

DOI: 10.19181/sntp.2022.4.1.9

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ И ПАТЕНТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО БИОТЕХНОЛОГИИ С 2001 ПО 2020 гг.

**Бескаравайная Елена Вячеславовна<sup>1</sup>,  
Митрошин Иван Андреевич<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Библиотека по естественным наукам РАН,  
Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ исследований по биотехнологии за последние 20 лет на основании материалов патентных и библиометрических баз. Выявлена динамика публикационной активности в категории «Биотехнология и прикладная микробиология» по годам, тематическим категориям, странам. Обозначены государства – лидеры по различным областям. Определено вхождение российских исследований в мировое научное пространство, отмечены приоритетные векторы отечественных разработок. Показаны наиболее продуктивные категории биотехнологических исследований внутри страны и с международным участием. Сделаны выводы о развивающихся направлениях отечественных исследований и направлениях с отрицательной публикационной динамикой.

На основании тематики статей, количества публикаций и цитирования собран список российских организаций, для которых биотехнология является основной сферой деятельности.

Авторами статьи произведён обзор патентной деятельности в области биотехнологии, выделены наиболее актуальные направления патентной активности в медицине, фармацевтике, сельском хозяйстве. Отмечены наиболее значимые отечественные изобретения за последние годы. Сделаны выводы о высоком техническом уровне отечественных изобретений и их практической значимости. Обозначена необходимость внедрения научных исследований в практические разработки через создание на базе научных учреждений различного рода фирм и предприятий.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

биотехнология, публикационная активность, патентная деятельность, библиометрический анализ

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

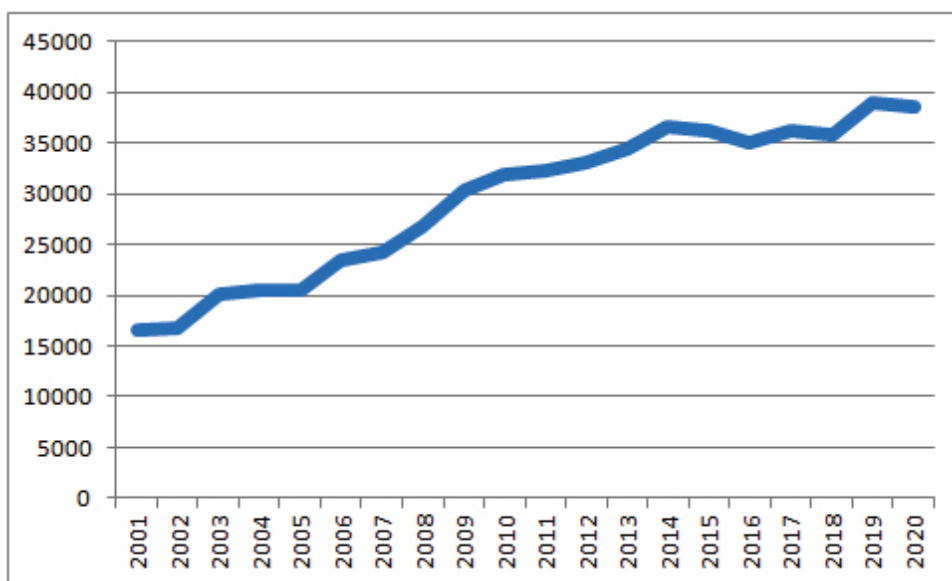
*Бескаравайная Е. В.* Анализ публикационной активности и патентной деятельности по биотехнологии с 2001 по 2020 гг. / Е. В. Бескаравайная, И. А. Митрошин // *Управление наукой: теория и практика.* 2022. Т. 4, № 1. С. 157–179.

DOI: 10.19181/sntp.2022.4.1.9

## ВВЕДЕНИЕ

**Б**иотехнология, сохраняя статус одной из наиболее древних форм человеческой деятельности (хлебопечение, виноделие, силосование), сегодня получила новый виток в развитии за счёт создания методов производства продуктов питания, лекарств, гербицидов, очистки окружающей среды.

О скорости развития и важности этой отрасли говорит, например, тот факт, что в базе данных Web of Science Core Collection (WoS CC) начиная с 1975 года опубликовано 811052 статьи в категории Biotechnology & Applied Microbiology (на октябрь 2021 г.). Положительная динамика научной активности за последние 20 лет (рис. 1) представлена следующими направлениями: генетика и наследственность (123479 статей), микробиология (119603), биохимия и молекулярная биология (103645 и 92419), экспериментальная медицина (84932), биохимические методы исследований (74364), пищевые технологии (68235), энергия и топливо (40759) и др.



**Рис. 1.** Динамика публикационной активности в БД WoS CC в категории Biotechnology & Applied Microbiology с 2001 г.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

На пике своей популярности биотехнология сама стала предметом изучения, о чём свидетельствует появление в БД WoS CC публикаций, анализирующих биотехнологию как область науки [1–2]. Только за 2020 г. применение биотехнологических процессов изучали экономисты, решающие вопросы о целесообразности внедрения новых технологий [3–4]; психологи, исследующие восприятие населением генномодифицированных продуктов [5];

социологи, рассматривающие общественное мнение по поводу применения стволовых клеток [6]; экологи, внедряющие новые технологии на развивающиеся рынки [7]; специалисты по технологической безопасности, прогнозирующие для инвесторов стоимость производства целевых продуктов [8]; политики, принимающие решения в системе технологических инноваций (TIS) [9]; педагоги, формирующие программы обучения студентов и школьников [10–11]; юристы, разрабатывающие новые законодательные акты [12]; филологи, классифицирующие терминологию знаний [13]. Особый интерес представляет для нас изучение данной области с точки зрения продвижения исследовательской деятельности в академических учреждениях в научное предпринимательство [14–15].

## МЕТОДОЛОГИЯ

Современный этап развития биотехнологии характеризуется быстрой сменой популярных направлений: в один год на первое место выходят исследования по нанотехнологиям, в другой – по охране окружающей среды, удалению отходов, ремедиации воды и почвы. Цель нашей работы – выяснить текущее состояние биотехнологии, опираясь на публикационный и патентный потоки в этой области за 2001–2020 гг.; определить тематику проводимых в мире исследований; обозначить лидерство отдельных стран по направлениям. Особый интерес представляли отечественные изыскания на фоне мировых научных и технологических разработок, приоритетность направлений внутри России, международное сотрудничество.

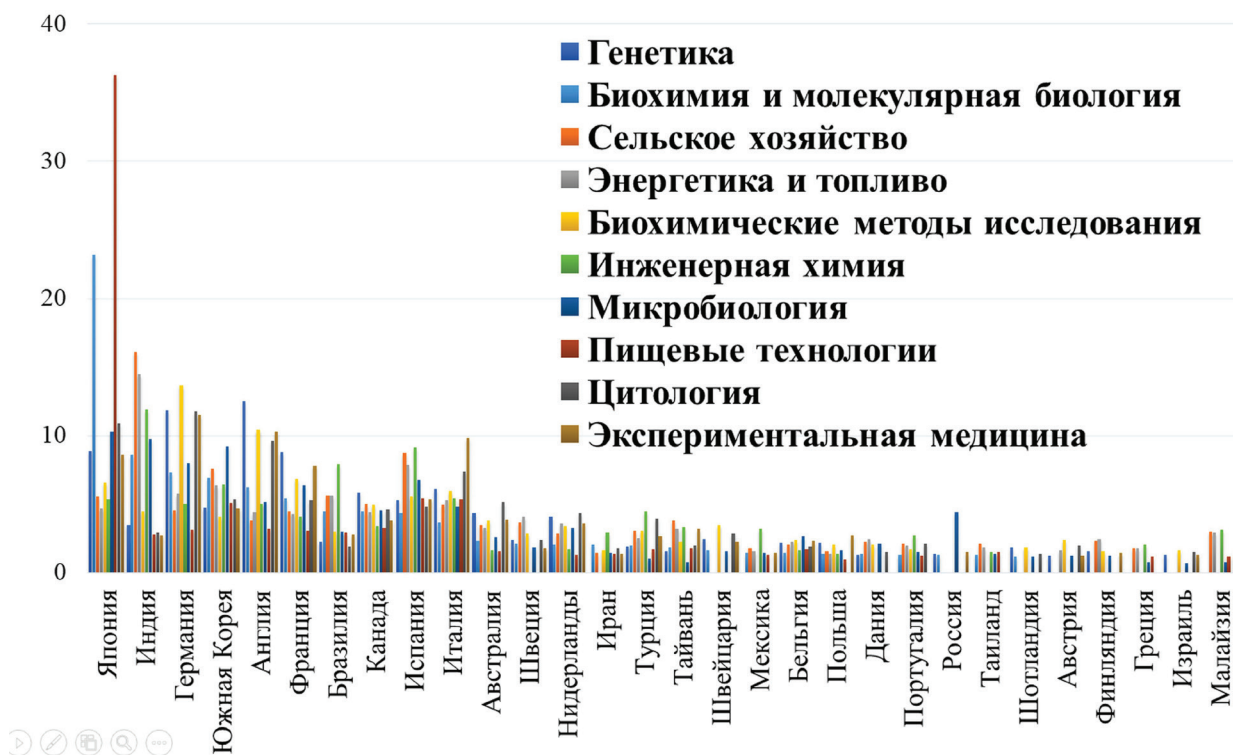
В качестве основного источника данных для анализа публикаций мы использовали библиографическую базу Web of Science Core Collection. Выбирая рубрикатор в данной базе, мы сравнили поисковые запросы для «категории WoS» ( $WC=(Biotechnology \& Applied Microbiology) AND PY=(2001-2020)$ ) и «области исследования» ( $SU=(Biotechnology \& Applied Microbiology) AND PY=(2001-2020)$ ) и обнаружили одинаковое число публикаций (на 21 августа 2021 г. это 592683 статьи), поэтому в дальнейшем анализ проводился по рубрикатору «категории WoS». Все данные представлены на август 2020 года.

Для выделения отечественных организаций, ведущих исследования в этой области, были привлечены ресурсы БД РИНЦ. Материал отбирался на основании объёма статей за период 2010–2020 в категории 62.00.00 «Биотехнология» рубрикатора ГРНТИ и их цитирования в БД РИНЦ. Кроме того, в работу включались учреждения, созданные на основе НИИ и ведущие деятельность, связанную с разработкой или производством биотехнологической продукции, информация по которым была в открытом доступе.

Для поиска сведений по патентам были привлечены базы данных патентных ведомств России (ФИПС), США (USPTO), Китая (CNIPA), Японии (JPO), базы данных Европейского патентного ведомства (Espacenet), базы данных Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO), открытые источники (Google patents) и коммерческая патентная база Orbit компании Questel. Графики построены на основании данных о количестве патентных семейств, представленных в Questel Orbit.

## АНАЛИЗ ПРИОРИТЕТНОСТИ НАПРАВЛЕНИЙ БИОТЕХНОЛОГИИ НА МИРОВОЙ АРЕНЕ

Многообразие сфер биотехнологии зависит от степени развития на данной территории методов генетики, микробиологии, биохимии, молекулярной биологии, компьютерной техники. Почти по всем направлениям приоритет удерживают США и Китай: 23% и 16% от всех работ по биотехнологии. Среди остальных стран Япония лидирует по направлениям «пищевые технологии» (36% всех публикаций в этой области), «биохимия и молекулярная биология» (23%), «микробиология» (10%); у Индии приоритет в «сельском хозяйстве» (16%), «энергетике» (14%), «инженерной химии» (12%); у Германии больше всего работ в сферах «биохимические методы исследования» (13%), «цитология» и «экспериментальная медицина» (по 12%), Англия доминирует в области «генетика и геронтология» (13% всех работ по данному направлению).



**Рис. 2.** 30 наиболее продуктивных стран после США и Китая, проводящих исследования по разным направлениям биотехнологии (по БД WoS CC).

Нами были рассмотрены работы, в которых используются биотехнологические методы в смежных областях: криминологии (19 публикаций), международных отношениях (12), психологии (10), урбанистике (8). Применением биотехнологии в репродуктивной биологии растений занимаются венгерские учёные, канадские исследователи используют её для решения задач, связанных со злоупотреблением алкоголем или наркотиками, а индийские – практикуют в эволюционной биологии.

Таким образом, мы наблюдаем приоритетность отдельных направлений для различных регионов мира, что может быть свидетельством как применения имеющихся у этих стран материалов и методов, так и возникновения потребности в развитии определённых областей (например, государственный заказ на создание системы мониторинга многолетней мерзлоты или ликвидация последствий экологических катастроф). Яркий тому пример – корреляция аварий на нефтяных станциях и увеличение количества статей в БД WoS CC по биодеградации нефти и ремедиации в год аварии или следующий за ним год (рис. 3).



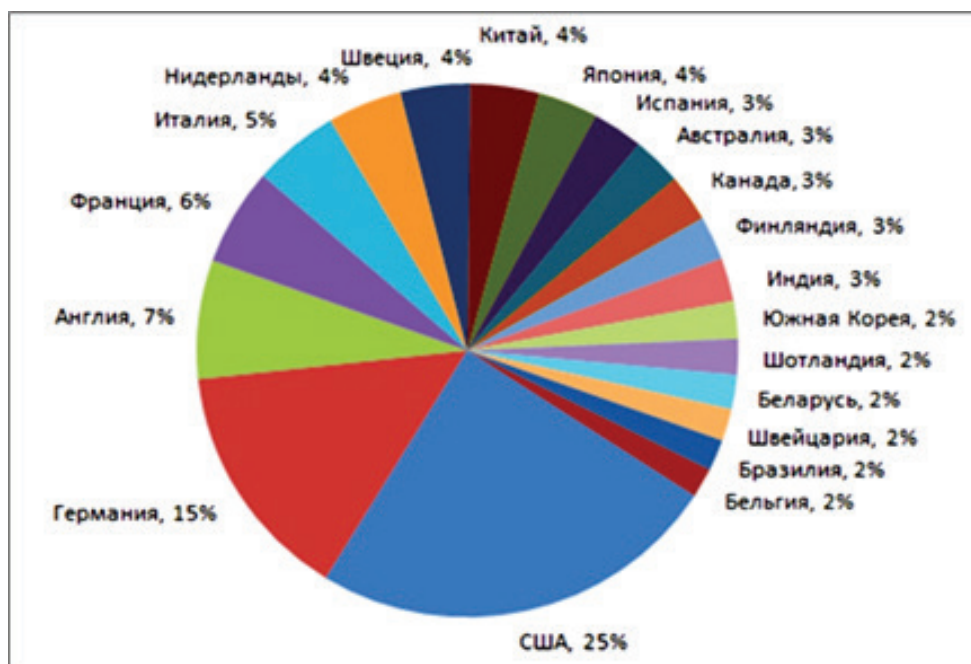
**Рис. 3.** Увеличение количества публикаций в БД Web of Science CC по запросу (Biodegradation\* AND oil) в годы, следующие за крупными нефтяными катастрофами.

Решение экологических проблем – один из важнейших разделов биотехнологии. Задав поиск в категории Biotechnology & Applied Microbiology, мы выявили 1553 работы по теме «ремедиация почв», 3166 статей по теме «биологическая очистка от нефти и тяжёлых металлов». А результаты поиска по очистке сточных вод (запрос: PY=(2001-2020) AND WC=(Biotechnology Applied Microbiology) AND ALL=(wastewater\*)) включали 12009 работ. Лидерами по этому направлению являются Китай (3565), США (1328), Индия (965), Испания (702) и Япония (644). Мы выбрали наиболее повторяющиеся ключевые слова из публикаций, написанных в этих странах учёными без использования международного сотрудничества, и выяснили, что в исследованиях чётко прослеживается тематика, связанная с внутренними экологическими проблемами регионов. В статьях учёных из Индии рассматриваются проблемы очищения вод от красителей путём биоадсорбции, биоразложение азотокрасителей, выделение металлоустойчивых микроорга-

низмов для очистки почв от меди и токсичных металлов. Для США и Китая важнейшими внутренними задачами являются разработка микробного топливного элемента, производство биодизеля, очистка сточных вод биоплёнкой. Неудивительно, что у этих двух стран огромное количество и совместных публикаций в этой области (2919 статей). Практический интерес Испании связан с индустриальным производством биомассы микроводорослей, не загрязняющих окружающую среду, освоением земель и регионов, мало пригодных для выращивания растений, биоразложением осадка сточных вод для получения биогаза и компоста. В Японии исследования направлены на денитрификацию сточных вод свиноферм, разработку дополнительных форм альтернативной энергии на основании микробного синтеза, построение микросма водно-болотных угодий. Исследования российских учёных сосредоточены на биоаугментации, очистке сточных вод, утилизации фенольных отходов, освоении методов контроля загрязнения воды, разработке синтетического активного ила, создании биосенсоров для нахождения загрязняющих веществ, селекции микроорганизмов, способных утилизировать избыток азотсодержащих веществ.

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ С ПОЗИЦИИ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПО БД WOS CC

За последние 20 лет в базе данных WoS CC прореферировано 6865 статей (на август 2021 года) по биотехнологии с российской аффилиацией, из которых 2184 написаны совместно с учёными из 106 стран (рис. 4).



**Рис. 4.** Процент российских публикаций в области биотехнологии, написанных совместно с зарубежными учёными с 2001 по 2020 гг.

Наиболее тесные связи за этот период сложились с коллегами из США (Калифорнийский университет в Сан-Диего, Ратгерский университет в Нью-Джерси и др.), Германии (Мюнхенский технический университет, Билефельдский университет, Центр экологических исследований имени Гельмгольца, Ганноверская медицинская школа и др.), Англии (университеты в Оксфорде, Лидсе, Кембридже; геномный исследовательский центр Сенгера и др.), Франции (Национальный центр научных исследований, Пастеровский институт, Национальный институт сельскохозяйственных исследований, Университет Монпелье и др.). Стоит отметить, что совместная работа с учёными из США проводилась по молекулярной биологии, генетике, математическим методам анализа в биологии; сотрудничество с Германией включало уже прикладную микробиологию и научные технологии; в исследованиях с английскими коллегами добавлялась энергетика, а публикации с Францией и Италией охватывали разработку биохимических методов и экспериментальную медицину. Таким образом, мы наблюдаем чёткое разделение тематик в совместных публикациях с международным участием. Среди работ присутствуют единичные статьи с коллегами из Албании, Брунея, Анголы, Гамбии, Гондураса, Танзании, Уганды, однако все они написаны с участием учёных из европейских государств, поэтому не представляется возможным выделить тематику исследований России именно с этими странами в сфере биотехнологии.



**Рис. 5.** Соотношение публикаций российских авторов с международным участием и без него по направлениям биотехнологии в базе данных WoS CC за 2001–2020 гг.



Сравнивая число публикаций России по научным направлениям с международным участием и без такового, мы определили области, в которых исследования проводятся исключительно внутри страны (архитектура, садоводство), и области, развивающиеся при сотрудничестве с иностранными авторами (аналитическая химия, иммунология, токсикология) (рис. 5).

Такие направления, как микробиология, экспериментальная медицина, генетика, биохимия и молекулярная биология, наиболее плодотворны для России в целом. При этом с уверенностью можем сказать, что российские исследования по микробиологии в области биотехнологии находятся на высочайшем уровне, о чём свидетельствует количество отечественных статей, прореферированных в международной БД WoS CC.

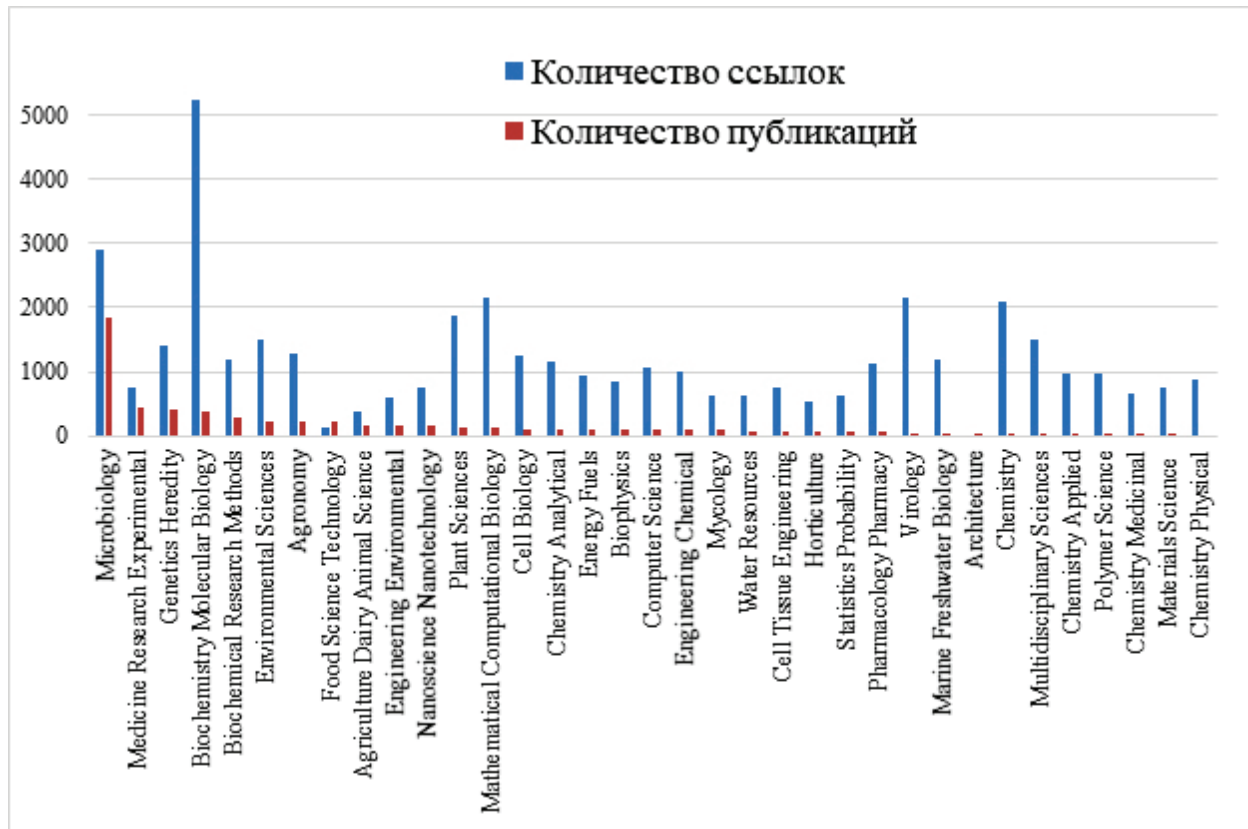
## АНАЛИЗ ЦИТИРУЕМОСТИ РОССИЙСКИХ ПУБЛИКАЦИЙ

Как и число публикаций, цитирование демонстрирует интерес научной общественности к тематике разработок. Анализ цитирования включал выявление наиболее цитируемых отечественных публикаций по биотехнологии, определение их тематики; сравнение тематических категорий цитируемых и цитирующих статей; поиск иностранных организаций, наиболее часто ссылающихся на статьи российских учёных.

Из 10 наиболее цитируемых российских работ, реферируемых в Web of Science CC по биотехнологии, 7 являются совместными с американскими коллегами исследованиями по секвенированию клеток, финансируемыми Министерством здравоохранения и социальных служб США. Среди исключительно российских – это статья новосибирских учёных 2012 г. (DOI: 10.1093/bioinformatics/bts091), предлагающих программное обеспечение для молекулярных биологов, и работа московских коллег 2003 г. (DOI: 10.1634/stemcells.21-1-105), занимающихся поиском источника стволовых клеток (цитирование работ на август 2021 г. 979 и 628 соответственно). Как мы видим, это совершенно разные по тематике направления, при этом для первой публикации цитирование отечественными учёными составляет 13%, а остальное добавляют США – 24% и страны Европы – 31%, а для второго исследования цитирование российскими коллегами насчитывает всего 2%, а вклад в объём ссылок вносят Китай, Япония, Иран и Тайвань – 41%. Можно предположить, что в этих государствах проводятся сходные разработки, а результаты могут быть сопоставимы с результатами российских учёных.

По базе данных Web of Science мы собрали сведения о тематических категориях, в которых много публикаций российских учёных, и сравнили их с тематическими категориями работ, в которых они наиболее часто цитируются. Как видно на рис. 6, цитирование в таких направлениях, как прикладная и физическая химия, наука о полимерах, материаловедение, значительно превышает количество публикаций в этих областях. При этом российские учёные интенсивно ведут исследования по микробиологии, генетике, экс-

периментальной медицине, тем не менее большее количество ссылок получают из статей по молекулярной и вычислительной биологии, вирусологии, химии, экологии.



**Рис. 6.** Пример сравнения тематических направлений в категории Biotechnology & Applied Microbiology с наибольшим количеством российских публикаций и работ, их цитирующих.

Например, статья в редкой для России области «Engineering Petroleum» цитируется в 13 различных категориях: микробиология, энергетика, геология, инженерная химия и др.; а работа из области «Mining Mineral Processing» – в 57 категориях WoS, включающих генетику, токсикологию, океанографию, фармакологию. *Для нас в этом контексте важна сама возможность не только оценить объём тематических исследований, но и проследить связь любого исследования с другими направлениями биотехнологии.*

Что касается цитирования иностранными организациями, то наибольшее количество ссылок (на август 2021 года) приходится на системы публичных университетов Калифорнии в США, Национального центра научных исследований (CNRS) во Франции, испанского Высшего совета по научным исследованиям, китайской Академии наук, немецкой Ассоциации Гельмгольца. Эти же учреждения находятся вверху списка организаций, наиболее активно сотрудничающих с российскими учёными: 90 совместных публикаций с коллегами из университетов Калифорнии, 86 – с французским Национальным центром, 69 – с Ассоциацией Гельмгольца.

## РОССИЙСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ЗАНИМАЮЩИЕСЯ ИССЛЕДОВАНИЯМИ ПО БИОТЕХНОЛОГИИ

Более детальный сбор сведений о российских организациях, занимающихся исследованиями по биотехнологии, проводился по ресурсам РИНЦ и выявил 70 учреждений (табл. 1). Следует отметить, что в работу попали прежде всего научные организации, информация о которых находится в свободном доступе; для нас не представляется возможным анализ учреждений, у которых публикационная деятельность не определяется как основная задача или результаты их исследований являются закрытыми.

Таблица 1

Российские организации биотехнологического профиля (данные на июнь 2021)

Местонахождение	Организация	Количество публикаций	Цитирование
Барнаул	ООО «Научно-производственная фирма «Алтайбиотех»»	0	0
	Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий	2116	3363
Владивосток	ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН	5350	24956
Воронеж	Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии	2769	7094
Дубровицы	ФИЦ животноводства – ВИЖ им. акад. Л. К. Эрнста	10756	54930
Екатеринбург	ООО Научно-производственная фирма «Биотерм»	0	0
Казань	ООО «Биотехпродукция»	0	0
Кольцово	Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора	6406	40399
	ООО «Биотон»	0	0
Краснодар	Краснодарский сельскохозяйственный биотехнологический центр	0	0
	Северо-Кавказский научно-исследовательский институт биотехнологии и химии	1	0
Москва	Ассоциация «Университетский комплекс прикладной биотехнологии»	0	0
	Биотехнологический консорциум для медицины и агропромышленного комплекса	0	0
	Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии	904	3744
	Ассоциация «Университетский комплекс прикладной биотехнологии»	0	0
	Биотехнологический консорциум для медицины и агропромышленного комплекса	0	0
	Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии	904	3744
	Государственный научный центр по антибиотикам	725	1327
	Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН	5239	36156
	ЗАО «Биотехальянс»	7	0
	Институт биотехнологий и междисциплинарной стоматологии	6	41

<i>Продолжение табл. 1</i>			
Москва	Ассоциация «Университетский комплекс прикладной биотехнологии»	0	0
	Биотехнологический консорциум для медицины и агропромышленного комплекса	0	0
	Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии	904	3744
	Государственный научный центр по антибиотикам	725	1327
	Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН	5239	36156
	ЗАО «Биотехальянс»	7	0
	Институт биотехнологий и междисциплинарной стоматологии	6	41
	Международный фонд научно-образовательных программ биотехнологий им. акад. И. Н. Блохиной	0	0
	Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина	13987	56196
	Московский государственный университет пищевых производств	16677	46500
	Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков им. Г. Ф. Гаузе	662	5082
	Научно-исследовательский центр биотехнологии антибиотиков и других биологически активных веществ «БИОАН»	2	0/62
	Научно-производственное объединение «Нанобиотехнология»	0	0
	Научно-производственный центр медицинской биотехнологии Росздрава	11	48
	Научно-технический центр «Лекарства и биотехнология»	5	16
	Научно-технических центр «Лекбиотех»	17	308
	ООО «Био/Технологии, Инновации, Разработки»	0	0
	ООО «Биотехнологическая компания»	0	0
	ООО «Биотехнологические решения»	0	0/5
	ООО «Инновационные биотехнологии»	0	0
	ООО «Научно-производственный центр “Биотехнология”»	0	0/2
	ООО «Национальная биотехнологическая компания»	0	0/4
	ООО «Новые биотехнологии»	8	6
	ООО Научно-производственное предприятие «Биотех-М»	1	0
	Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН	8093	101994
	Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи	8235	53173
	Центр биотической медицины	110	1878
Мурманск	ООО «Научно-технический центр Экобиотек-Мурманск»	0	0
Нижний Новгород	БИОТА-ПЛЮС	0	0
	ЗАО «Био Технологии»	1	8
Новосибирск	Научно-производственное объединение «БиоТест»	3	17
	Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН	11053	35077
	Сибирский центр фармакологии и биотехнологии	13	66

<i>Продолжение табл. 1</i>			
Оболенск	Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Роспотребнадзора (ФБУН ГНЦ ПМБ)	2173	11958
	Оболенский научно-исследовательский центр прикладной микробиологии и биотехнологии (НО «ОНИЦ ПМБ»)	8	169
Пушино	ООО «Биотехнологический инжиниринговый центр Пушино»	0	0
	ООО «ЭкоБиоТехнология»	0	0
Ростов-на-Дону	ООО «Научно-производственное предприятие «Биотехнология»»	0	0
	ООО Научно-производственная фирма «Интербиотех»	1	1
	Ростовский научно-исследовательский институт биотехнологии	0	0
Самара	ООО «Самара биотехнологии»	0	0
Санкт-Петербург	ЗАО «Прикладные нанобиотехнологии»	0	0
	Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт биотехнических систем	2	0
	Научно-производственная фирма «Биотехнологический комплекс»	0	0
	ООО «Биотех»	17	68
	ООО «БИОТРОФ»	317	1436
	ООО «Новые Антибиотики»	0	0/7
	ООО «ЭЛЭК – Биотехнические системы»	0	0
Саратов	ООО «Научно-исследовательский институт технологий органической, неорганической химии и биотехнологий»	13	3
Томск	Концерн Научно-производственное объединение «Биотехника»	0	0/157
	ООО «Лаборатория медицинской электроники «Биоток»»	2	1
Тулун	Восточно-Сибирский комбинат биотехнологий	0	0
Уссурийск	Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки	870	1774
Хабаровск	ООО «Биотекс Агро»	1	2
Щелково	ООО «Институт агроэкологии и биотехнологии»	0	0

Безусловным лидером по числу публикаций в данной сфере в России является Московский государственный университет пищевых производств, практикующий разработку технологий хранения и переработки злаков, бобовых, овощных культур и винограда. Немного с меньшим числом работ, но с более высокой частотой цитирования за ним следует Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина, осуществляющая создание биологически активных веществ и лекарственных препаратов для с/х животных. Далее в рейтинге – Сибирский ФНЦ агробиотехнологий РАН, приоритеты в работе которого – совершенствование экспресс-методов лабораторной диагностики, селекция культур, поиск нетрадиционных источников сырья для кормов. Самым цитируемым учреждением в области биотехнологии стал ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, занимающийся развитием биоэкономики, заменой химических продуктов и процессов биологическими. По критерию «среднее

цитирование публикации» лидирует Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии (Оболенск), ведущий исследования в области эпидемиологии, бактериологии, биотехнологии и производства новых генно-инженерных и иммунобиологических препаратов. Не все из представленных в таблице учреждений продолжают работать на сегодняшний день: так, например, Научно-технический центр «Лекбиотех», имеющий высокий показатель среднего цитирования равный 18, ликвидирован в сентябре 2021 г. Та же участь постигла ЗАО «Прикладные нанобиотехнологии», ООО Научно-производственная фирма «Биотерм», ООО «Био/Технологии, Инновации, Разработки» и др.

Хочется подчеркнуть, что в табл. 1 представлены только учреждения, у которых биотехнология является основным направлением; при этом данная область многообразна и исследования ведутся институтами различных профилей: у МГУ им. М. В. Ломоносова за 20 лет исключительно по теме «Биотехнология» в базе данных РИНЦ числится 214 статей, у Физико-технологического института им. К. А. Валиева РАН – 66 работ, у Сколковского института науки и технологий – 62 статьи, у Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова – 53 статьи. Интересно, что многие сугубо российские исследования, помимо отечественных фондов, финансируются иностранными организациями, например, CRDF Global, США (публикации с DOI: 10.1134/S0003683810010102; DOI: 10.1186/1471-2164-10-639 и др.), European Commission Joint Research Centre (DOI: 10.1134/S0003683811010091; DOI: 10.2217/NNM.11.6 и др.), Ministry of Science and Higher Education, Poland (DOI:10.1134 / S0003683820080104), Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan (DOI: 10.1134 / S0003683811050176; DOI: 10.1134/S0003683818030146 и др.). При этом в работах нет ни одного иностранного автора или автора с иностранной аффилиацией. Следует отметить возросшую роль иностранных инвестиций в исследования российских учёных.

## **ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Для оценки уровня развития отрасли в целом и её отдельных направлений в мировой практике нередко используется патентный анализ [16–17]. Статистика регистрации патентов и заявок отражает актуальную изобретательскую активность в различных отраслях науки и техники [18–19]. В качестве примера использования патентного анализа можно отметить исследование подходов к созданию гибридных автомобилей [20] и разработку критериев отнесения технологий к области перспективных с учётом региона [21].

Для рассмотрения общей ситуации изобретательской деятельности в сфере биотехнологии мы воспользовались коммерческой базой данных Orbit от компании QUESTEL, которая позволяет осуществлять патентный и пу-

бликационный поиск благодаря большому количеству критериев отбора, предоставляет инструменты для аналитики отобранных материалов и автоматического расчёта требуемых показателей.

Нами были выявлены 248711 патентных семейств (совокупность всех патентных публикаций, относящихся к одному изобретению), включающих открытия в сфере биотехнологии в мире с 2001 года (рис. 7).

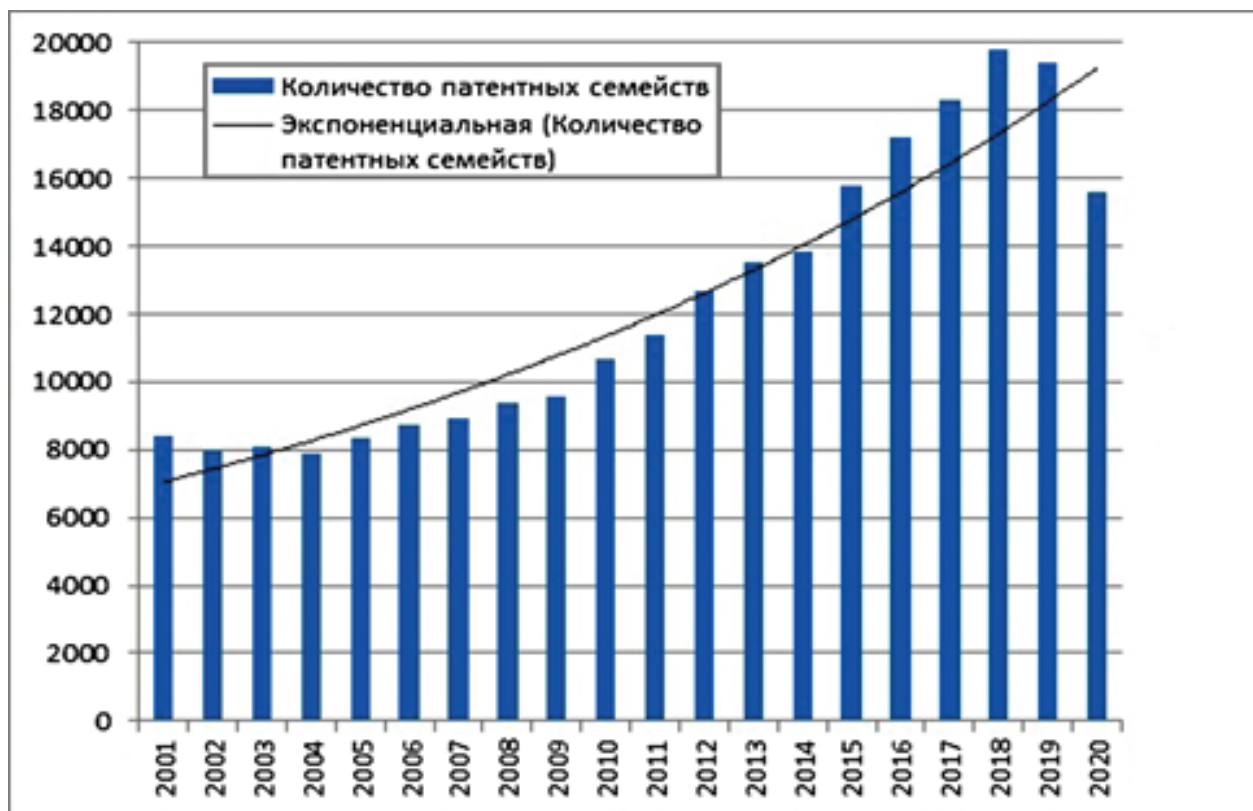


Рис. 7. Динамика патентования изобретений в биотехнологии, характеризующаяся увеличением количества патентных семейств.

Предлагаемый в Questel Orbit набор параметров не является исчерпывающим, и для более точного анализа важно использовать несколько поисковых источников и БД патентных ведомств. Даже в этом случае работа с патентной документацией имеет ряд ограничений, связанных с защитой создаваемых технологий (коммерческие тайны, секреты производства, ноу-хау), поэтому оценка объёмов патентования в той или иной области является условной.

Согласно статистике Европейского патентного ведомства (Espacenet), в целом направление биотехнологии представлено областью медицинских и фармацевтических продуктов (55% всех патентов в биотехнологии), промышленных процессов (41%) и сельского хозяйства (всего 4%). Среди патентов на медицинские и фармацевтические препараты имеются изобретения, обеспечившие в последние годы прорыв в дактилоскопии с помощью различных методов ДНК-анализа, тестировании на отцовство, переливании крови

с проверкой на наличие смертельных вирусов. Восемь из десяти самых продаваемых лекарств были биологическими по происхождению и защищены патентами<sup>1</sup>.

Основными прорывными разработками в области биотехнологий за последние годы считаются<sup>2</sup> [22]:

- расшифровка вирусного генома SARS-COV-2 и разработка вакцин против него;
- создание технологии CRISPR-Cas 9, облегчающей генетическую модификацию организмов;
- разработка «суперфермента» для утилизации пластиковых отходов в окружающей среде;
- развитие «чистых технологий», направленных на получение новых типов энергии.

Всемирной организацией интеллектуальной собственности (WIPO) инициировались и отслеживались исследования, повышающие продуктивность сельского хозяйства [23]. Большинство инноваций, по данным на 2019 г., находится на стыке молекулярной биологии и генетики – это выведение новых сортов и признаков посредством гибридизации, ауткроссинга (скрещивания); культивирование тканей; клонирование растений; геновая инженерия.

Изучение материалов Федерального института промышленной собственности России (ФИПС)<sup>3</sup> выявило высокий технический уровень отечественных изобретений, сравнимый с международными аналогами, в частности в сфере медицины. Например, в НИЦ эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи разработали полиантигенную вакцину (патент РФ 2724896), которая не только препятствует заражению, но и позволяет одновременно оказывать лечебный эффект для больных туберкулезом. Набор для выявления возбудителей инфекционных заболеваний (патент РФ 2729635) от ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора позволяет выявлять вирус всего за один этап. Диплом «100 лучших изобретений России за 2019 г.» получил НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева за разработку штамма вирусов (патент РФ № 2702833) для получения моно- или поливалентных гриппозных вакцин против потенциально пандемических вирусов. Центральный НИИ эпидемиологии Роспотребнадзора запатентовал систему CRISPR-Cas (патент № 2743861) для выявления гена антибиотикоустойчивости blaVIM-2 у *Pseudomonas aeruginosa* (золотистый стафилококк), позволяющую находить даже единичные клетки в биологическом образце и эффективно бороться с ними.

В последнее время в топ-изобретений попадают разработки, связанные с выявлением коронавируса SARS-COV-2. Например, Институт биооргани-

<sup>1</sup> Biotechnology patents at the EPO // European Patent Office. URL: <https://www.epo.org/news-events/in-focus/biotechnology-patents.html> (дата обращения: 18.01.2022).

<sup>2</sup> Top 10 Bio-scientific Discoveries of the Year 2018 // Biotechnika.org. URL: <https://www.biotechnika.org/2019/06/top-10-bio-scientific-discoveries-of-the-year-2018/> (дата обращения: 06.07.2021); Breakthrough Scientific Discoveries of 2020: Top 10 List. URL: <https://www.biotechnika.org/2021/01/top-10-scientific-breakthroughs-in-2020-read-more-at-biotechnika/> (дата обращения: 11.05.2021).

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». URL: <https://www.fips.ru/> (дата обращения: 04.06.2021).



ческой химии РАН запатентовал антитело, которое способно распознавать S-белок вируса в объёме до 1 нг (нанограмм) с помощью метода иммуноферментного анализа (патент №2744274).

Одним из наиболее важных направлений развития биотехнологии в России является охрана окружающей среды. Прорывом в области экологии стали: запатентованный штамм, способный к деструкции нефти и нефтепродуктов в суровых природных условиях (патент РФ № 2703142), и устройство экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха (патент RU 105497 U1)<sup>4</sup>.

По материалам базы данных Orbit, для российских патентов характерно преобладание направлений по фармакологии, органической и общей химии, разработке специализированной аппаратуры. При этом явно наблюдается отставание в регистрации патентов, относящихся к пищевой промышленности и компьютерным технологиям.

Очевидно, что не все научные изыскания приводят к включению результатов в народное хозяйство. На наш взгляд, биотехнология – именно та отрасль, которая обладает всеми необходимыми предпосылками для внедрения научных результатов в практику: с опорой на научные открытия регистрируются патенты на производство лекарств, сельскохозяйственных кормов, ферментов, очистку почвы и воды и, как следствие, конструирование устройств для них. Несмотря на высокий уровень патентования, государственные предприятия не имеют собственных производственных мощностей, а отсутствие политики между НИИ и инвесторами/организаторами производства делает внедрение разработок процессом многоэтапным и трудоёмким. Для вывода продукции на рынок на базе научных учреждений или с привлечением их сотрудников создаются ООО и ЗАО, уже с возможностью коммерциализации результатов исследований (присутствующие в табл. 1 учреждения с нулевым количеством статей и цитированием вносят свой вклад в биотехнологию посредством внедрения разработок НИИ). Например, концерн НПО «Биотехника» (Томск), в котором работают сотрудники Национального исследовательского Томского политехнического университета, имеет 157 патентов на изготовление медицинской диагностической аппаратуры и хирургического оборудования. ООО «Новые Антибиотики» (Санкт-Петербург) с 2010 г. является патентообладателем изобретений сотрудников Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербургского государственного технологического института, Института токсикологии, осуществляя разработки в области естественных и технических наук. ООО «ЭкоБиоТехнология» имеет два договора на использование изобретений Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина (ИБФМ РАН) в г. Пущино, производя и продавая препараты по защите растений. НИЦ «БИОАН» с 1999 г. внедрял разработки Института общей генетики им. Н. И. Вавилова (ликвидирован в июне 2020 г.).

<sup>4</sup> «100 лучших изобретений»: российская вакцина против оспы, гибридная мультироторная летающая платформа, технологии распознавания текста с использованием искусственного интеллекта // Федеральный институт промышленной собственности. 2020. 29 июня. URL: <https://www1.fips.ru/news/100-best-inventions-2019-1p2020> (дата обращения: 18.01.2022).

## ВЫВОДЫ

В результате анализа по материалам баз данных WoS CC выявлены наиболее продуктивные за 2001–2020 гг. направления биотехнологии: это «Генетика и наследственность», «Микробиология», «Биохимия и молекулярная биология», «Экспериментальная медицина», «Биохимические методы исследований».

Практически по всем направлениям первенство удерживают США и Китай, тем не менее для каждого государства и региона определены области исследований с наибольшим количеством публикаций. Как правило, лидерство государств в отдельных направлениях является следствием решения внутренних проблем: поиск альтернативных форм энергии, очистка сточных вод, медиация загрязнённых почв.

Для России наибольшее количество публикаций, написанных в соавторстве с иностранными коллегами, относится к следующим областям: «Генетика и наследственность» – 34%, «Экспериментальная медицина» – 16%, «Биохимия и молекулярная биология» – 11%, «Вычислительная биология» – 10%, «Биохимические методы исследования» – 9% от общего количества совместных работ. Исключительно российские исследования проводятся по тем же тематикам, но в несколько ином соотношении: «Микробиология» – 44%, «Статистика» – 44%, «Биохимия и молекулярная биология» – 9%, «Биохимические методы исследования» – 8%, «Экспериментальная медицина» – 6%, «Экология» – 5%, «Цитология» – 4% (от общего числа отечественных работ). На основании увеличения динамики количества публикаций за 5 лет определены наиболее перспективные для России направления биотехнологии – это «Статистика», «Пищевые технологии», «Цитология», «Клеточная инженерия»; выявлены направления, имеющие тенденцию к снижению количества работ, – это «Генетика и наследственность», «Экспериментальная медицина», «Нанотехнологии».

При определении ниши в сфере биотехнологии в мировом масштабе прослеживается преимущество России в микробиологических исследованиях: данное направление является не самым объёмным по количеству отечественных статей в БД WoS CC.

Мировая изобретательская активность в биотехнологии сосредоточена на открытии новых фармацевтических препаратов, замене химических процессов биологическими, создании методов и приборов для анализа биологического материала. Для российских изобретателей первостепенную роль играет разработка методов и устройств контроля над загрязнением сточных вод; выведение штаммов микроорганизмов для производства органических веществ и лекарств.

С целью налаживания научных связей нами собраны данные о российских организациях биотехнологического профиля и выявлены основные направления их исследований.

В целом научная и изобретательская деятельность российских учёных ориентирована на следующие области:

- выведение штаммов полезных микроорганизмов для создания/производства новых видов продуктов питания и животных кормов или лекарственных препаратов;
- создание новых пород животных и сортов растений с помощью генной инженерии;
- разработка биологических препаратов для защиты растений от болезней и вредителей;
- формирование новых биотехнологических методов защиты окружающей среды.

Несмотря на трудности внедрения теоретических результатов и лабораторных открытий в производство, опыт создания учреждений различных форм собственности на базе научных организаций успешно реализуется на протяжении десятков лет; на рынке появляются фармацевтические препараты, строительные композиты, анализаторы, биотестеры, средства гигиены и другая продукция на основе биотехнологических разработок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Scientometric analysis of biotechnology research output in India during 2008–2017 / A. K. Sharma, B. P. Dwivedee, S. Soni [et al.] // *Library Philosophy and Practice*. 2019. January. № 2983.
2. *Leon-De La, D. I. O.* The rise of health biotechnology research in Latin America: A scientometric analysis of health biotechnology production and impact in Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Cuba and Mexico / O. Dante Israel Leon-De La, H. Thorsteinsdottir, J. V. Calderon-Salinas // *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13, № 2. DOI: 10.1371/journal.pone.0191267.
3. *Jorissen T.* A systematic analysis of economic evaluation studies of second-generation biorefineries providing chemicals by applying biotechnological processes / T. Jorissen, A. Oraby, G. Recke, S. Zibek // *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2020. Vol. 14, № 5. P. 1028–1045. DOI: 10.1002/bbb.2102.
4. *Zemlickienė V.* Evaluation of the expediency of technology commercialization: a case of information technology and biotechnology / V. Zemlickienė, Z. Turuskis // *Technological and Economic Development of Economy*. 2020. Vol. 26, № 1. P. 271–289. DOI: 10.3846/tede.2020.11918.
5. *Monaghan C.* An analysis of public attitudes in Australia towards applications of biotechnology to humans: Kinds, causes, and effects / C. Monaghan, B. Bizumic, D. Van Rooy // *Technology in Society*. 2020. Vol. 63 (101376). DOI: 10.1016/j.techsoc.2020.101376.
6. A new web-based big data analytics for dynamic public opinion mapping in digital networks on contested biotechnology fields / V. Tournay, M. Jacomy, A. Néculea [et al.] // *Omics: a journal of integrative biology*. 2020. Vol. 24, № 1. P. 29–42. DOI: 10.1089/omi.2019.0130.
7. The use of biotechnologies in textile processing and environmental sustainability: An emerging market context / M. Rahman, M. M. Billah, D. Hack-Polay, A. Alam // *Technological Forecasting and Social Change*. 2020. Vol. 159 (120204). DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120204.
8. *Malik T. H.* Security analyst firm reputation and investors' response to forecasted stocks in the biotechnology sector / T. H. Malik, C. Huo // *Technology Analysis & Strategic Management*. 2020. Vol. 32, № 5. P. 574–588. DOI: 10.1080/09537325.2019.1683536.

9. *Wydra S.* Value chains for industrial biotechnology in the bioeconomy-innovation system analysis. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, № 8. DOI: 10.3390/su11082435.
10. *Toman U.* Articles on Biotechnology Teaching: Thematic Content Analysis Study // *World Journal on Educational Technology: Current Issues*. 2019. Vol. 11, № 4. P. 220–229. DOI: 10.18844/wjet.v11i4.4271.
11. *Anderton B. N.* Hybrid thematic analysis reveals themes for assessing student understanding of biotechnology / B. N. Anderton, P. C. Ronald // *Journal of Biological Education*. 2018. Vol. 52, № 3. P. 271–282. DOI: 10.1080/00219266.2017.1338599.
12. Comparative analysis of legislative requirements about patients' access to biotechnological drugs for rare diseases in Central and Eastern European Countries / M. Kamusheva [et al.] // *Frontiers in pharmacology*. 2018. July. DOI: 10.3389/fphar.2018.00795.
13. *Salvador V.* On analogical knowledge: metaphors in biotechnology discourse // *Metode Science Studies Journal*. 2018. November. DOI: 10.7203/metode.9.10940.
14. *Wang K.* Innovation in policy-making for big science: a cultural analysis of interdisciplinary research in China's biotechnology industry / K. Wang, Y. Wang, Y. Ma, S. Xu // *International Journal of Innovation Science*. 2020. Vol. 12, № 5. P. 495–508. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJIS-07-2020-0105>.
15. *Paiva T.* R&D Collaboration, Competitiveness Development, and Open Innovation in R&D / T. Paiva, M. Ribeiro, P. Coutinho // *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2020. Vol. 6, № 4. DOI: 10.3390/joitmc6040116.
16. *Schmoch U.* Concept of a technology classification for country comparisons // Final report to the world intellectual property organisation (wipo), WIPO. 2008. URL: [www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo\\_ipc\\_technology.pdf](http://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo_ipc_technology.pdf) (дата обращения: 11.06.2021).
17. National systems of innovation in comparison: Structure and performance indicators for knowledge societies / Ed. by U. Schmoch, C. Rammer, H. Legler. Springer Science & Business Media, 2006.
18. *Гохберг Л. М.* Статистика науки. М. : ТЕИС, 2003. 478 с.
19. Методические аспекты построения патентных ландшафтов организаций / Е. С. Асеева, Д. А. Добрыгина, М. О. Вьюхин, В. Д. Шульгин // Интеллектуальная собственность и инновации : материалы X международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 26 апреля 2018 года. Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2018. С. 5–15.
20. *Rodriguez M.* Technological landscape and collaborations in hybrid vehicles industry / M. Rodriguez, F. Paredes // *Foresight and STI Governance*. 2015. Vol. 9, № 2. DOI: 10.17323/1995-459X.2015.2.6.21.
21. Анализ технологических трендов на основе построения патентных ландшафтов / С. В. Куртов, Д. Б. Шульгин, Д. Е. Толмачев, А. Д. Егармина // *Экономика региона*. 2017. Т. 13, № 3. С. 935–947. DOI: 10.17059/2017-3-24.
22. *Doblinger C.* Governments as partners: The role of alliances in U.S. cleantech startup innovation / C. Doblinger, K. Surana, L. Diaz Anadon // *Research Policy*. 2019. Vol. 48, № 6. DOI: 10.1016/j.respol.2019.02.006.
23. Plant biotechnology – connecting urban innovation and rural application // WIPO. URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_944\\_2019-chapter4.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_944_2019-chapter4.pdf) (дата обращения: 04.06.2021).

Статья поступила в редакцию 15.09.2021.

Одобрена после рецензирования 09.11.2021. Принята к публикации 21.01.2022.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бескаравайная Елена Вячеславовна** *elenabesk@gmail.com*

Старший научный сотрудник, Библиотека по естественным наукам РАН, Москва, Россия

ORCID ID: 0000-0003-2617-1249

Web of Science ResearcherID: T-8970-2019

**Митрошин Иван Андреевич** *imitros@gmail.com*

Старший научный сотрудник, Библиотека по естественным наукам РАН, Москва, Россия

ORCID ID: 0000-0001-8502-9360

Web of Science ResearcherID: AAG-6680-2019

DOI: 10.19181/smtp.2022.4.1.9

# ANALYSIS OF PUBLICATION ACTIVITY AND PATENT ACTIVITY IN BIOTECHNOLOGY FROM 2001 TO 2020

**Elena V. Beskaravainaya<sup>1</sup>, Ivan A. Mitroshin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Library for Natural Sciences, RAS, Moscow, Russia

**Abstract.** The article presents an analysis of research on biotechnology over the past 20 years based on the materials of patent and bibliometric databases. The dynamics of publication activity in the category 'Biotechnology and applied Microbiology' by years, thematic categories, and countries is revealed. The leading states in various fields are identified. The entry of Russian research into the world scientific space is determined, and priority vectors of domestic developments are noted. The most productive categories of biotechnological research within the country and with international participation are shown. Conclusions are drawn about developing areas of domestic research and areas with negative publication dynamics. Based on the subject matter of articles, the number of publications and citations, a list of Russian organizations for which biotechnology is the main field of activity has been compiled. The authors of the article review patent activity in the field of biotechnology, highlight the most relevant areas of patent activity in medicine, pharmacy, and agriculture. The most significant domestic inventions in recent years are noted. Conclusions are drawn about the high technical level of domestic inventions and their practical significance. The necessity of introducing scientific research into practical developments through the creation of various firms and enterprises on the basis of scientific institutions is indicated.

**Keywords:** biotechnology, publication activity, patent activity, bibliometric analysis

**For citation:** Beskaravainaya, E. V., Mitroshin, I. A. (2022). Analysis of Publication Activity and Patent Activity in Biotechnology from 2001 to 2020. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 4, no. 1. P. 157–179.

DOI: 10.19181/smtp.2022.4.1.9

## REFERENCES

1. Sharma, A. K., Dwivedee, B. P., Soni, S., Kapoor, D. N. and Patil, V. (2019). Scientometric analysis of biotechnology research output in india during 2008-2017. *Library Philosophy and Practice*. January. No. 2983.
2. Leon-De La, D. I. O., Thorsteinsdottir, H. and Calderon-Salinas, J. V. (2018). The rise of health biotechnology research in Latin America: A scientometric analysis of health biotechnology production and impact in Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Cuba and Mexico. *Plos One*. Vol. 13, no. 2. DOI: 10.1371/journal.pone.0191267.
3. Jorissen, T., Oraby, A., Recke, G. and Zibek, S. (2020). A systematic analysis of economic evaluation studies of second-generation biorefineries providing chemicals by applying biotechnological processes. *Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr*. Vol. 14, no. 5. P. 1028–1045. DOI: 10.1002/bbb.2102.
4. Zemlickiene, V. and Turskis, Z. (2020). Evaluation of the expediency of technology commercialization: a case of information technology and biotechnology. *Technological and Economic Development of Economy*. Vol. 26, no. 1. P. 271–289. DOI: 10.3846/tede.2020.11918.
5. Monaghan, C., Bizumic, B. and Van Rooy, D. (2020). An analysis of public attitudes in Australia towards applications of biotechnology to humans: Kinds, causes, and effects. *Technology in Society*. Vol. 63 (101376). DOI: 10.1016/j.techsoc.2020.101376.
6. Tournay, V., Jacomy, M., Necula, A., Leibing, A., and Blasimme, A. (2020). A new web-based big data analytics for dynamic public opinion mapping in digital networks on contested biotechnology fields. *Omics: a journal of integrative biology*. Vol. 24, no. 1. P. 29–42. DOI: 10.1089/omi.2019.0130.
7. Rahman, M., Billah, M. M., Hack-Polay, D. and Alam, A. (2020). The use of biotechnologies in textile processing and environmental sustainability: An emerging market context. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 159 (120204). DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120204.
8. Malik, T. H. and Huo, C. H. (2020). Security analyst firm reputation and investors' response to forecasted stocks in the biotechnology sector. *Technology Analysis & Strategic Management*. Vol. 32, no. 5. P. 574–88. DOI: 10.1080/09537325.2019.1683536.
9. Wydra, S. (2019). Value Chains for Industrial Biotechnology in the Bioeconomy-Innovation System Analysis. *Sustainability*. Vol. 11, no. 8. DOI: 10.3390/su11082435.
10. Tournay, V., Jacomy, M., Necula, A., Leibing, A. and Blasimme, A. (2020). A New Web-Based Big Data Analytics for Dynamic Public Opinion Mapping in Digital Networks on Contested Biotechnology Fields. *Omics-a Journal of Integrative Biology*. Vol. 24, no. 1. P. 29–42. DOI: 10.18844/wjet.v11i4.4271.
11. Anderton, B. N. and Ronald, P. C. (2018). Hybrid thematic analysis reveals themes for assessing student understanding of biotechnology. *Journal of Biological Education*. Vol. 52, no. 3. P. 271–82. DOI: 10.1080/00219266.2017.1338599.
12. Kamusheva, M., Manova, M., Savova, A.T., Petrova, G.I., Mitov, K. [et al.] (2018). Comparative Analysis of Legislative Requirements About Patients' Access to Biotechnological Drugs for Rare Diseases in Central and Eastern European Countries. *Frontiers in Pharmacology*. July. DOI: 10.3389/fphar.2018.00795.
13. Salvador, V. (2018). On analogical knowledge: metaphors in biotechnology discourse. *Metode Science Studies Journal*. November. DOI: 10.7203/metode.9.10940.
14. Wang, K., Wang, Y., Ma, Y. and Xu, S. T. (2020). Innovation in policy-making for big science: a cultural analysis of interdisciplinary research in China's biotechnology industry. *International Journal of Innovation Science*. Vol. 12, no. 5. P. 495–508. DOI: 10.1108/IJIS-07-2020-0105.
15. Paiva, T., Ribeiro, M., and Coutinho, P. (2020). R&D collaboration, competitiveness development, and open innovation in R&D. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. Vol. 6, no. 4. P. 1–18. DOI: 10.3390/joitmc6040116.

16. Schmoch, U. (2008). Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO), revised August 2011. *WIPO*. URL: [www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo\\_ipc\\_technology.pdf](http://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo_ipc_technology.pdf) (accessed 11.06.2021).
17. *National systems of innovation in comparison: Structure and performance indicators for knowledge societies*. (2006). Ed. by U. Schmoch, C. Rammer, H. Legler. Springer Science & Business Media.
18. Gokhberg, L. M. (2003). *Statistika nauki [Statistics of Science]*. Moscow: Teis publ. 478 p. (In Russ.).
19. Aseeva, E., Dobrygina, D., Viukhin, M. and Shulgin, V. D. (2018). Metodicheskie aspekty postroeniya patentnyh landshaftov organizacij [Methodological aspects of patent landscapes design for organizations]. *Intellectual property and innovation. Materials of the X International Scientific and Practical Conference, Yekaterinburg, April 26, 2018*. Ekaterinburg: Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin. P. 5–15. (In Russ.).
20. Rodrguez, M. and Paredes, F. (2015). Technological landscape and collaborations in hybrid vehicles industry. *Foresight and STI Governance*. 2015. Vol. 9 (2). DOI: 10.17323/1995-459X.2015.2.6.21.
21. Kortov, S. V., Shulgin, D. B., Tolmachev, D. E. and Yegarmina, A. D. (2017). Technology trends analysis using patent landscaping. *Economy of Region*. Vol. 3, no. 13. P. 935–947. DOI: 10.17059/2017-3-24. (In Russ.).
22. Doblinger, C., Surana, K. and Anadon, L.D. (2019). Governments as partners: The role of alliances in US cleantech startup innovation. *Research Policy*. Vol. 48, no. 6. P. 1458–75. DOI: 10.1016/j.respol.2019.02.006.
23. Plant biotechnology – connecting urban innovation and rural application. *WIPO*. URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_944\\_2019-chapter4.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_944_2019-chapter4.pdf) (accessed 04.06.2021).

*The article was submitted on 15.09.2021.*

*Approved after reviewing 09.11.2021. Accepted for publication 21.01.2022.*

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Beskaravainaya Elena** [elenabesk@gmail.com](mailto:elenabesk@gmail.com)

Senior Researcher, Library for Natural Sciences of the RAS, Moscow, Russia

ORCID ID: 0000-0003-2617-1249

Web of Science ResearcherID: T-8970-2019

**Mitroshin Ivan** [imitros@gmail.com](mailto:imitros@gmail.com)

Senior Researcher, Library for Natural Sciences of the RAS, Moscow, Russia

ORCID ID: 0000-0001-8502-9360

Web of Science ResearcherID: AAG-6680-2019