

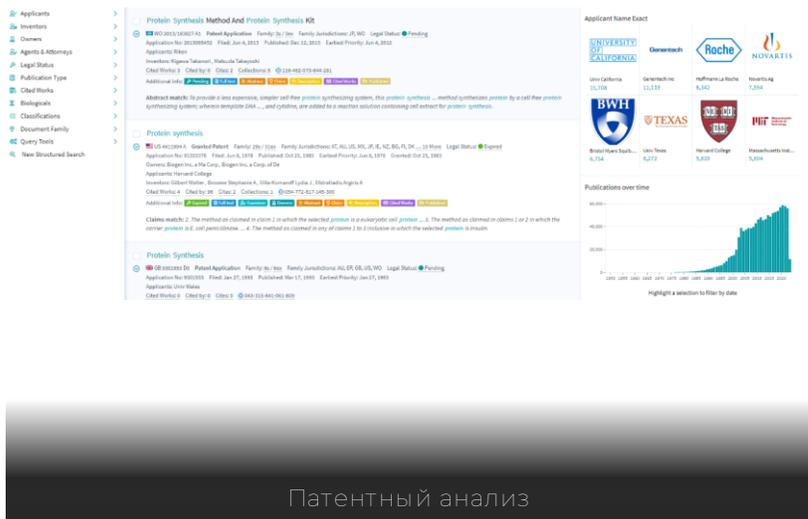
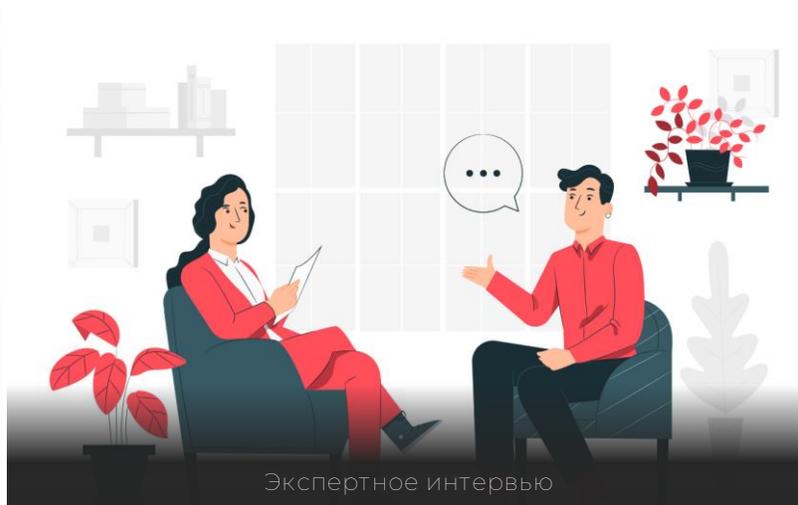


Определение перспективных научно-технологических направлений

Лилия Скляр

Фонд «ЦСР «Северо-Запад»

Применяемые методы в форсайт-исследовании



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Advanced Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jare

Nicotinamide mononucleotide (NMN) as an anti-aging health product – Promises and safety concerns

Harshani Nadeeshani^a, Jinyao Li^b, Tianlei Ying^c, Baohong Zhang^d, Jun Lu^{a,c,e,f,g,h,i,j,*}

^aSchool of Science, Faculty of Health and Environmental Sciences, Auckland University of Technology, Auckland 1010, New Zealand
^bXinjiang Key Laboratory of Biological Resources and Genetic Engineering, College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, Xinjiang, China
^cKey Laboratory of Medical Molecular Virology of MOE/MOH, Shanghai Medical College, Fudan University, 130 Dong An Road, Shanghai 200032, China
^dSchool of Pharmacy, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China
^eSchool of Public Health and Interdisciplinary Studies, Faculty of Health and Environmental Sciences, Auckland University of Technology, Auckland 0627, New Zealand
^fInstitute of Biomedical Technology, Auckland University of Technology, Auckland 1010, New Zealand
^gMaurice Wilkins Centre for Molecular Discovery, Auckland 1010, New Zealand
^hCollege of Life Sciences and Oceanography, Shenzhen University, Shenzhen 518071, Guangdong Province, China
ⁱCollege of Food Engineering and Nutrition Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, Shaanxi Province, China
^jCollege of Food Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330031, Jiangxi Province, China

HIGHLIGHTS GRAPHICAL ABSTRACT

Публикационный анализ

crunchbase pro

New trending European startups with over \$1M funding

Company Name	Category	Headquarters Location	Last Funding Date	Last Funding Amount	Total Funding Amount	Trend Score (0-10)
Paragly Games	Gaming, Video Games, Media & Entertainment	Norwich, Southern England, United Kingdom	08/25/2016	\$2,500,000	\$2,500,000	8.5
Goats	Content Delivery Network, Internet	Stockholm, Stockholm Lan, S., Sweden	08/30/2016	\$1,100,000	\$1,173,000	7.9
Molotov	Broadcasting, TV, Media and Entertainment	Paris, Ile-de-France, France	09/02/2016	€4,000,000	€24,984,406	7.3
Advanced Protection Syst.	Homebased Security, Physical Security	Gdansk, Pomerania, Poland	02/01/2016	\$750,000	\$1,000,000	6.2
Beeline	Adventure Travel, Manufacturing	London, England, United Kingdom	08/31/2016	€500,000	\$1,378,287	5.7
Affix	Consumer Electronics, Health & Wellness	Stockholm, Stockholm Lan, S., Sweden	09/09/2016	\$12,000,000	\$1,819,127	4.5
CloudNC	Mechanical Engineering, Industrial	London, England, United Kingdom	07/01/2016	€2,000,000	\$3,018,819	3.8
Live Better With	Retail, Health Care	London, England, United Kingdom	06/16/2016	\$2,000,000	\$6,000,000	3.8
Healthchamp	Software	Amsterdam, Noord-Holland, The Netherlands	08/22/2016	€1,700,000	\$1,962,441	3.3
Trigg	Apps, Internet, Internet of Things	Amsterdam, Noord-Holland, The Netherlands	07/07/2016	€600,000	\$1,309,708	2.7
Tracfin	Recruiting, Communications	Berlin, Berlin, Germany	06/19/2016	€1,000,000	\$1,163,110	2.4
ScriptBook	Data Mining, Natural Language Processing	Antwerp, Antwerpen, Belgium	04/27/2016	\$1,200,000	\$1,200,000	2.0

Анализ инвестиций

Форсайт «Фронтиры в новых науках» 09-10 ноября 2021 г.

Цель:

формирование совместного образа будущего в новых и быстро развивающихся областях НИОКР, который позволит определить передний край знаний и решений, а также вовлечь ключевых исследователей в совместную работу над этими фронтами

Задачи:

1. Определить ключевые и стратегически важные вызовы, на которые будет отвечать научная область
2. Определить тренды, определяющие изменения в науке в следующие 10-15 лет
3. Определить наиболее перспективные и прорывные темы для последующих разработок

Темы форсайта (группы участников):



Новая химия



Синтетическая биология



Искусственный интеллект



«Зеленый переход» в промышленности и городах

168 участников
19 субъектов РФ



Участники:

1. Научные лидеры
2. Ключевые исследователи – будущие научные лидеры
3. Отраслевые эксперты

Форматы работы на форсайте:

1. Конференция: экспертные и аналитические доклады по тематикам форсайт-сессии
2. Работа в группах по темам форсайта:
 - Карта фронтиров
 - Список идей
 - Компетенции для фронтальных тем
3. Общие обсуждения результатов работы в группах, экспертные комментарии



Доклады серии «Источники новых индустрий»



Цифровые технологии кардинальным образом изменили подходы к проведению НИОКР

Происходит переход от ИИ как инструмента к субъекту исследований

Инженерные подходы и принципы являются основополагающими для развития синтетической биологии, т.к. для получения продуктов нового свойства требуется инжиниринг полного цикла



Штурмуемые зоны в разных научных коллективах и странах называют по-разному — увеличением параметров моделей ИИ, усложнением алгоритмов, обратной инженерией мозга, разговорным интеллектом и др.

В климатической политике воплощаются два основных подхода к уменьшению воздействия изменения климата:
— адаптация к изменению климата;
— смягчение последствий изменения климата.



Михаил Мишустин
Председатель Правительства Российской Федерации

«Большие данные, искусственный интеллект и биохимия являются наиболее перспективными направлениями для молодых ученых в ближайшие годы».

01 сентября 2022 г. на выступлении в СУНЦ МГУ



Денис Мантуров
Заместитель Председателя Правительства РФ
Министр промышленности и торговли РФ

«Это действительно удивление, когда в мире используется белок из личинки черной львинки, и мы, как я сказал, здесь идем в ногу со временем»

19 сентября 2022 г. на сессии форума Innofood 2022



Передовая химия



Технологические тренды формируют новые фронтальные тематики передовой ХИМИИ

ИИ И ЦИФРОВЫЕ ПОДХОДЫ

УСТОЙЧИВОСТЬ

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ

Автоматизация

1. Снижение времязатрат
2. Увеличение производительности исследователей
3. Повышенная точность путем исключения человеческого фактора
4. Упрощение воспроизведений экспериментов
5. Обеспечение безопасности из-за необязательного физического присутствия ученых



Моделирование

1. Прогнозирование параметров синтезируемых материалов
2. Упрощенное проведение крупномасштабных испытаний
3. Ускоренные исследования путем проведения реальных испытаний

Искусственный интеллект

1. Возможности по обнаружению и наблюдению благодаря алгоритмам распознавания
2. Визуализация полученных данных
3. Поиска решений без участия человека в комбинации с автоматизацией
4. Фильтрация больших объемов данных

Новые аппаратные решения

1. Возможности квантовых компьютеров ускоряют расчеты
2. Заточенные под решение задач химических исследований архитектуры процессоров упростят вычисления
3. Потокное и периферийное вычисление увеличит производительность

Передовые методы измерения

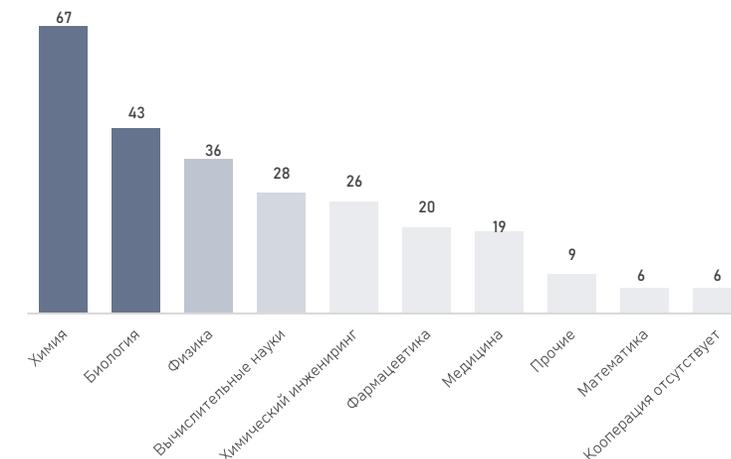
1. Широкий набор инструментов измерения
2. Возможность изучения характеристик материалов в реальном времени

12 принципов зеленой химии

1. Предотвращение образования отходов
2. Синтез веществ при минимальном расходе компонентов
3. Уход от токсичных методов синтеза
4. Разработка безопасных химических продуктов
5. Использование безопасных растворителей и вспомогательных веществ
6. Применение энерго-эффективных методов синтеза
7. Использование возобновляемого сырья
8. Снижение числа этапов при синтезе, которых можно избежать
9. Предпочтение каталитических реагентов стехиометрическим
10. Создание веществ с учетом их последующего безопасного разложения
11. Заблаговременная реализация мер по предотвращению формирования опасных веществ и наблюдение в реальном времени
12. Минимизация рисков химических аварий

Источник: UN: green and sustainable chemistry: framework manual // URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34338/GSCF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Результаты опроса о доле исследователей, которые сотрудничали с представителями данных наук, (%)

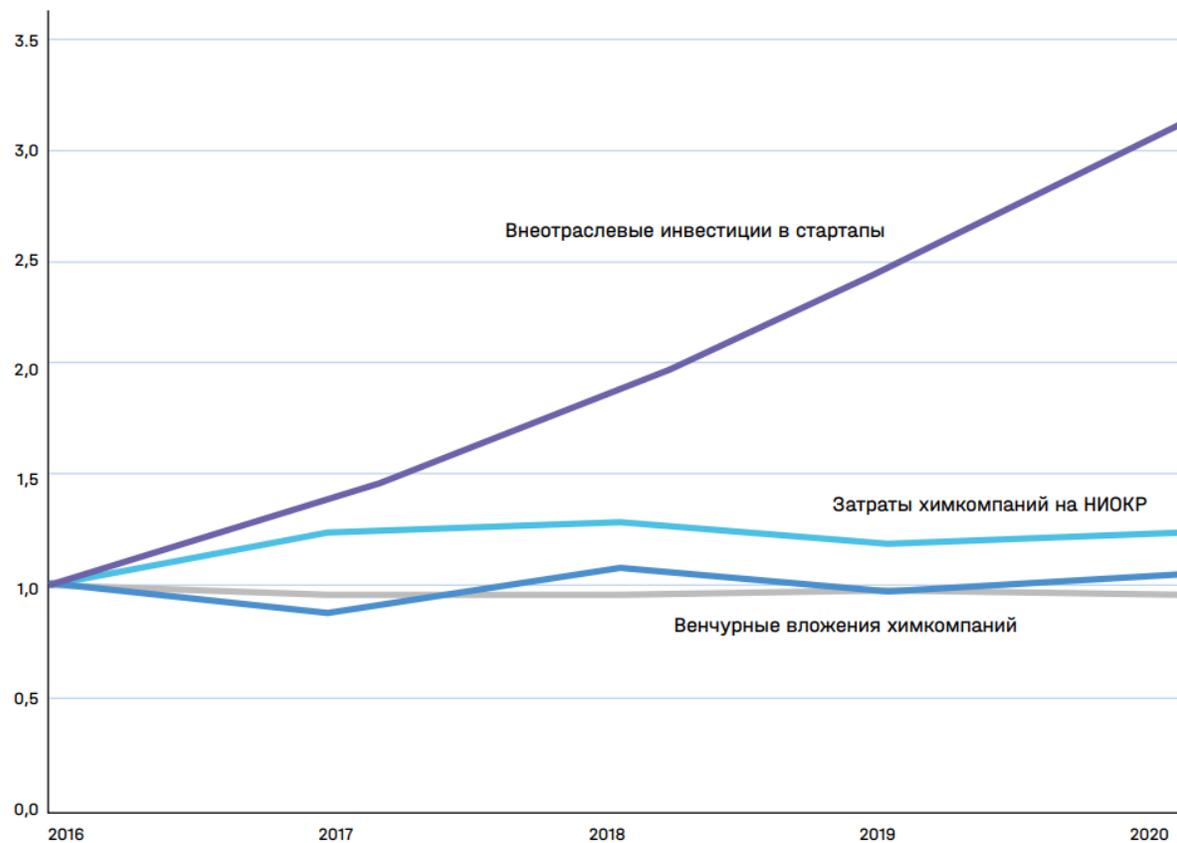


Источник: Royal Society of Chemistry: science horizons // URL: <https://www.rsc.org/globalassets/04-campaigning-outreach/campaigning/science-horizons/science-horizons-report.pdf>

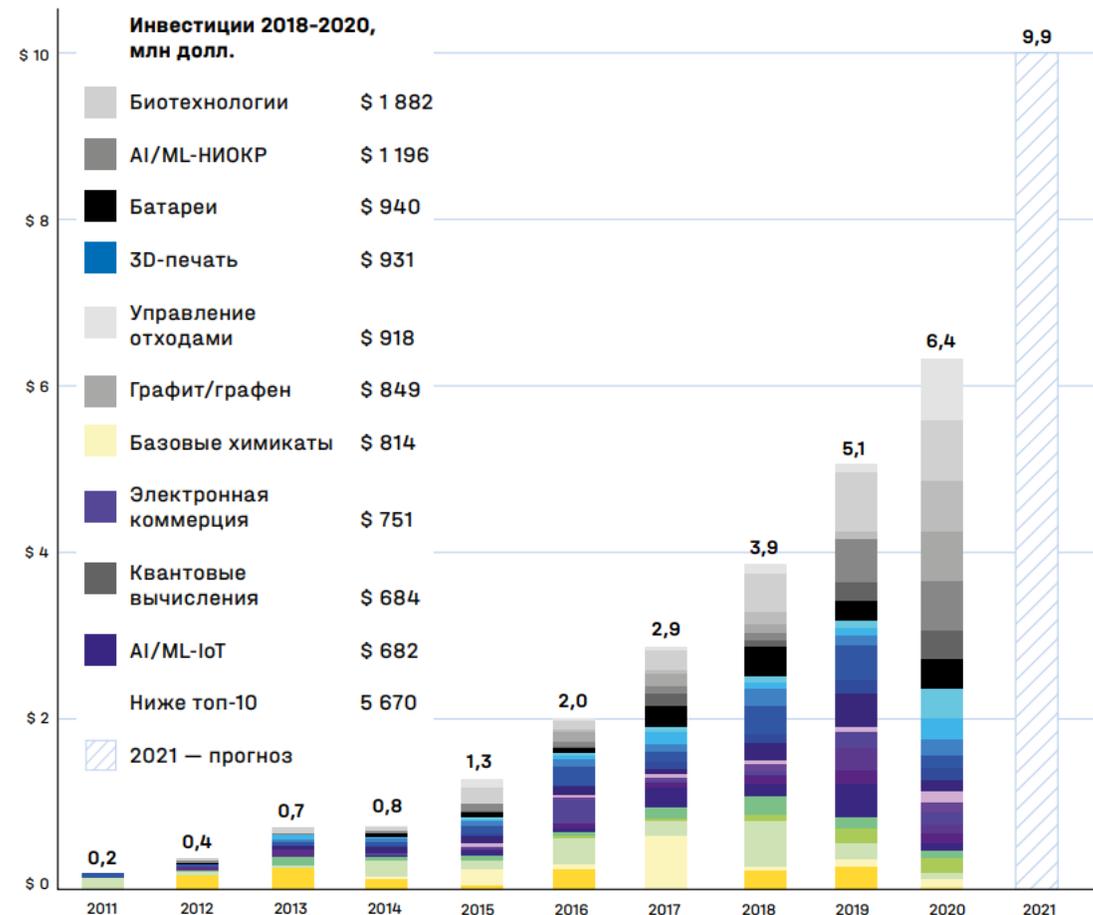
Фронтальные темы передовой химии

	Форсайт	SciVal	Публикации
Экология	<ul style="list-style-type: none"> Быстроразлагаемые материалы Унифицированные материалы для вторичной переработки Инертные долговечные материалы Безвредные пластификаторы 	<ul style="list-style-type: none"> Перовскиты Наноцеллюлоза Адсорбирующие вещества Лигнин Захват углерода 	<ul style="list-style-type: none"> Макромомомеры для переработки пластика Контроль качества воздуха и воды Биологическое и возобновляемое сырье Urban mining Устойчивое производство аммиака Безметалловый синтез арильных соединений
Энергетика	<ul style="list-style-type: none"> Накопители энергии на основе органических соединений водорода 	<ul style="list-style-type: none"> Электрохимические конденсаторы Органическая фотовольтаика Биоэлектричество Проточный аккумулятор 	<ul style="list-style-type: none"> Твердотельные аккумуляторы Двухионные аккумуляторы
Медицина	<ul style="list-style-type: none"> Нанобиомедицина Чувствительность и селективность сенсоров Косметика на основе биоконпонентов 	<ul style="list-style-type: none"> Тераностика Фотодинамическая терапия Наночастицы золота и серебра Умные системы доставки лекарств 	<ul style="list-style-type: none"> Металлические органические каркасы 3D-Биопечать Микробиом и биологически активные соединения Быстрая диагностика для тестирования РНК-вакцины Хемилюминесценция для биологического применения Химический синтез РНК и ДНК Полусинтетическая форма жизни Целенаправленная деградация белка Прямое фторирование Метаболомика одной клетки
Электроника	<ul style="list-style-type: none"> Органическая электроника Биоэлектроника 	<ul style="list-style-type: none"> Гибкая электроника Сенсоры 	<ul style="list-style-type: none"> Органическая электроника Наносенсоры
Сельское хозяйство	<ul style="list-style-type: none"> Агрехимикаты 	<ul style="list-style-type: none"> Нанопестициды 	<ul style="list-style-type: none"> Нанопестициды
Материалы	<ul style="list-style-type: none"> Умные материалы Биоразлагаемые материалы Графен Покрытия, клеи, пигменты Конструкционные инженерные пластмассы Наноалмазы Углеродная нить Термопластичные композиты Углеродные материалы Биоактивные материалы Углеродные нанотрубки Полимерные материалы Фторорганические полимеры, соединения и материалы Биоматериалы для 3Д печати 	<ul style="list-style-type: none"> Двумерные материалы Нанокompозитные материалы Композиты из натуральных волокон Металлоорганические соединения Координационные полимеры Самовосстанавливающиеся материалы 	<ul style="list-style-type: none"> Превращение пластмасс в мономомеры Искусственное гуминовое вещество из биомассы Индукцированное агрегацией излучение Сонохимические покрытия Суперсмачиваемость Наноматериалы и функциональный текстиль «Легкие» материалы и новые средства изоляции Химические IoT-системы

Повысился интерес к химическим стартапам



Темп роста инвестиций в химические компании, приведенный к 2016 г.
Источник: Accenture: Growth and innovation in the chemicals



Инвестиции в стартапы, связанные с химией, млрд долл. Источник: Accenture: Growth and innovation in the chemicals

Трансформация НИОКР движет быстрорастущие рынки передовой химии на стыке с электроникой, экологией и биологией

	Темп роста отрасли			Темп роста отрасли	
<ul style="list-style-type: none"> — производство пищи — тестирование пищевых продуктов 	25,0 % К 2025	НАНОТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ	НАНОСРЕДСТВА ЗАЩИТЫ УРОЖАЯ	15,0 % К 2027	<ul style="list-style-type: none"> — наноиоинсектициды — наногербициды — нанопестициды
<ul style="list-style-type: none"> — материалы с памятью формы — электрострикционные материалы — магнитострикционные материалы 	13,5 % К 2025	УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	МАТЕРИАЛЫ С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ	16,0 % К 2026	<ul style="list-style-type: none"> — охлаждающие материалы — нагревающие материалы
<ul style="list-style-type: none"> — дисплеи — источники света (OLED) — аккумуляторы на органических материалах 	21,0 % К 2030	ОРГАНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА	МАТЕРИАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА	26,9 % К 2030	<ul style="list-style-type: none"> — системы микромасштабной 3D-печати — 4D-биоматериалы — цифровые платформы для моделирования
<ul style="list-style-type: none"> — синтетическая ДНК — олигонуклеотиды — технологии клонирования 	28,1 % К 2026	СИНТЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ	ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНА	12,5 % К 2025	<ul style="list-style-type: none"> — таргетная терапия — фармакогеномика (PGX) — биомаркеры
<ul style="list-style-type: none"> — система концентрированной фотовольтаики — солнечные панели 	25,7 % К 2028	СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА	АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	28,1 % К 2028	<ul style="list-style-type: none"> — аккумуляторы для гибридов — аккумуляторы для электромобилей — аккумуляторы для плагин-гибридов
<ul style="list-style-type: none"> — биополикарбонат — полиэтилен на биологической основе (PE) — полиэтилентерефталат (ПЭТ) на биооснове 	26,5 % К 2026	БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ	УЛАВЛИВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ УГЛЕРОДА	13,8 % К 2030	<ul style="list-style-type: none"> — улавливание углерода после сжигания — улавливание углерода до сжигания — кислородно-топливные системы сжигания
<ul style="list-style-type: none"> — литий-железофосфатных (LFP) — литий-марганцевых (LMO) — литий-титанатных (LTO) 	21,4 % К 2030	ПЕРЕРАБОТКА БАТАРЕЙ	ЗЕЛЕНАЯ АВИАТОПЛИВО	60,8 % К 2030	<ul style="list-style-type: none"> — синтетическое топливо — экорективное топливо — биореактивное топливо



Синтетическая биология



Ключевые задачи синтетической биологии до 2040 г.

1 «Bottom-up» - сборка клетки

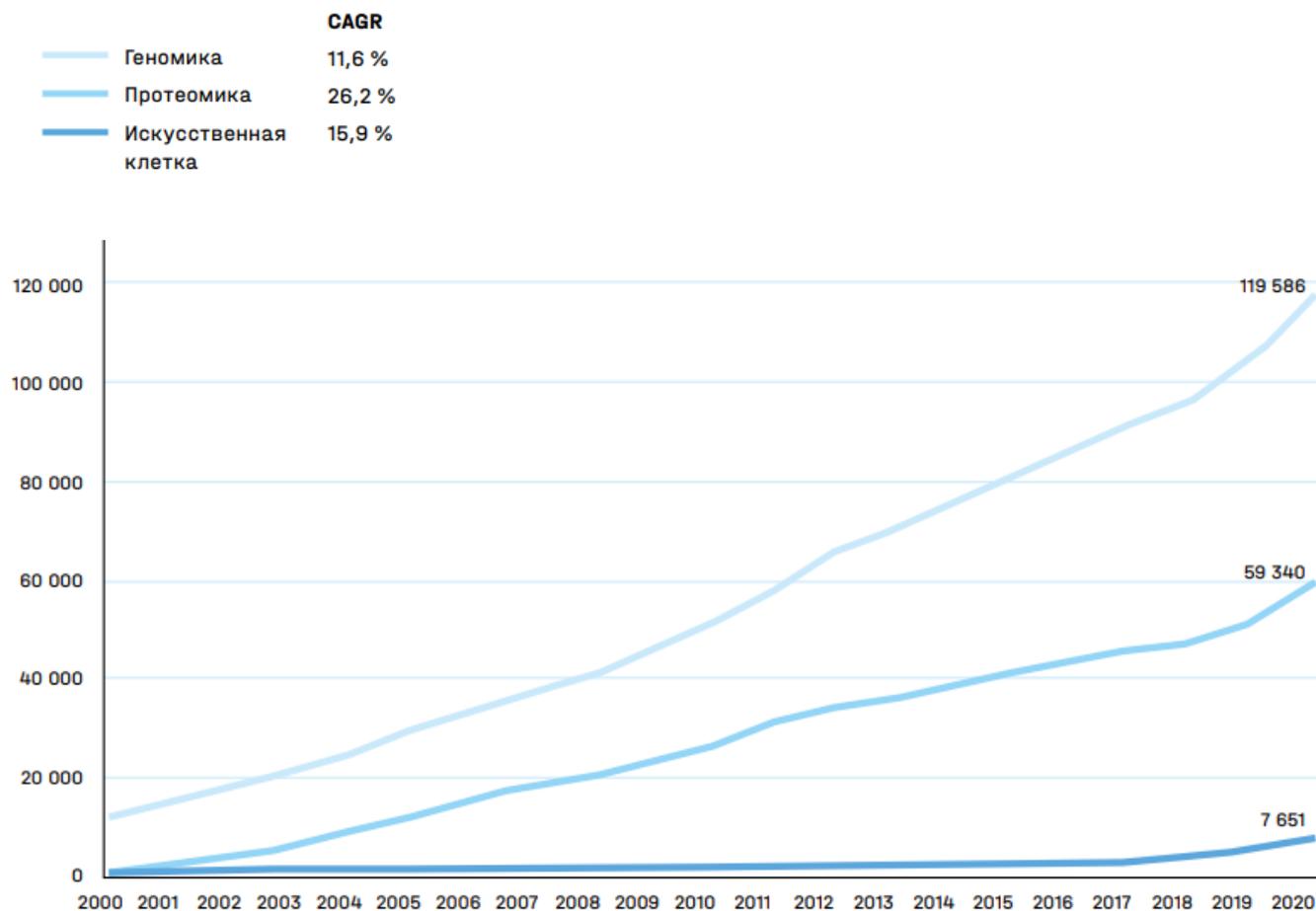
2 Синтез белков

3 Формирование технологической платформы для биодизайна или BioCAD

4 Задачи, возникающие на стыке с разными сферами применения

5 Сборка клетки/биоконструкции под определенную отраслевую задачу с последующим выходом в производство и масштабированием

Возможность синтеза клеток зависит от наличия эффективных инструментов работы с геномом и механизмов сборки белков



2000	2010	2020	2030	2040
ГЕНОМИКА, МЕТОДЫ РАБОТЫ С ГЕНОМОМ				
Задачи				
<ol style="list-style-type: none"> Анализ и расшифровка геномов, поиск инструментов для экстракции, секвенирования, редактирования генома Получение модифицированных бактерий, клеток, белков, нуклеиновых кислот 		ПРОТЕОМИКА, ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛКОВ <ol style="list-style-type: none"> Протеиновый фолдинг (предсказание структуры белка), синтез белков для прикладного применения, белковые сети Ускорение, стандартизация и технологизация цикла биодизайна 		
		СИНТЕЗ КЛЕТОК ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ <ol style="list-style-type: none"> Синтез живой искусственной клетки (De-novo получение клеток) для прикладного применения Удешевление и массовое распространение биолaborаторий, в т.ч. для непрофессионалов 		

Количество патентных заявок в мире по синтезу белка, тыс. ед.

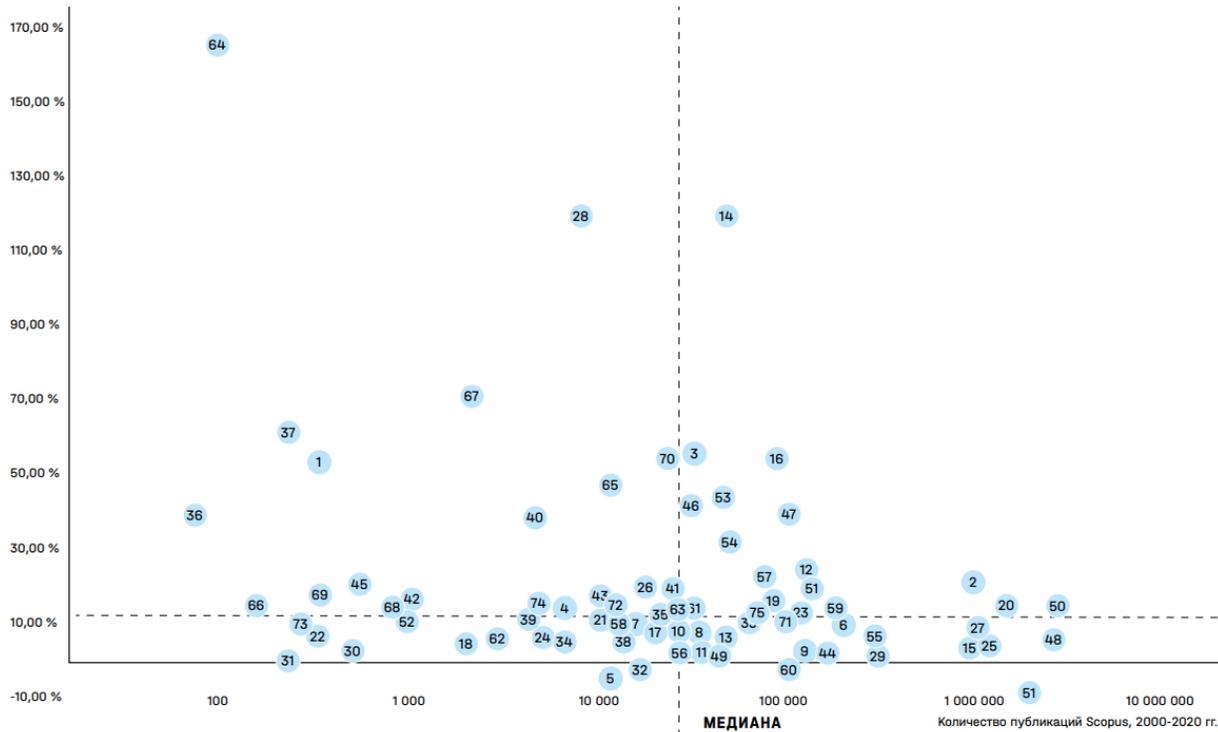


Источник: ЦСР «Северо-Запад» по данным базы патентов lens.org

Научно-технологические фронтиры синтетической биологии

Наиболее динамично развивающиеся фронтиры связаны с генетическими исследованиями и инструментами редактирования генома, технологиями работы с большими биоданными, а также с инструментами и подходами для синтеза протеомов

Матрица научно-технологических фронтиров синтетической биологии, 2000–2020 гг.



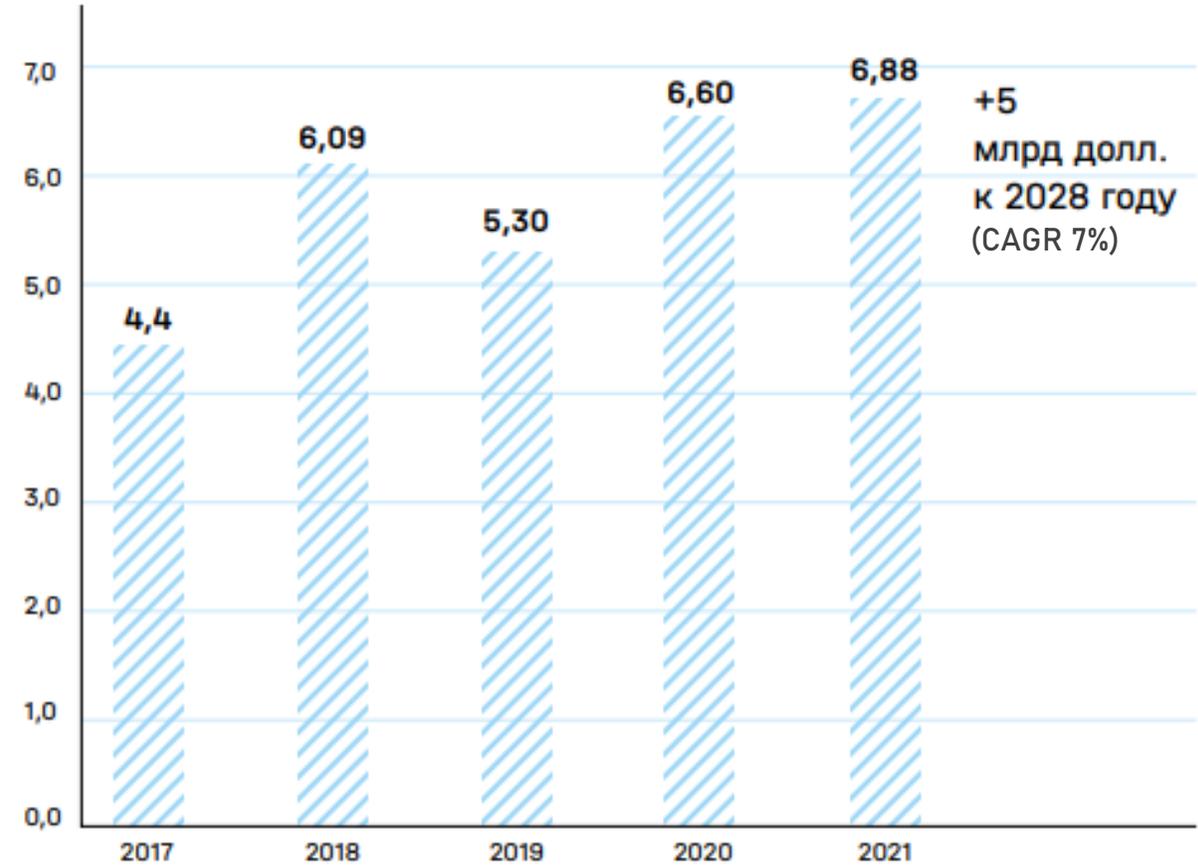
- | | | | |
|--|--|--|--|
| 1. Платформы ИИ | 24. Культивирование клеток | 43. Биосурфактанты | 63. Описательный анализ геномов микроорганизмов |
| 2. Machine Learning | 25. Полимеразная цепная реакция | 44. Протеиновый фолдинг (предсказание структуры белка) | 64. Микробиом, метагеномика, метаболомика |
| 3. Кибербезопасность | 26. Концепция «one health» | 45. Оцифровка сознания и Wetware для переноса сознания | 65. Редактирование клеток человека |
| 4. Биоданные | 27. Получение целевых метаболитов | 46. Биобанк данных биологических и генетических ресурсов | 66. Становление персонализированной ветеринарной диагностики |
| 5. Геномные библиотеки | 28. 3D-биопечать (органов, тканей) | 47. Персонализированная медицина | 67. Редактирование микроорганизмов для биоремедиации |
| 6. Биореакторы | 29. Синтез и мутирование белков | 48. Экспрессия генов | 68. Цифровое моделирование в биодизайне |
| 7. Синтез питательных сред для выращивания клеточной массы | 30. Химерные животные | 49. Синтез РНК | 69. Хранение информации с помощью микроорганизмов |
| 8. Молекулярные машины | 31. Химерные микроорганизмы | 50. Биоинформатика | 70. Нормативно-правовое регулирование синтетической биологии |
| 9. Инжиниринг белковых сетей | 32. Производство химерных белков | 51. Секвенирование генома | 71. Создание растений с «запрограммированными» свойствами |
| 10. Скафолд белков | 33. Производство биопрепаратов | 52. Генетические библиотеки | 72. Исследования глиобластомы |
| 11. Фаговые библиотеки | 34. Сетевые лаборатории | 53. Метагеномика | 73. Векторные лекарственные препараты |
| 12. Микрофлюидика | 35. Молекулярные инструменты | 54. Клеточная фабрика | 74. Методы лечения орфанных заболеваний |
| 13. Вирусные векторы доставки | 36. Синтез новых платформ вакцин | 55. Белок-белковые взаимодействия | 75. Поиск новых «таргетов» в медицине |
| 14. CRISPR-Cas9 | 37. Создание новых лекарственных платформ | 56. Клеточные взаимодействия | |
| 15. Технологии культивирования клеток и тканей | 38. Организмы с модифицированными ДНК/РНК | 57. Адресная доставка биопрепаратов, лекарств | |
| 16. Омиксные технологии | 39. Производство альтернативных белков | 58. Культивированная кожа | |
| 17. Маркеропосредованная селекция | 40. De novo получение клеток через геномное редактирование | 59. Математическое моделирование в геномике | |
| 18. Трансформация бактериальной клетки | 41. Нейрогенез и терапия нейродегенеративных заболеваний | 60. Сайт-направленный мутагенез | |
| 19. Экстракция генетического материала | 42. Определение экологических ролей симбиотических микроорганизмов | 61. Анализ биотехнологического потенциала редких экстремофильных микроорганизмов, растений, грибов | |
| 20. Биомаркеры: онкомаркеры, маркеры старения | | 62. Анализ микроорганизмов-термофилов | |
| 21. Создание рекомбинантных белков | | | |
| 22. Создание искусственных нуклеиновых кислот | | | |
| 23. Получение вторичных метаболитов растений | | | |

Синтетическая биология — быстрорастущий и инвестиционно привлекательный сектор рынка

Инвестиции в синтетическую биологию в 2009–2020 гг., млрд долл.



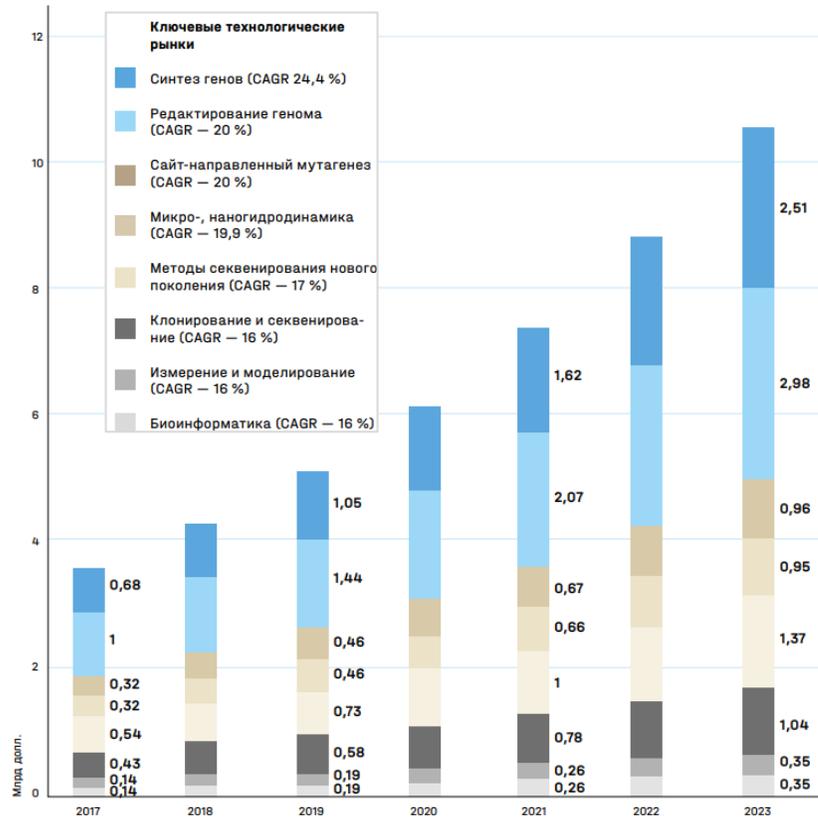
Объемы рынка синтетической биологии, 2017–2021 гг., млрд долл.



Синтетическая биология — быстрорастущий и инвестиционно привлекательный сектор рынка

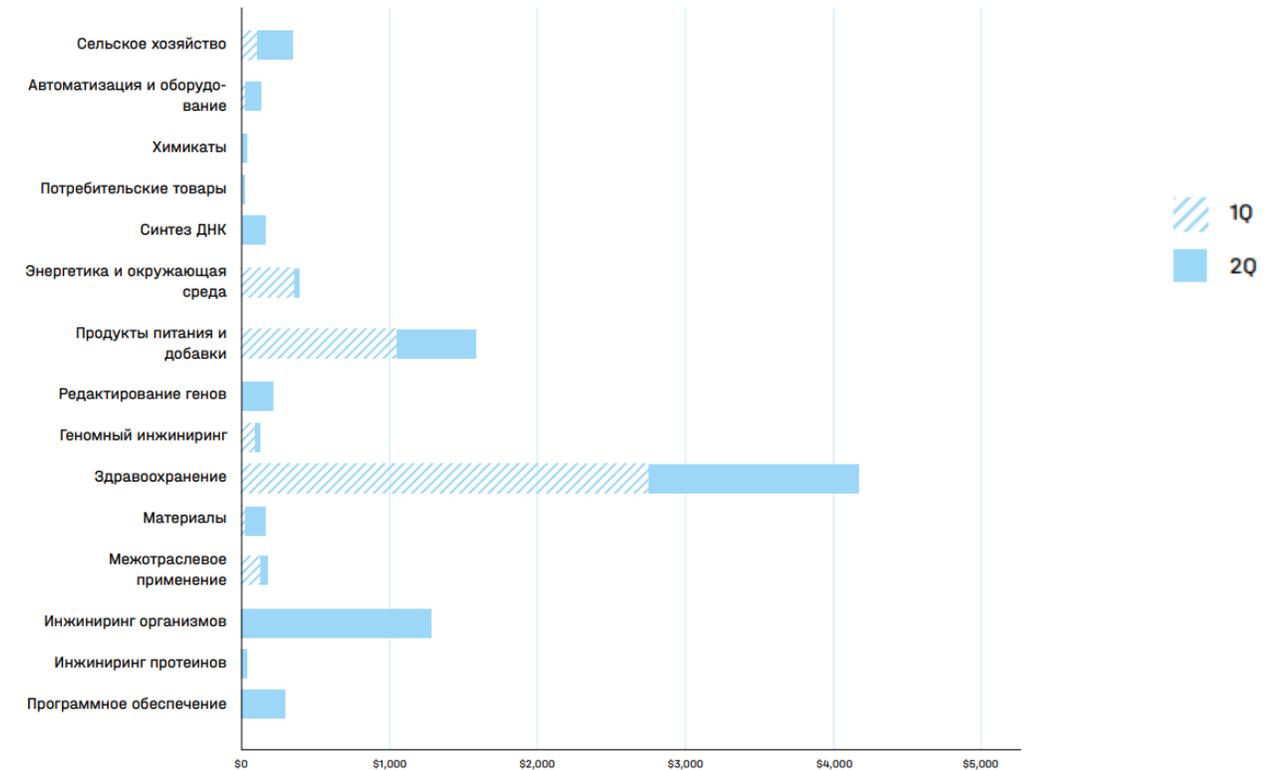
К самым быстрорастущим относятся рынки, связанные с дешевыми технологиями синтеза ДНК

Прогноз развития рынка синтетической биологии по технологическим сегментам (2017–2023 гг.)



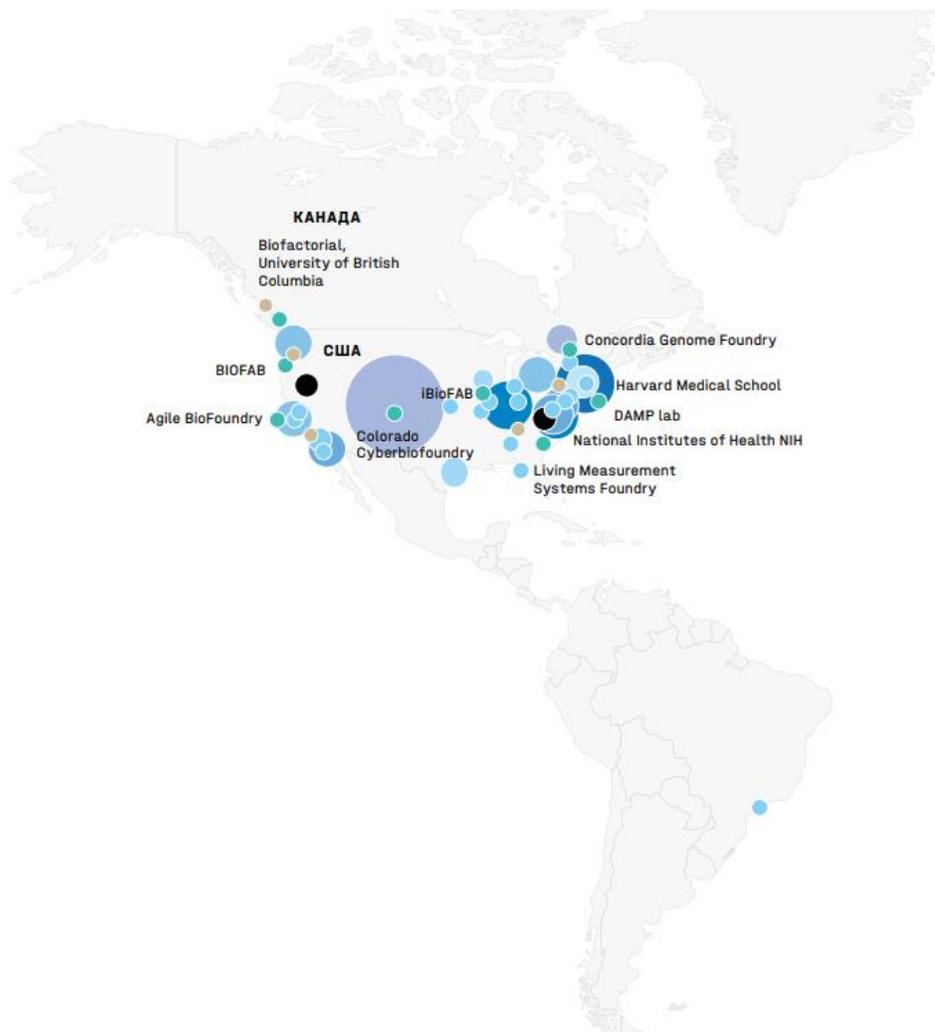
Наибольший объем инвестиций приходится на области здравоохранения и пищевой промышленности

Объем инвестиций в компании синтетической биологии по отраслям, I и II квартал 2021 г., млн долл. США



Как устроена отрасль синтетической биологии (1)

Географическая концентрация и типология игроков синтетической биологии на 2021 г.



КАНАДА

- 2 R&D-центра (University of Toronto, Université McGill)
- 13 стартапов (Deep Genomics, Concentric, Ardra Bio и др.)
- 2 BioFoundries

США

- 32 R&D-центра
- 184 стартапа (Ginkgo Bioworks, iGEM и др.)
- 6 BioFoundries
- 11 компаний (Intarcia Therapeutics, Biosplice Therapeutics и др.)
- The Synthetic Biology Consortium; The Engineering Biology Research Consortium (EBRC)

- На основе анализа топ-20 университетов по объемам публикаций Scopus по ключевым тематикам в области синтетической биологии
- ** по данным golden.com (число стартапов, представленных на рисунке не является исчерпывающим)
- *** по данным Global Biofoundries Alliance
- **** по данным CB Insights (компании, реализующие продукты, полученные с использованием инструментов синтетической биологии)

- R&D-центры — сложившиеся научные школы в геномных исследованиях, протеомики и др., и экспериментальные лаборатории (по объемам публикаций Scopus)*
- Стартапы (размер пунсона — количество стартапов)**

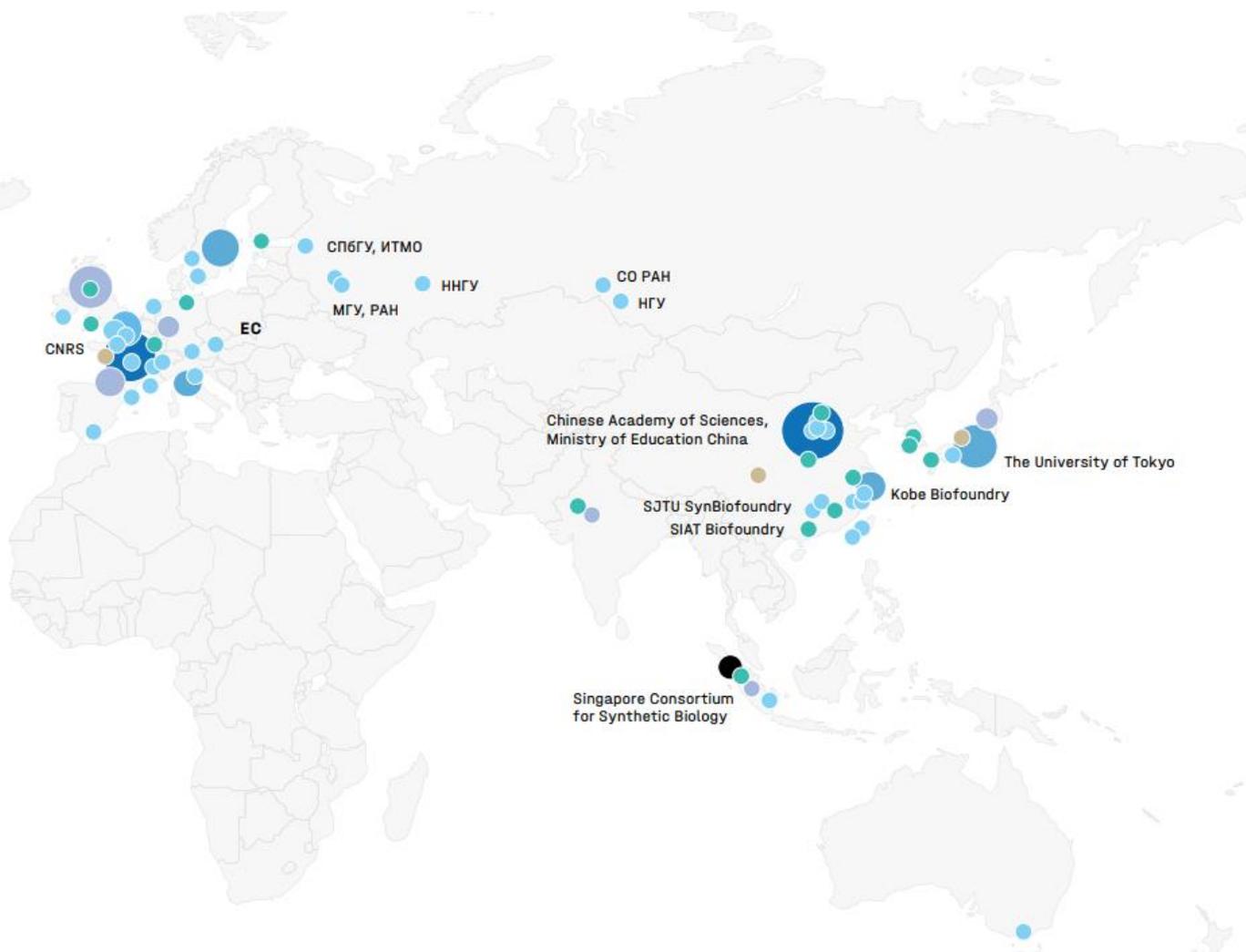
- Biofoundry — в мире функционирует 29 (специфраструктура для биодизайна)***
- Единороги в сфере синтетической биологии****
- Консорциумы

Объем публикаций Scopus

54

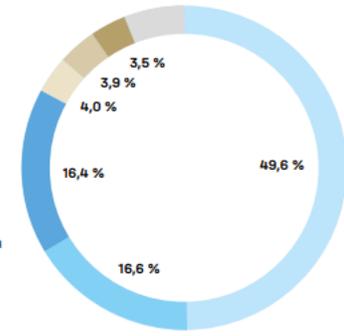
82 707

Как устроена отрасль синтетической биологии (2)



- | | | |
|--|---|---|
| <p>ЯПОНИЯ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3 R&D-центра (The University of Tokyo и др.) ● 6 стартапов (Kyocera, Genewiz и др.) ● 1 BioFoundry (Kobe Biofoundry) ● 1 компания (Spiber (производство синтетических материалов)) | <p>КИТАЙ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 15 R&D-центров (Chinese Academy of Sciences, Ministry of Education China, Fudan University и др.) ● 5 BioFoundries (Tiajin University Biofoundry, SIAT Biofoundry, SJTU SynBiofoundry) ● 1 компания (XtalPis (разработка ПО)) | <p>РОССИЯ</p> <p>Стартапы: Planta, Light Bio</p> |
|--|---|---|

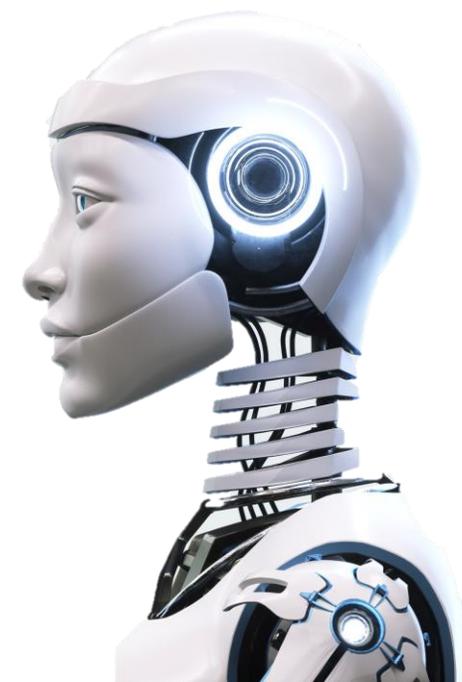
- | | | |
|--|--|--|
| <p>ВЕЛИКОБРИТАНИЯ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 5 R&D-центров (University of Cambridge, University of Oxford и др.) ● 36 стартапов (Cargill, Synpromics Ltd, Bento Bioworks и др.) ● 5 BioFoundries (GeneMill, SYNBIOCHEM, London BioFoundry ICL, Edinburgh Genome Foundry) | <p>ФРАНЦИЯ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 5 R&D-центров (Inserm, CNRS Centre National de la Recherche Scientifique и др.) ● 11 стартапов (Algamma, Sartorius и др.) ● 1 компания (Ynsect (сельское хозяйство)) | <p>ОБЪЕМ ПУБЛИКАЦИЙ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● США ● Франция ● Китай ● Япония ● Канада ● Великобритания |
|--|--|--|



Источник: ЦСР «Северо-Запад» по данным Scopus, Golden.com, Global Biofoundries Alliance, CB Insight .



Искусственный интеллект в промышленности



Фронтиры в технологиях вычислений

Квантовые вычисления

Решение задач с помощью манипуляции квантовыми объектами: атомами, молекулами, фотонами, электронами и специально созданными макроструктурами

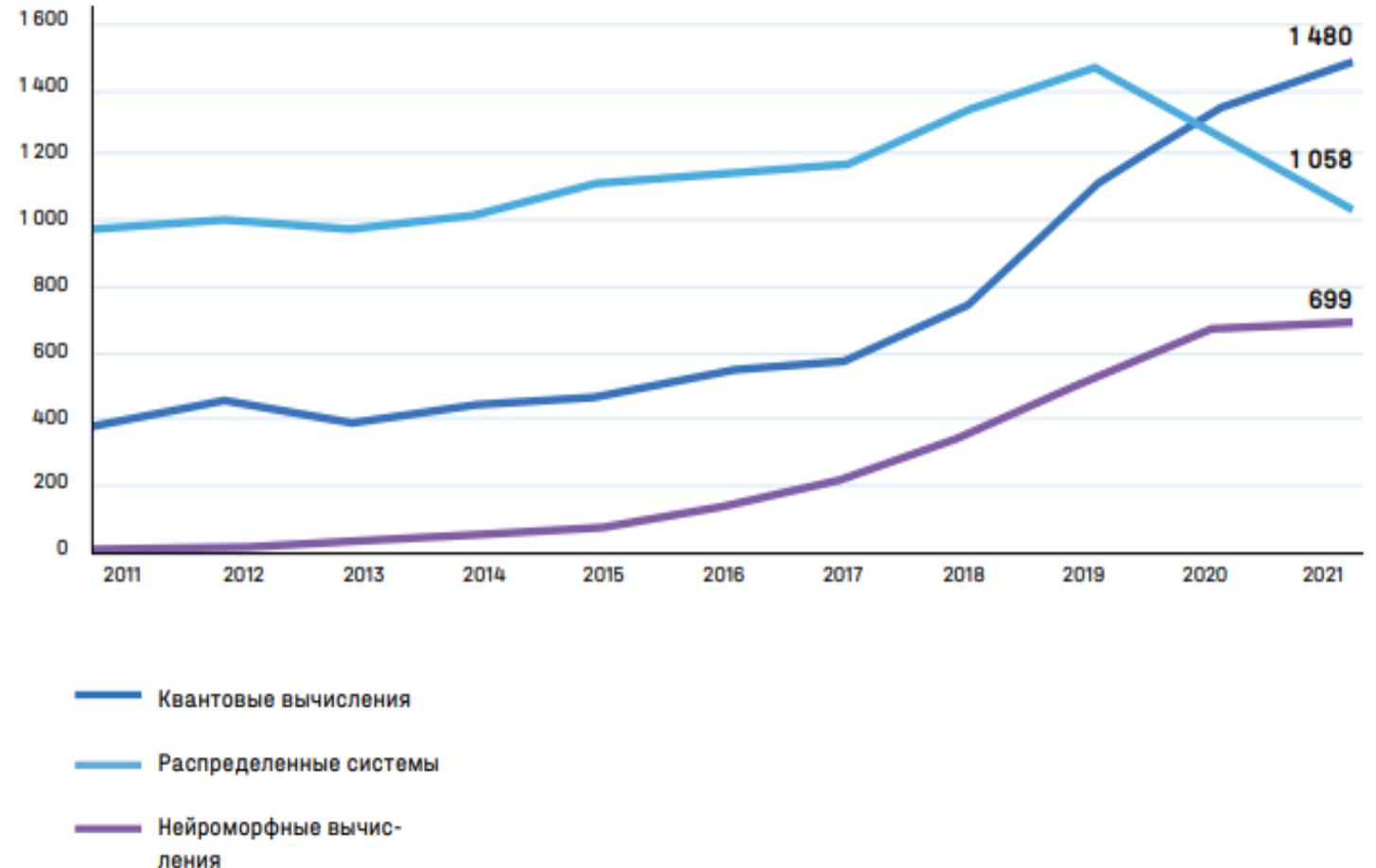
Распределенные системы

Набор компьютерных программ, использующих вычислительные ресурсы нескольких отдельных вычислительных узлов для достижения одной общей цели

Нейроморфные вычисления

Подход к вычислениям, основанный на структуре и функциях человеческого мозга

Количество публикаций в Scopus по тематикам фронтиров в технологиях вычислений, шт.



Методические границы ИИ и работа с данными

Интеграция нейросетевого и когнитивного подходов

Интеграция подхода к ИИ, основанного на знаниях (когнитивного) и подхода, основанного на машинном обучении – имитации человеческого мозга (нейросетевого)

Системы гибридного интеллекта

Системы, в которых для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека

Генеративный искусственный интеллект

Тип системы искусственного интеллекта (ИИ), способной генерировать текст, изображения или другие медиаданные в ответ на подсказки

Обучение с подкреплением

Один из способов машинного обучения, в ходе которого испытываемая система (агент) обучается, взаимодействуя с некоторой средой

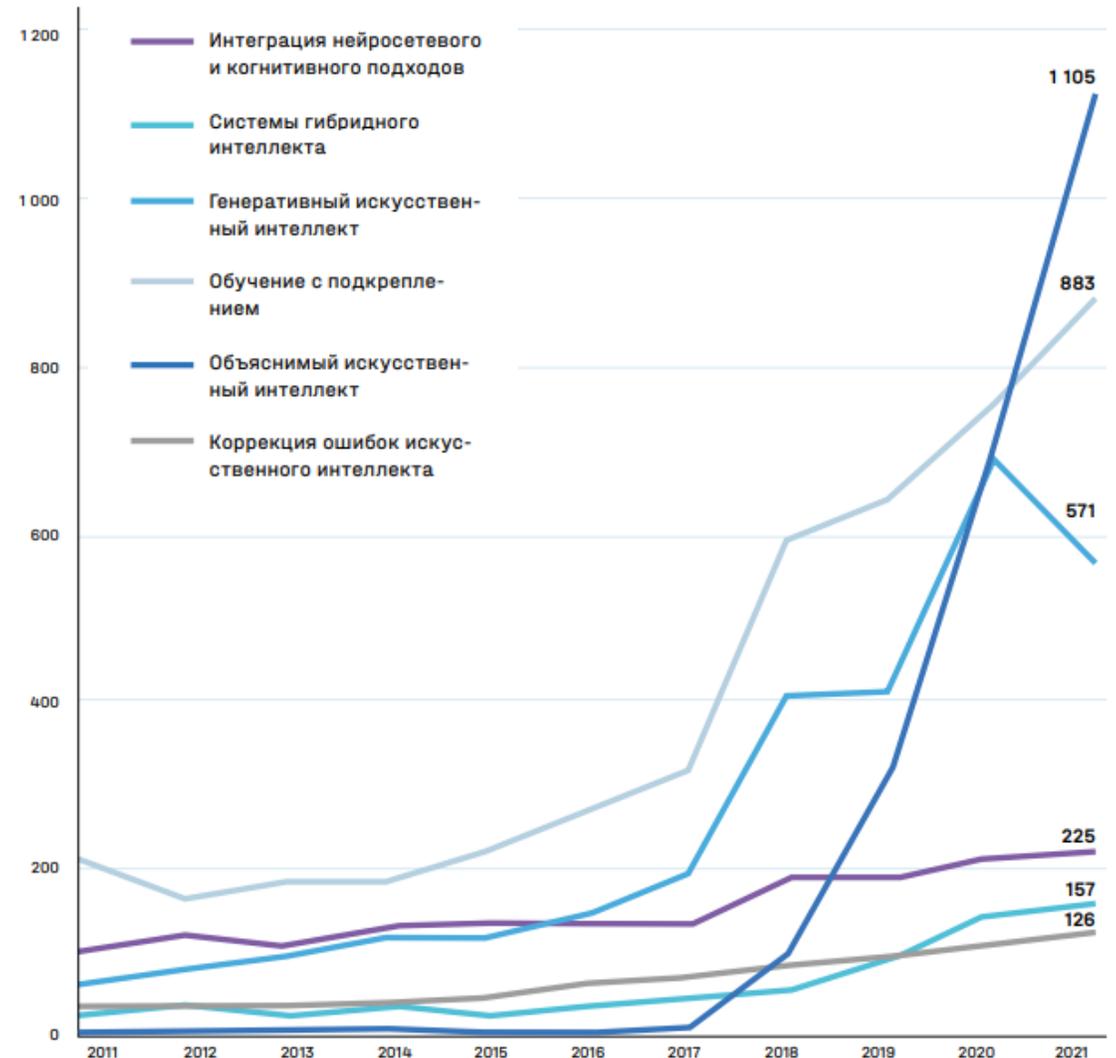
Объяснимый искусственный интеллект

Искусственный интеллект (ИИ), в системе которого люди могут понимать обоснование решений или прогнозов, сделанных ИИ

Коррекция ошибок искусственного интеллекта

В архитектуре моделей искусственного интеллекта должны появляться отдельные системы, которые будут отслеживать и корректировать ошибки и «разобучать» модели ИИ

Количество публикаций в Scopus по тематикам границ в работе с данными, шт.



Актуальные инструменты ИИ в промышленности

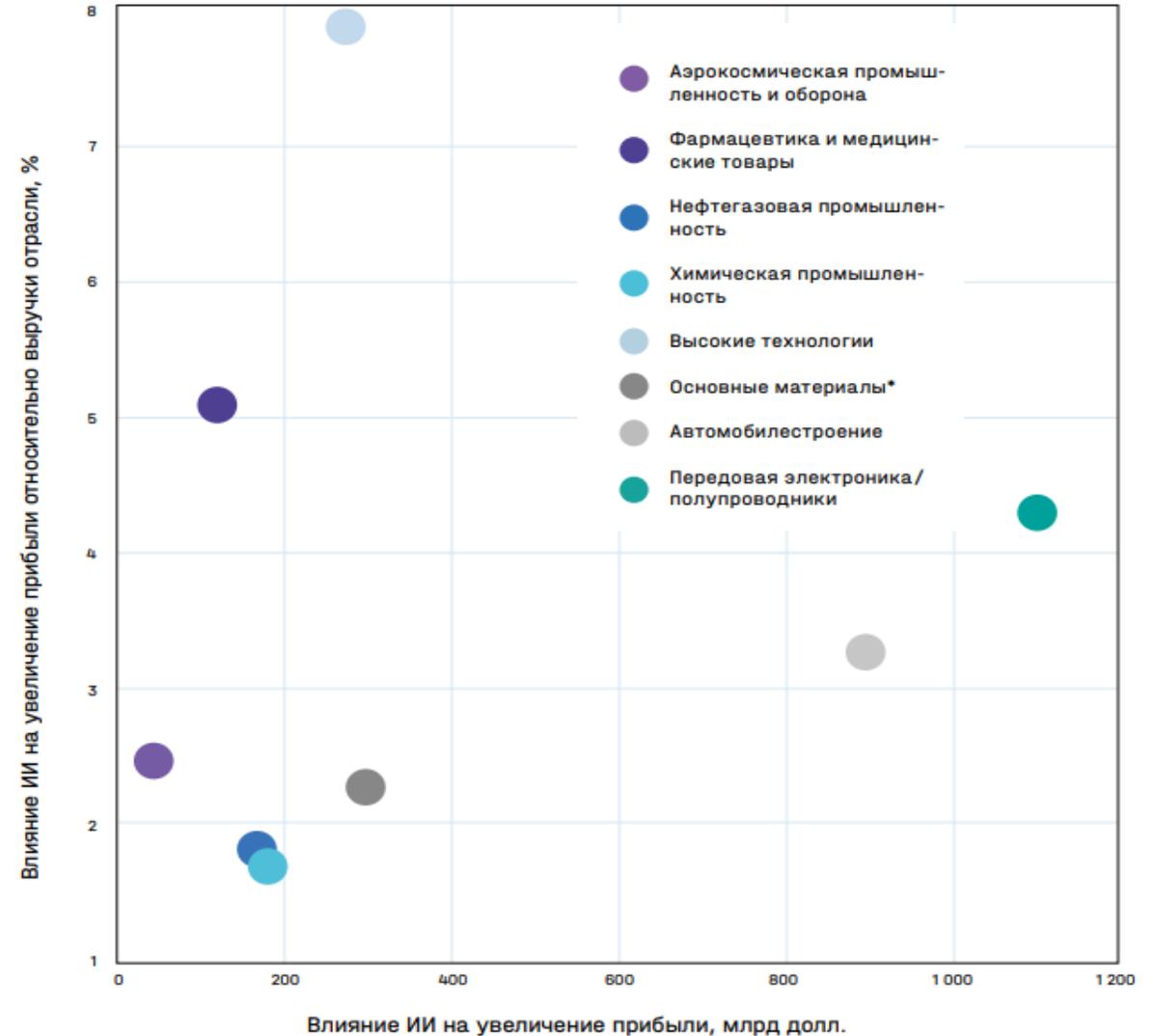
Наиболее актуальными технологиями ИИ являются регрессионный анализ, кластеризация, ансамбль деревьев решений

Актуальность технологий ИИ для разных областей промышленности (где 1 — низкая актуальность, 6 — высокая актуальность)

отрасль	Обучение с подкреплением	нейронная сеть с прямой связью	Рекуррентная нейронная сеть	Свёрточная нейронная сеть	Генеративно-состязательная сеть	Ансамбль деревьев решений	Снижение размерности	Классификаторы	Кластеризация	Регрессионный анализ	Статистический вывод	Метод Монте-Карло	Цель Маркова	Другие методы оптимизации
Аэрокосмическая промышленность и оборона	2	2	2	1	0	3	1	2	2	4	3	2	0	2
Фармацевтика и медицинские товары	1	3	3	1	1	4	1	4	4	5	3	2	0	1
Нефтегазовая промышленность	2	3	1	2	0	4	1	2	1	4	3	2	1	1
Химическая промышленность	1	2	2	1	0	3	1	2	2	3	3	2	0	1
Высокие технологии	2	3	3	1	0	4	1	4	2	4	1	0	0	1
Основные материалы	2	3	1	2	0	4	0	3	1	4	4	2	0	2
Автомобилестроение	2	4	2	3	0	5	1	4	3	5	3	1	1	1
Передовая электроника/полупроводники	2	3	2	2	0	5	1	4	3	6	3	1	0	2

ИИ может приносить около 3 трлн долларов ежегодно в восьми отраслях промышленности

Влияние ИИ на различные отрасли промышленности



Искусственный интеллект — прорывная технология экономики, способная сыграть важнейшую роль в развитии российской промышленности

Промышленность — важнейший драйвер роста рынка ИИ

2027
CAGR

применение ИИ

производство

31,1%

логистика

24,7%

здравоохранение

22,0%

финансы

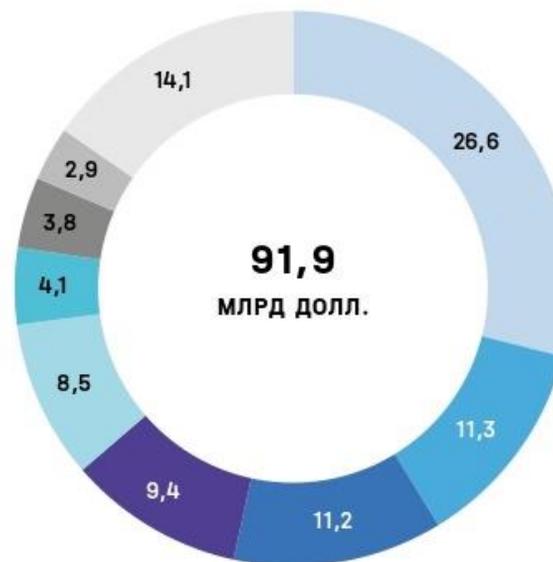
21,0%



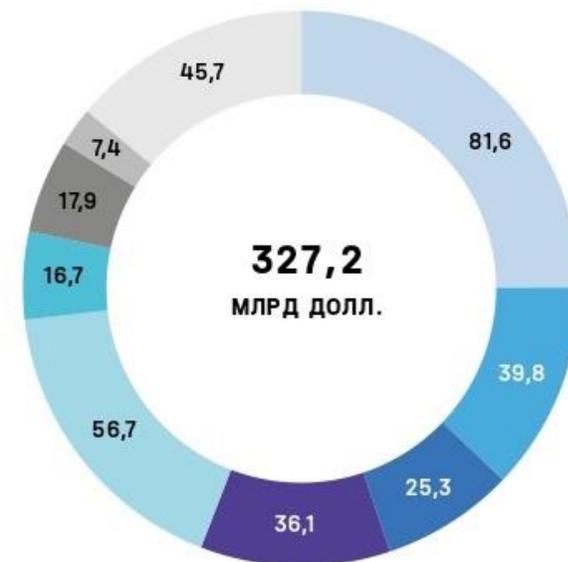
Рис. 5.
Объемы рынков ИИ в секторах экономики, 2021-2027, млрд долларов

Источник: Фонд «ЦСР «Северо-Запад» по данным 360iResearch, IMARC Group, Mordor Intelligence

ОБЪЕМЫ РЫНКОВ ИИ
В СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ,
2021, МЛРД ДОЛЛ.



ОБЪЕМЫ РЫНКОВ ИИ
В СЕКТОРАХ ЭКОНОМИКИ,
2027, МЛРД ДОЛЛ.



Зелёный переход в промышленности и городах



Какие тематики формируют научный фронт зеленого перехода?

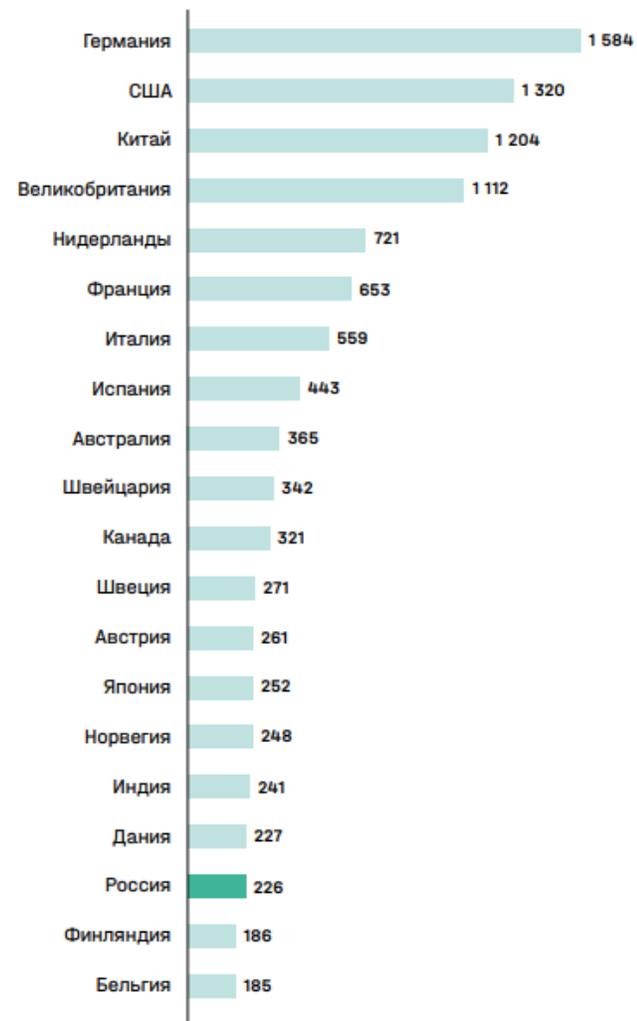
Динамика публикаций, проиндексированных Scopus, во всем мире за 2000–2021 гг.



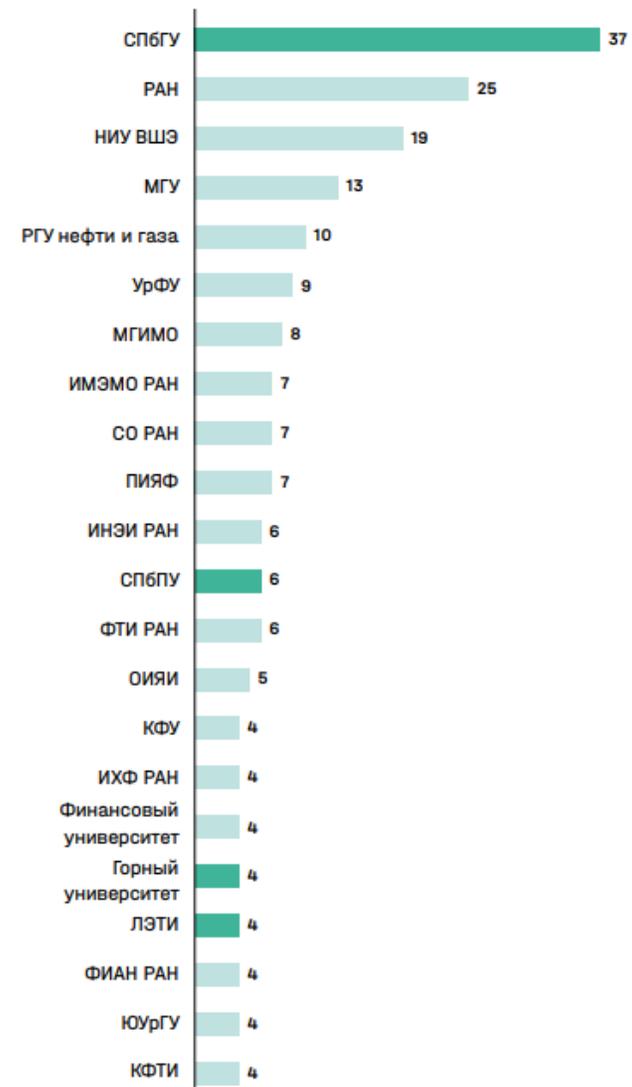
Лидеры публикаций в области зеленого перехода

Статистика публикаций в области зеленого перехода за 2000–2021 гг.

Страны по количеству публикаций



Российские организации по количеству публикаций



Мировые и отечественные банковские организации активно инвестируют в тему зеленого перехода

Кейсы по ESG-инвестированию на примере крупных российских и зарубежных банков

Компания	Проекты
Goldman Sachs Group Inc. (США)	Доля инвестиций в зеленые здания и инновационные зеленые технологии составила 2 млрд долларов (2020)
ING Group (Нидерланды)	Поддержка 62 зеленых облигаций; инвестиции объемом в миллиарды евро в проекты по ВИЭ, зеленым зданиям, устойчивому транспорту и инфраструктуре (2019)
Bank of China (Hong Kong) (Китай)	<ul style="list-style-type: none">— Увеличение количества зеленых кредитов на 60 % в 2020 по сравнению с 2019, сотрудничество с компаниями в рамках онлайн-платформы «Электронная оценка зеленого кредита»— Внедрение стимулирования зеленого финансирования— Лидерство в выпуске зеленых облигаций— Поддержка 13 проектов по защите исчезающих видов животных
Сбербанк (Россия)	<ul style="list-style-type: none">— Инвестиции объемом 40 млрд рублей в зеленую металлургию (2020)— Запуск блокчейн-платформы для контроля за поставками сертифицированного сырья (объем сделок с зелеными сертификатами 320 000 МВт/ч)
Группа ВТБ (Россия)	<ul style="list-style-type: none">— Выпуск зеленых бессрочных облигаций РЖД объемом 100 млрд рублей (2020)— Финансирование зеленых отраслей — инновационных проектов российской энергетики, направленных на снижение карбонового следа (строительство ветряной электростанции в Ростовской области, модернизация ГЭС в Татарстане и др.)