука», оказались вовлеченными в глобальные цепочки добавленной стоимости с участием отечественных компаний, уже сегодня необходимо создавать условия для мотивации предпринимательского сектора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перечень поручений по итогам заседания Совета по науке и образованию и встречи с учёными Сибирского отделения РАН от 18 апреля 2018 г. (2018) / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/57300>.
2. Минобрнауки предложило программу создания искусственных организмов (2018) / РИА Наука, 30.01.2018. <https://ria.ru/science/20180130/1513621035.html>.
3. Паспорт национального проекта «Наука» (2018) / Минобрнауки России, 56 с. <http://economy.udmurt.ru/prioriteti/project/%D0%9D%D0%B0%D1%86.%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0.pdf>.
4. Биомедицина 2040. Горизонты науки глазами ученых (2017) / Под редакцией В.Н. Княгинина, М.С. Липецкой. СПб.: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», 95 с. <http://sntr-rf.ru/upload/iblock/0fe/Биомедицина.pdf>.
5. Shendure J., Ji H. (2008) Next-generation DNA sequencing // Nature Biotechnology. V. 26. P. 1135–1145.
6. Meyer C.A., Tang, Q., Liu X.S. (2012) Minireview: Applications of Next-Generation Sequencing on Studies of Nuclear Receptor Regulation and Function // Mol Endocrinol. V. 26(10). P. 1651–1659.
7. Diaz-Sanchez S., Hanning I., Pendleton S., D'Souza D. (2013) Next-generation sequencing: the future of molecular genetics in poultry production and food safety // Poultry Sci. V. 92(2). P. 562–72.
8. DNA Sequencing: Emerging Technologies and Applications (2016) / BCC Research. <https://www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/dna-sequencing-emerging-tech-applications-report-bio045f.html>.
9. Кудрявцева Л. (2016) Генетические тесты в России: игроки, проблемы и тенденции / Rusbase. <https://rb.ru/longread/dnatech>.
10. Суворова Н. (2015) Облачный атлас: как россиянин хочет заработать на считывании кода ДНК / РБК, 03.04.2015. https://www.rbc.ru/own_business/03/04/2015/551d565c9a7947f26ca0a7a4.
11. Петров А.Н., Куракова Н.Г., Зинов В.Г., Цветкова Л.А. (2018) Монополизация высокотехнологичных рынков и прав интеллектуальной собственности как закономерность развития мировой хозяйственной системы // Инновации. № 5. С. 28–38.
12. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 (2018) О национальных

целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года /

Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/acts/bank/43027>.

REFERENCES

1. The list of instructions following the meeting of the Council for Science and Education and meetings with scientists of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences of April 18, 2018 (2018) / Official site of the President of Russia. <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/57300>.
2. The Ministry of Education and Science suggested a program for creating artificial organisms (2018) / RIA Nauka, 30.01.2018. <https://ria.ru/science/20180130/1513621035.html>.
3. Passport of the national project «Science» (2018) / Russian Ministry of Education and Science, 56 p. <http://economy.udmurt.ru/prioriteti/project/%D0%9D%D0%B0%D1%86.%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0.pdf>.
4. Biomedicine 2040. Horizons of science through the eyes of scientists (2017) / Edited by V.N. Knyaginina, M.S. Lipetsk. SPb.: Center for Strategic Research "North-West" Foundation, 95 p. <http://sntrf.ru/upload/iblock/0fe/Биомедицина.pdf>.
5. Shendure J., Ji H. (2008) Next-generation DNA sequencing // Nature Biotechnology. V. 26. P. 1135–1145.
6. Meyer C.A., Tang, Q., Liu X.S. (2012) Minireview: Applications of Next-Generation Sequencing on Studies of Nuclear Receptor Regulation and Function // Mol Endocrinol. V. 26(10). P. 1651–1659.
7. Diaz-Sanchez S., Hanning I., Pendleton S., D'Souza D. (2013) Next-generation sequencing: the future of molecular genetics in poultry production and food safety // Poult Sci. V. 92(2). P. 562–72.
8. DNA Sequencing: Emerging Technologies and Applications (2016) / BCC Research. <https://www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/dna-sequencing-emerging-tech-applications-report-bio045f.html>.
9. Kudryavtseva L. (2016) Genetic tests in Russia: players, problems and trends / Rusbase. <https://rb.ru/longread/dnatech>.
10. Suvorova N. (2015) Cloud Atlas: How a Russian wants to make money reading the DNA / RBC, 03.04.2015. https://www.rbc.ru/own_business/03/04/2015/551d565c9a7947f26ca0a7a4.
11. Petrov A.N., Kurakova N.G., Zinov V.G., Tsvetkova L.A. (2018) Monopolization of high-tech markets and intellectual property rights as a pattern of development of the world economic system // Innovations. № 5. P. 28–38.
12. Decree of the President of the Russian Federation dated 7 May 2018 № 204 (2018) On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024 / Official site of the President of Russia. <http://kremlin.ru/acts/bank/43027>.

UDC 339

Tsvetkova L.A., Kurakov F.A. *Problems of ensuring the presence of the Russian Federation among the five leading countries of the world in the field of genomic research (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, prospect Vernadskogo, 82, Moscow, Russia, 119571)*

Abstract. Genomic research is one of the priorities of the country's scientific and technological development, which have been supported by the instruction of the President to the Government on the development of a program for the development of advanced genomic research and genetic technologies in the Russian Federation, by the national project "Science", and by the project of integrated scientific-technological program "The Postgenomic technologies: editing to synthetic biology". The target indicator of NP "Science" is to ensure the presence of the Russian Federation among the five leading countries of the world that carry out research and development in areas determined by the priorities of scientific and technological development, and one of the indicators of the implementation of this indicator is "the place of the Russian Federation by share in the total number of applications for a patent for an invention filed in the world". Comparison of patent activity of residents of the Russian Federation and the leading countries of the world engaged in research and development using the capabilities of high-performance genome sequencing was performed. A map of the competitive landscape in the technological field under consideration has been built, showing that foreign companies such as DowDuPont, Roche Holding and Illumina have already created impressive by volume patent portfolios. It was noted that in order for the developments, that will be created in the world-class genomic technology centers within the NP Science, to be globally competitive, it is already necessary to create conditions for the active participation of the business sector in government projects and programs.

Keywords: *genomic research, world-class centers, high-throughput sequencing of the genome, patents, competitive landscape.*