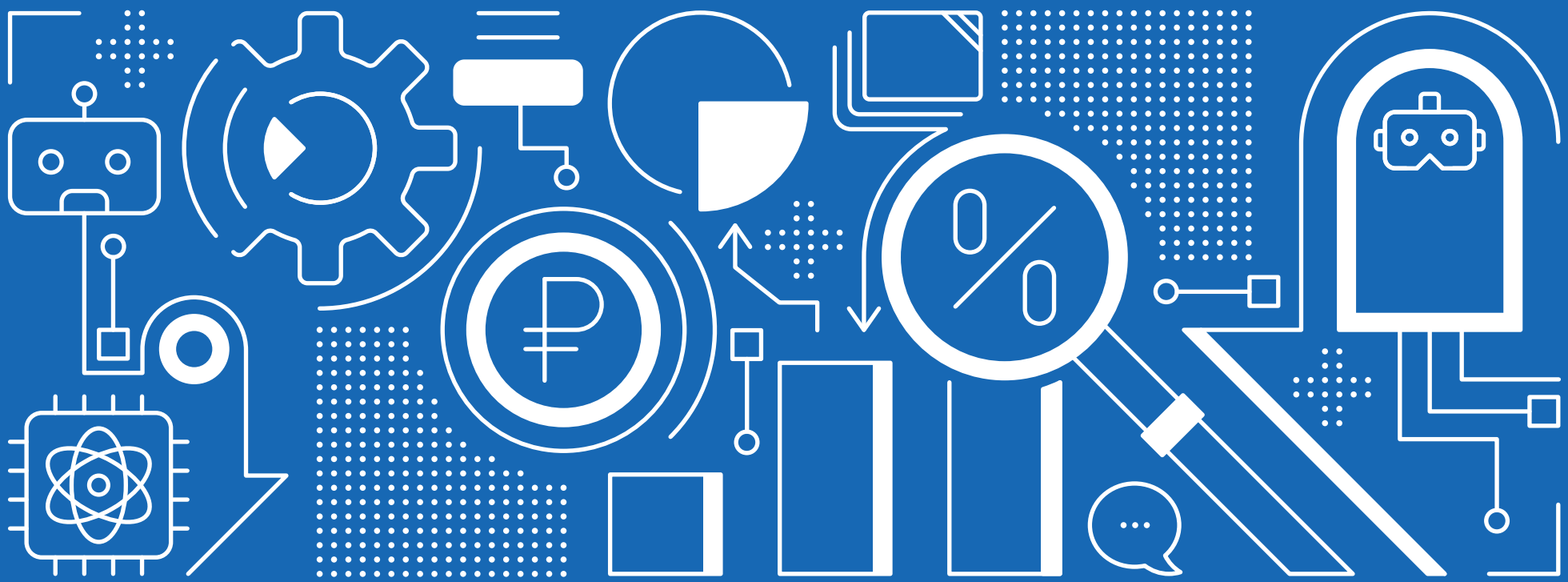
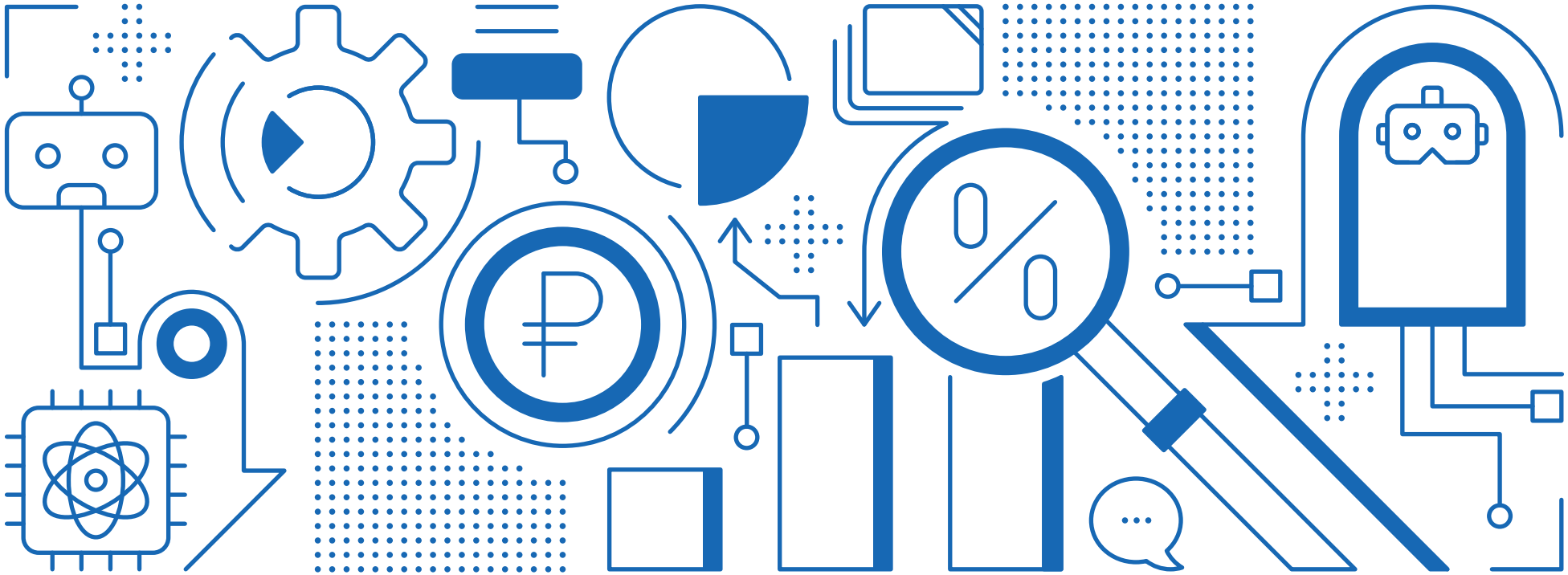
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



МОСКВА 2021

УДК 338:004(038.41)(470+571)
ББК 65.051
Ц75

Редакционная коллегия: Л. М. Гохберг (главный редактор), К. О. Вишневский, М. В. Паршин, П. Б. Рудник

Авторский коллектив: К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг, В. В. Дементьев, Ю. Я. Дранев, М. А. Клубова, М. Н. Коцемир, И. Ф. Кузьминов, И. С. Лола, С. Г. Приворотская, П. Б. Рудник, А. В. Соколов, Е. С. Стрельцова, Ю. В. Туровец, К. С. Фурсов, Е. Е. Хабирова

В подготовке данных принимали участие А. И. Алтынов, В. Е. Евтушенко, И. И. Кучин, П. А. Лобанова

Цифровые технологии в российской экономике / К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг, В. В. Дементьев и др.; под ред. Л. М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т
Ц75 «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 116 с. – 400 экз. – ISBN 978-5-7598-2199-1 (в обл.).

В аналитическом докладе представлен обзор глобальных трендов развития цифровых технологий. Дана оценка уровня научных исследований в России, возможностей применения цифровых решений в различных секторах экономики и социальной сферы. Исследование проведено с использованием Системы интеллектуального анализа больших данных iFORA, разработанной в Институте статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ.

Издание предназначено для широкой аудитории – исследователей, преподавателей, управленцев, экспертного сообщества, представителей средств массовой информации, всех, кто интересуется тенденциями развития цифровой экономики.

УДК 338:004(038.41)(470+571)
ББК 65.051

Доклад подготовлен в рамках проекта «Анализ текущего состояния и перспектив развития высокотехнологичных направлений до 2024 года на основе интеллектуального анализа больших данных» по тематическому плану научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» на 2020 год.

Editorial Board: Leonid Gokhberg (editor-in-chief), Konstantin Vishnevskiy, Maxim Parshin, and Pavel Rudnik

Authors: Konstantin Vishnevskiy, Leonid Gokhberg, Vitaly Dementiev, Yuri Dranev, Marina Klubova, Maxim Kotsemir, Ilya Kuzminov, Inna Lola, Sofia Privorotskaya, Pavel Rudnik, Alexander Sokolov, Ekaterina Streltsova, Yulia Turovets, Konstantin Fursov, and Elena Khabirova

With the contributions by Artem Altynov, Vitaly Evtushenko, Ilya Kuchin, and Polina Lobanova

Digital Technologies in the Russian Economy / K. Vishnevskiy, L. Gokhberg, V. Dementiev, et al.; ed. by L. Gokhberg; National Research University Higher School of Economics. – Moscow: HSE, 2021.

doi 10.17323/978-5-7598-2199-1
ISBN 978-5-7598-2199-1

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021
При перепечатке ссылка обязательна

Содержание

Введение **4**
О системе iFORA **5**
Глоссарий **6**
Глобальные тренды **7**
Методические комментарии 8
Панорама цифровых технологий: сводная карта 10
Панорама цифровых технологий: тренд-карта 11
Нейротехнологии и искусственный интеллект 13
Системы распределенного реестра 19
Квантовые технологии 25
Новые производственные технологии 31
Компоненты робототехники и сенсорика 37
Технологии беспроводной связи 43
Технологии виртуальной и дополненной реальности 49
Технологические заделы **55**
Методические комментарии 56
Научные публикации: сводные данные 57
Патентная активность: сводные данные 58
Жизненный цикл цифровых технологий 59
Нейротехнологии и искусственный интеллект 61
Системы распределенного реестра 65
Квантовые технологии 69
Новые производственные технологии 73
Компоненты робототехники и сенсорика 77
Технологии беспроводной связи 81
Технологии виртуальной и дополненной реальности 85
Востребованность цифровых технологий в экономике и социальной сфере **89**
Методические комментарии 90
Возможности применения цифровых технологий в секторах экономики и социальной сферы по технологическим направлениям 91
Возможности применения цифровых технологий в секторах экономики и социальной сферы по видам технологий 92
Здравоохранение 93
Образование 94
Промышленность 95
Сельское хозяйство 96
Городское хозяйство 97
Строительство 98
Транспорт 99
Энергетика 100
Финансовые услуги 101
Структура спроса секторов российской экономики на цифровые технологии в перспективе до 2024 г. 102
Цифровая активность предприятий обрабатывающей промышленности **103**
Методические комментарии 104
Уровень цифровой активности предприятий 105
Занятость и цифровые компетенции 106
Инвестиции предприятий в цифровые технологии 107
Перспективы технологической трансформации 108
Заключение **109**
Приложение. Рекомендации по расширению перечня «сквозных» цифровых технологий **110**
Список литературы **112**
Основные публикации ИСИЭЗ НИУ ВШЭ по вопросам цифровой экономики **115**

Введение

Цифровизация влечет за собой фундаментальные преобразования во всех сферах жизни и деятельности человека. Так, интенсивный рост объемов информации определяет спрос на технологии искусственного интеллекта и высокоскоростной обработки больших данных, что в свою очередь способствует росту производительности труда, кастомизации и повышению качества продукции и услуг. Цифровые технологии выступают драйверами становления и развития новых рынков, а также обретают важные социальные роли, внося значимый вклад в решение глобальных проблем, таких как старение населения, борьба с болезнями, социальное расслоение, ухудшение состояния окружающей среды.

Вниманию читателей предлагается аналитический доклад, содержащий обзор глобальных трендов развития цифровых технологий, потенциала их распространения в различных секторах экономики и социальной сферы, оценку уровня научных исследований в России. В нем рассматриваются семь технологических направлений, выбранных в качестве «сквозных» в национальной программе «Цифровая экономика»:

- Нейротехнологии и искусственный интеллект.
- Системы распределенного реестра.
- Квантовые технологии.
- Новые производственные технологии.
- Компоненты робототехники и сенсорика.
- Технологии беспроводной связи.
- Технологии виртуальной и дополненной реальности.

При подготовке доклада использованы данные Минцифры России, Росстата, Роспатента, ОЭСР, ВОИС, Scopus, а также статистических и социологических обследований, выполненных Институтом статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Издание предназначено для широкой аудитории – исследователей, преподавателей, управленцев, экспертного сообщества, представителей средств массовой информации, всех, кто интересуется тенденциями развития цифровой экономики.

О системе iFORA

Доклад подготовлен с использованием Системы интеллектуального анализа больших данных iFORA, разработанной в Институте статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ (https://ifora.hse.ru). Источниками данных послужили более 360 млн документов, включая научные статьи, патенты, стратегические и аналитические материалы ведущих международных организаций и консалтинговых компаний, обзоры рынков, отраслевую периодику экономической и научно-технической направленности.

Положенная в основу исследования комплексная методология работы с данными опирается на инструменты «умного» информационного поиска и систематизации сведений из больших коллекций разнообразных данных. Семантическое картирование по отдельным технологическим направлениям основано на обработке естественно-языкового текста.

Результаты анализа больших данных представлены в виде серии последовательных визуализаций (наборов карт по каждой цифровой технологии):

- семантические карты (охватывают значимые тематики по каждой технологии);
- тренд-карты (группируют тематики по динамичности и значимости);
- карты ведущих организаций и матрицы технологической специализации организаций-лидеров (показывают ключевые организации и сферы их деятельности);
- диаграммы жизненного цикла (позволяют оценить динамику и уровень зрелости технологий);
- матрицы востребованности технологий (отражают распространение технологий в отдельных секторах экономики и социальной сферы).

Глоссарий

Цифровая экономика

Деятельность по созданию, распространению и использованию цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг

Нейротехнологии и искусственный интеллект

Система программных и/или аппаратных средств, способная с определенной степенью автономности воспринимать информацию, обучаться и принимать решения на основе анализа больших массивов данных, в том числе имитируя человеческое поведение

Системы распределенного реестра

Алгоритмы и протоколы децентрализованного хранения и обработки транзакций, структурированных в виде последовательности связанных блоков без возможности их последующего изменения

Квантовые технологии

Технологии создания вычислительных систем, основанные на новых принципах (квантовых эффектах), позволяющие радикально изменить способы передачи и обработки больших массивов данных

Новые производственные технологии

Технологии цифровизации производственных процессов, обеспечивающие повышение эффективности использования ресурсов, проектирования и изготовления индивидуализированных объектов, стоимость которых сопоставима со стоимостью товаров массового производства

«Сквозные» цифровые технологии

Технологии, применяемые для сбора, хранения, обработки, поиска, передачи и представления данных в электронном виде, в основе функционирования которых лежат программные и аппаратные средства и системы, и способствующие изменению бизнес-процессов, развитию существующих и созданию новых рынков

Компоненты робототехники

Производственные системы, обладающие тремя или более степенями подвижности (свободы), построенные на основе сенсоров и искусственного интеллекта, способные контролировать свои действия, воспринимать окружающую среду и адаптироваться к ее изменениям

Сенсорика

Технологии создания устройств, собирающих и передающих информацию о состоянии окружающей среды посредством сетей передачи данных

Технологии беспроводной связи

Технологии передачи данных посредством стандартизированного радиоинтерфейса без использования проводного подключения к сети

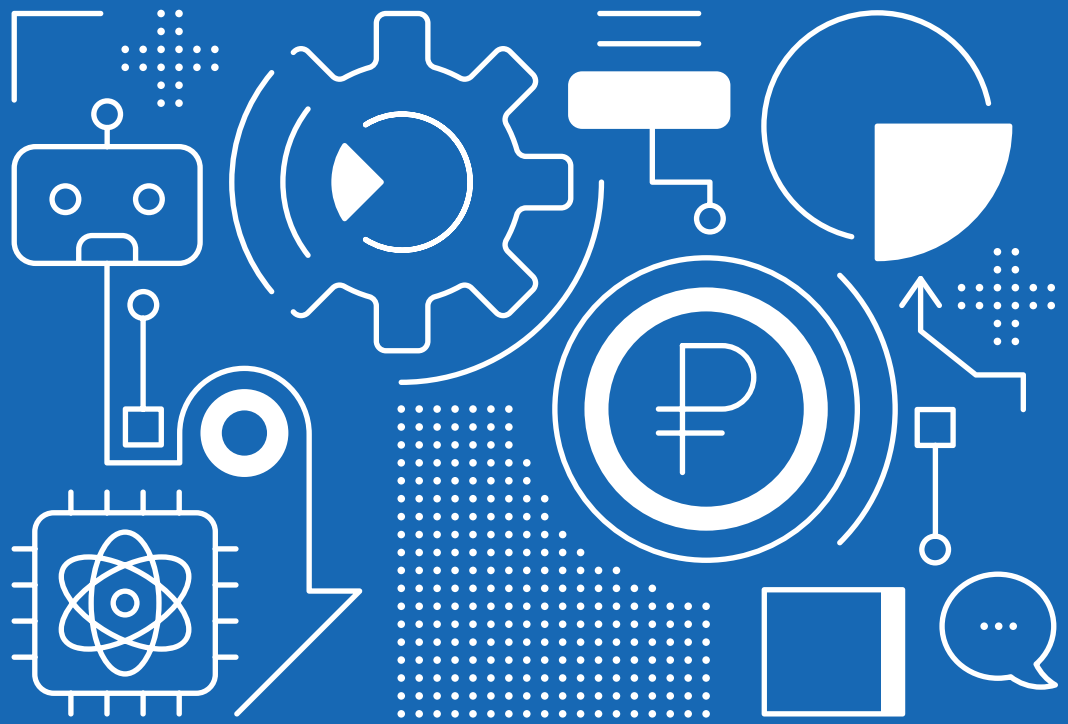
Технологии виртуальной реальности (VR)

Технологии компьютерного моделирования трехмерного изображения или пространства, с помощью которых человек взаимодействует с синтетической («виртуальной») средой с последующей сенсорной обратной связью

Технологии дополненной реальности (AR)

Технологии визуализации, основанные на добавлении информации или визуальных эффектов в физический мир посредством наложения графического и/или звукового контента для улучшения пользовательского опыта и интерактивных возможностей

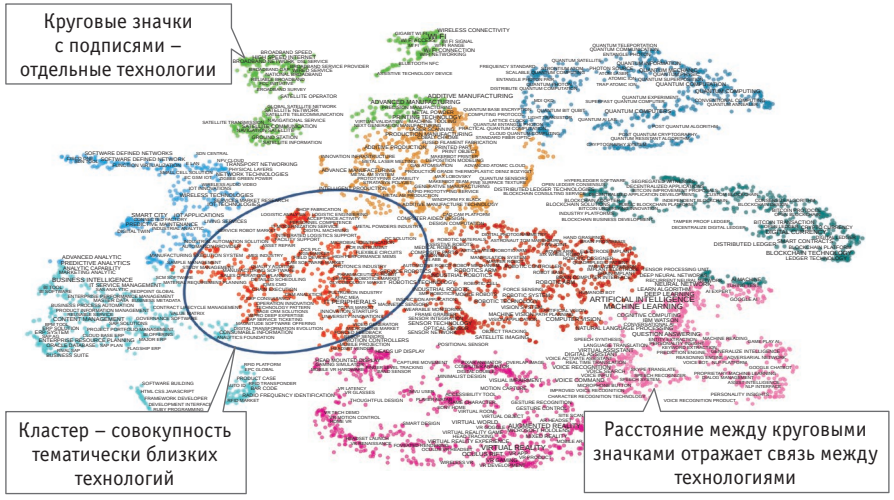
ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ



Методические комментарии

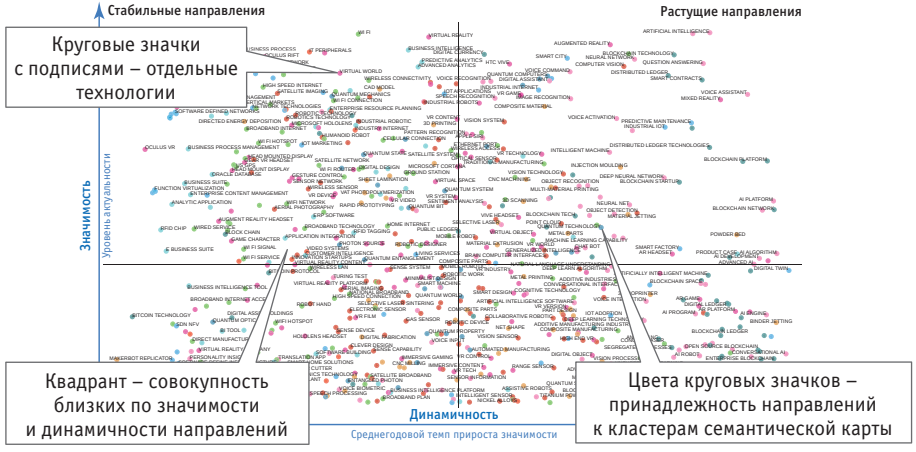
Проанализированы 12 тыс. технологий,
связанных с семью технологическими направлениями

Семантические карты



- На семантической карте представлены наиболее значимые технологии и их группы, определяющие сегодняшний облик технологического направления. Они выявлены на основе метрик семантического анализа, включая, в том числе, относительную частоту встречаемости технологии в научных публикациях, патентах, отраслевой аналитике и других документах.
- Отдельные технологии и их группы обозначены цветными маркерами. Подписи к ним отражают обобщенные наименования технологий (групп). Наиболее значимые из них выделены крупным шрифтом. Совокупности тесно связанных технологий, формирующие тематические кластеры, отображаются одним цветом. Чем сильнее взаимосвязь между кластерами и технологиями в их составе, тем ближе они расположены по отношению друг к другу.

Тренд-карты

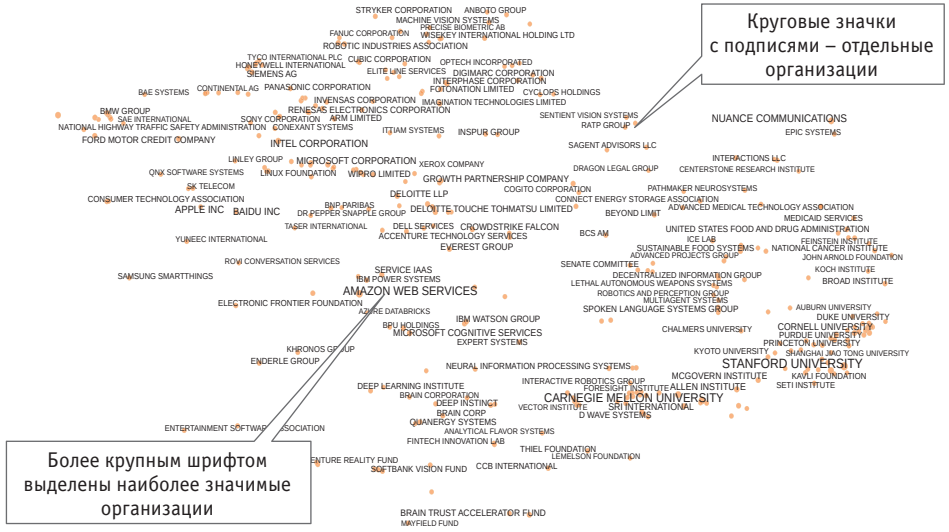


- Тренд-карта отображает динамику развития технологического направления. Она сформирована исходя из индикаторов значимости и динамичности развития технологий, представленных на семантической карте, в течение определенного периода времени и предусматривает их группировку по четырем квадрантам.
- Правый верхний квадрант охватывает наиболее значимые и динамично развивающиеся технологии. Для них характерны высокая частота и устойчивый рост упоминаемости в научных публикациях, патентах, отраслевой аналитике. В правом нижнем квадранте сконцентрированы возникающие технологии, которые отличаются пока еще относительно недостаточной значимостью, но интенсивной динамикой. В левом верхнем квадранте представлены «стабильные» технологии (с высокой, но уже не растущей значимостью), в левом нижнем – набирающие популярность технологии, которые могут «выстрелить» в будущем (начали упоминаться только в последнее время).

Методические комментарии

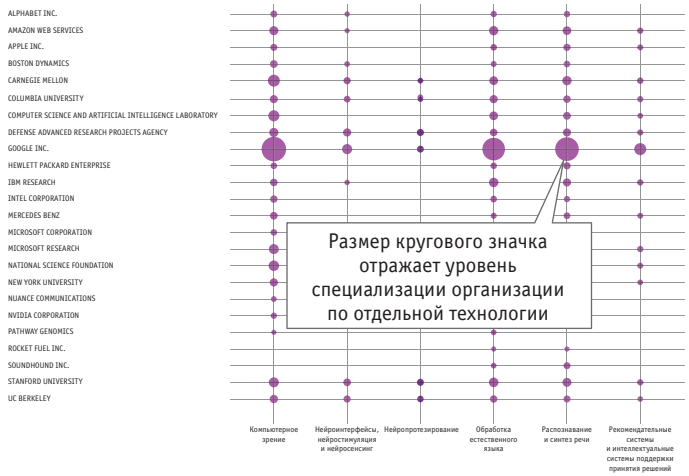
Выявлены 3.3 тыс. организаций
(компаний, университетов, научных организаций, стартапов и др.), связанных с развитием семи технологических направлений

Карты ведущих организаций



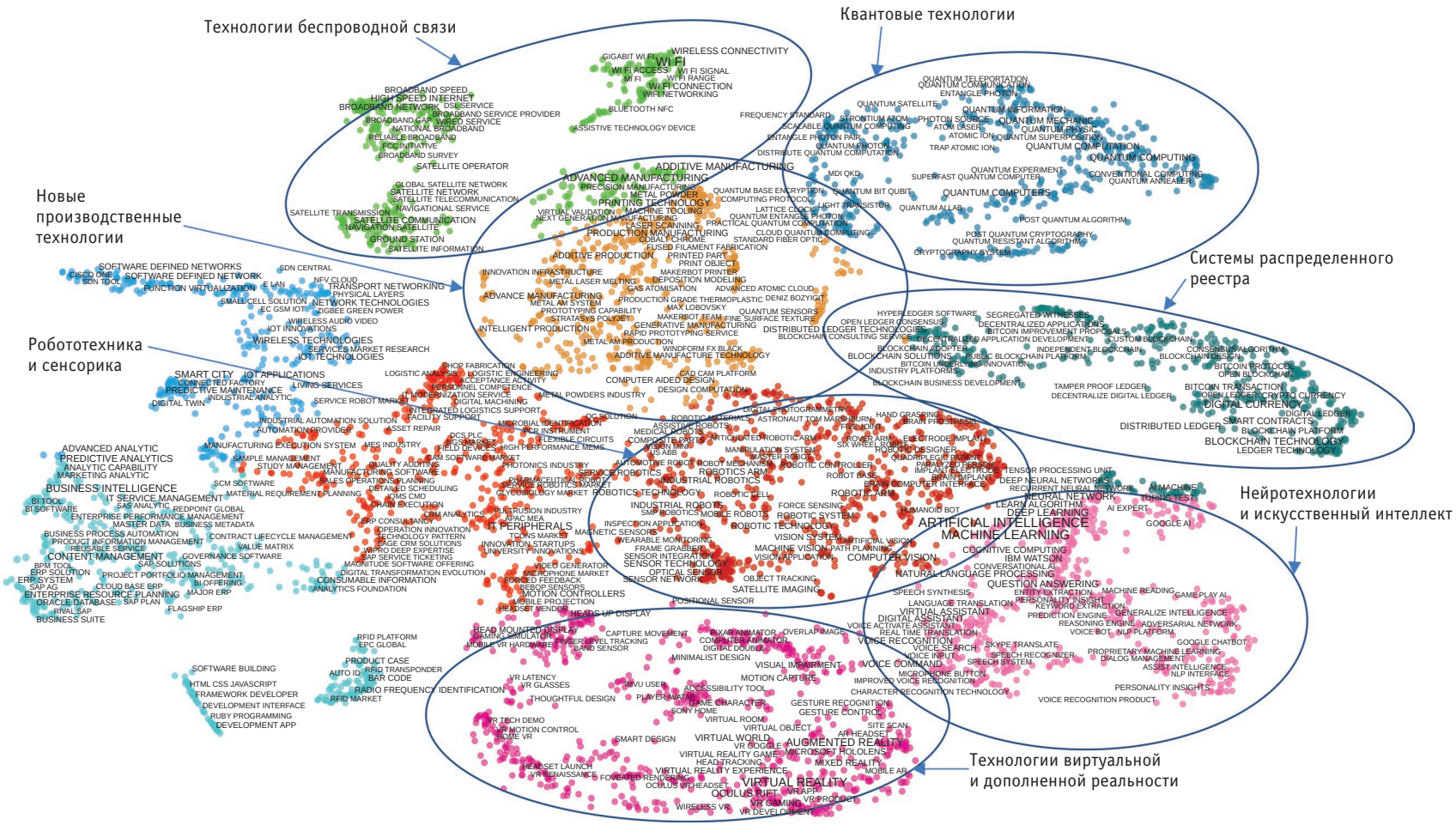
- На карте представлены ведущие организации по определенному технологическому направлению. Источником данных для построения карты служат материалы профессиональных медиа. Организации отобраны с учетом, в том числе, частоты их упоминаний в контексте развития технологического направления.
- Отдельные организации обозначены круговыми значками. Диаметр кругового значка и размер шрифта отражают значимость организации для развития технологического направления.
- Расстояние между круговыми значками характеризует степень взаимной близости тематик организаций в рамках соответствующего технологического направления.

Матрицы технологической специализации организаций-лидеров



- Матрицы отображают относительную значимость ключевых групп технологий (субтехнологий), относящихся к соответствующему технологическому направлению, в составе тематик работы технологических лидеров – наиболее значимых организаций согласно карте ведущих организаций. Источником данных для построения карты служат материалы профессиональных медиа.
- Круговые значки обозначают наличие упоминаний организации в контексте развития субтехнологии в профессиональных медиа. Диаметр кругового значка отражает относительную значимость субтехнологии в деятельности организации. При этом обеспечивается сопоставимость между различными организациями, представленными в матрице.
- Отсутствие кругового значка означает, что уровень специализации в данном случае не превышает порога, установленного в системе iFORA для выявления статистически значимых закономерностей.

Панорама цифровых технологий: сводная карта

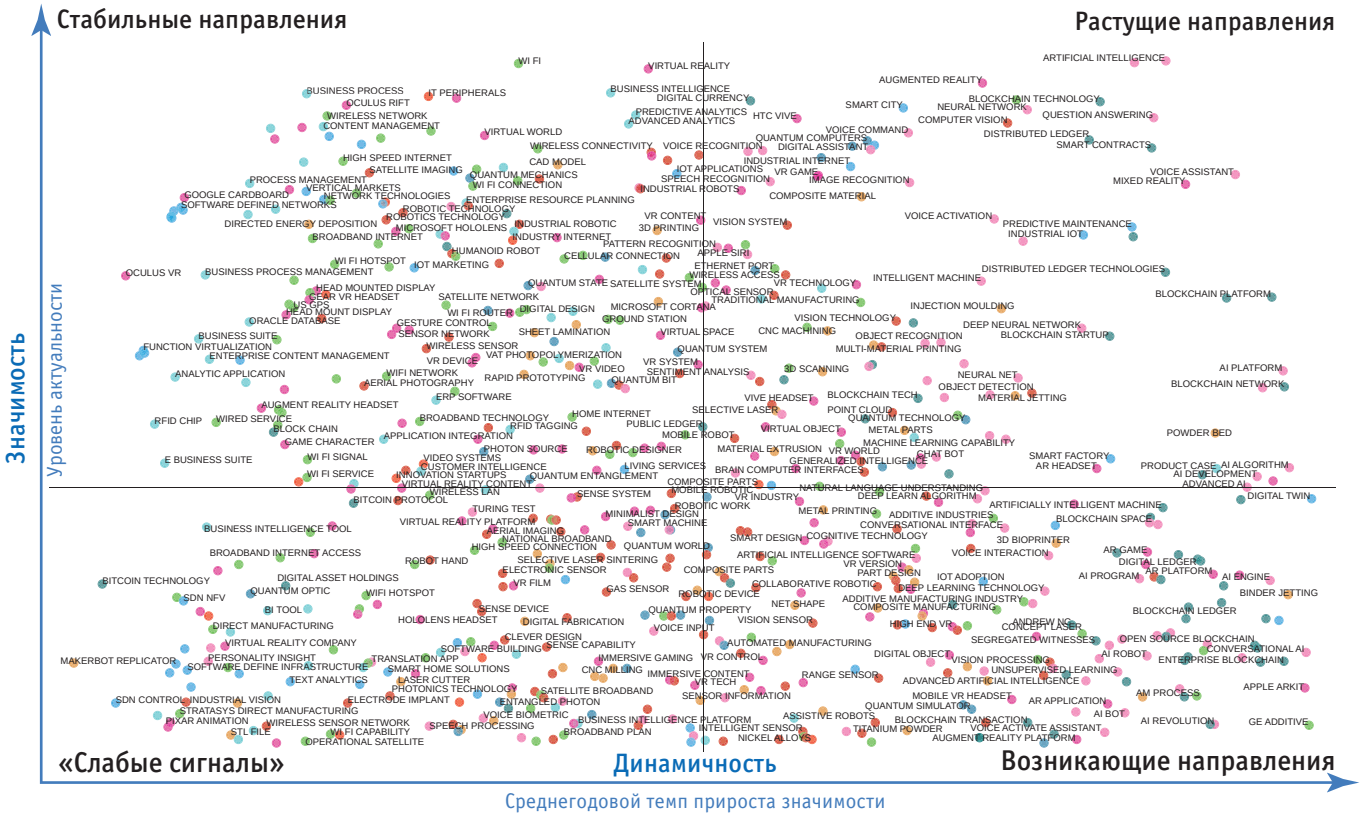


Центральное место в глобальной повестке занимают технологические направления, связанные с цифровым производством, – новые производственные технологии, робототехника и сенсорика.

Среди наиболее значимых технологий – машинное обучение, компьютерное зрение, аддитивные технологии, технологии спутниковой и беспроводной связи, блокчейн, виртуальная и дополненная реальность.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ) по материалам профессиональной отраслевой периодики.

Панорама цифровых технологий: тренд-карта



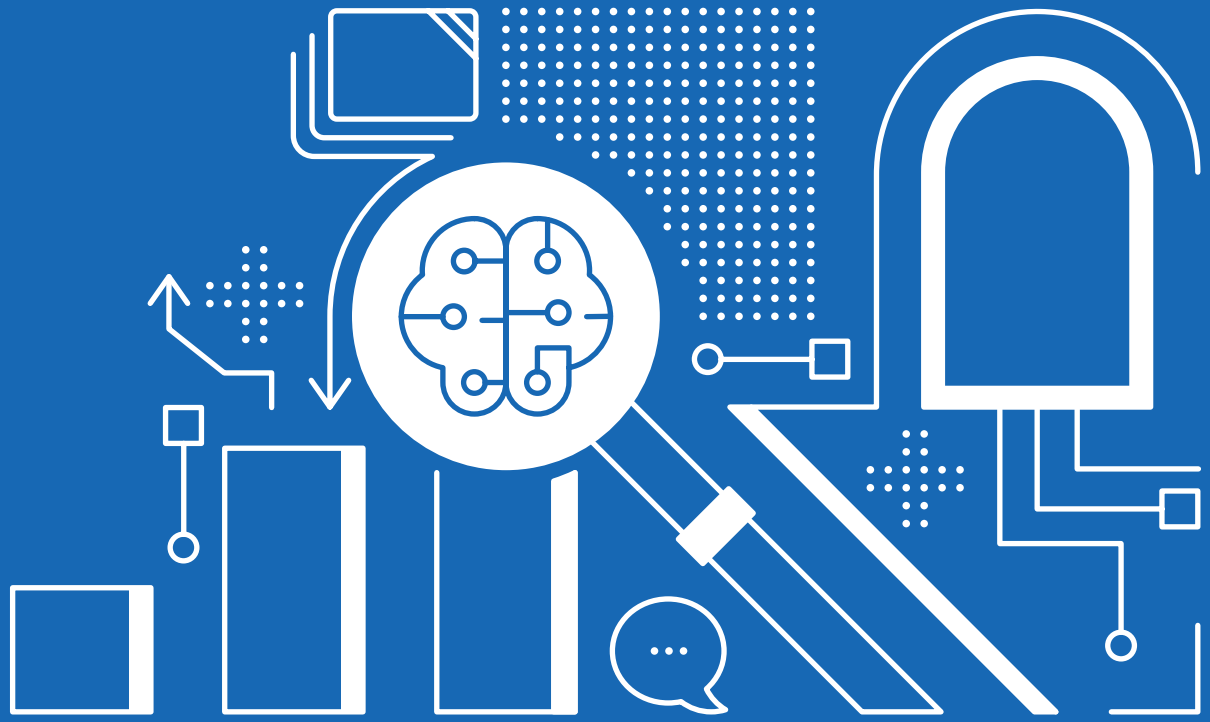
Технологические направления:

- Технологии беспроводной связи
- Системы распределенного реестра
- Технологии виртуальной и дополненной реальности
- Новые производственные технологии
- Квантовые технологии
- Нейротехнологии и искусственный интеллект
- Робототехника и сенсорика

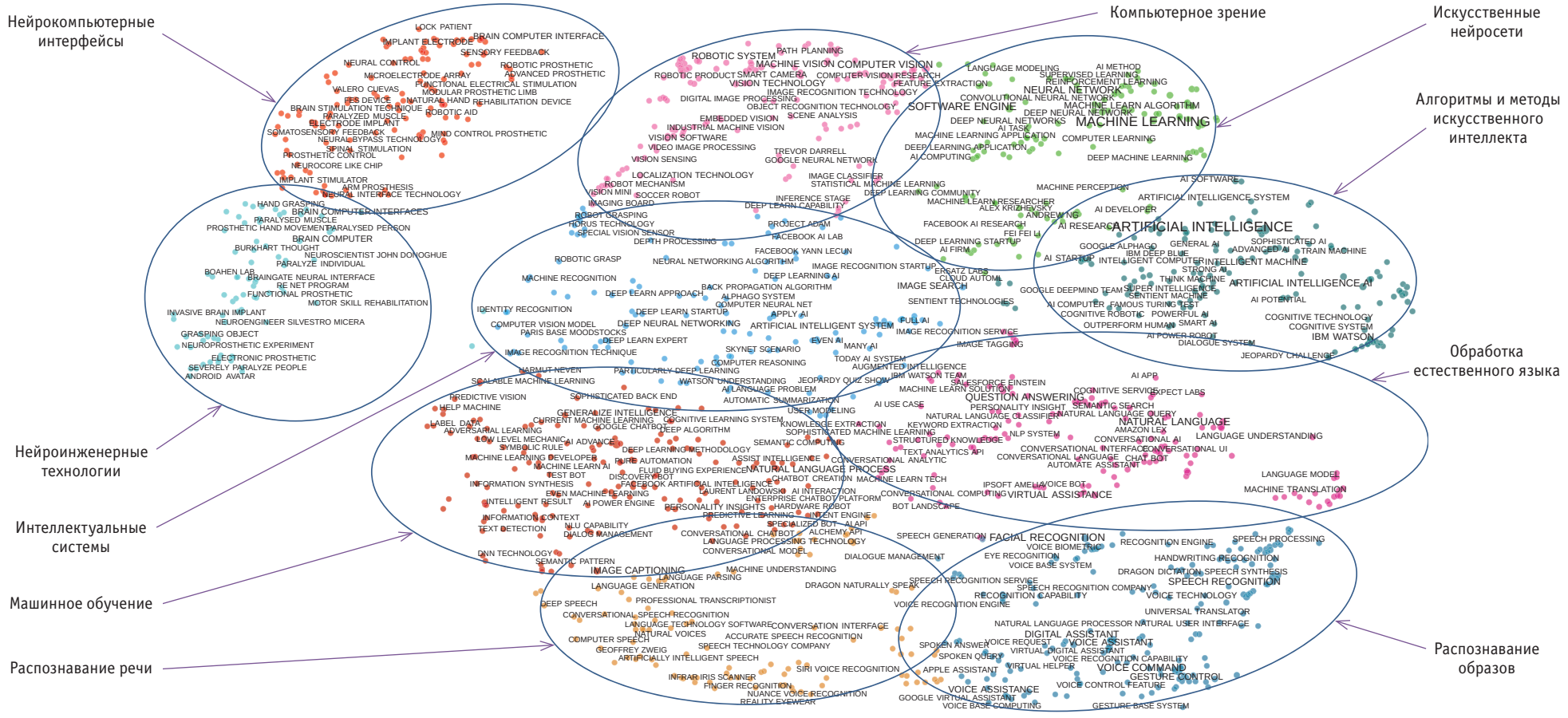
Лидирующие быстрорастущие направления – искусственный интеллект, блокчейн (системы распределенного реестра).
Ключевые возникающие тренды – цифровые двойники, «умное» производство, виртуальная реальность.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ) по материалам профессиональной отраслевой периодики.

НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ



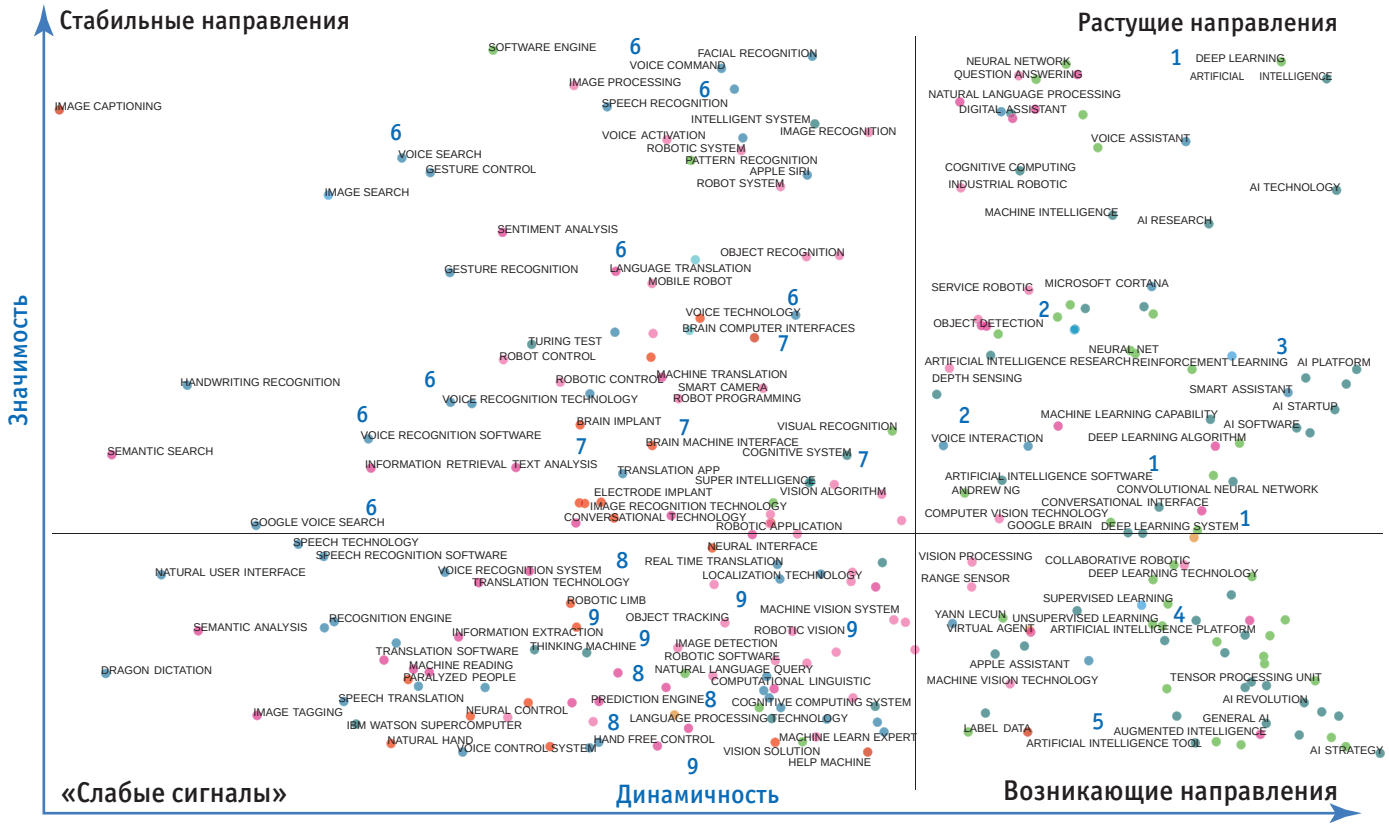
Нейротехнологии и искусственный интеллект сегодня: семантическая карта



Среди наиболее значимых направлений – машинное и глубокое обучение; технологии обработки естественного языка; распознавание и синтез речи; распознавание лиц; компьютерное зрение; технологии общего искусственного интеллекта; нейрокомпьютерные интерфейсы; рекомендательные системы.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

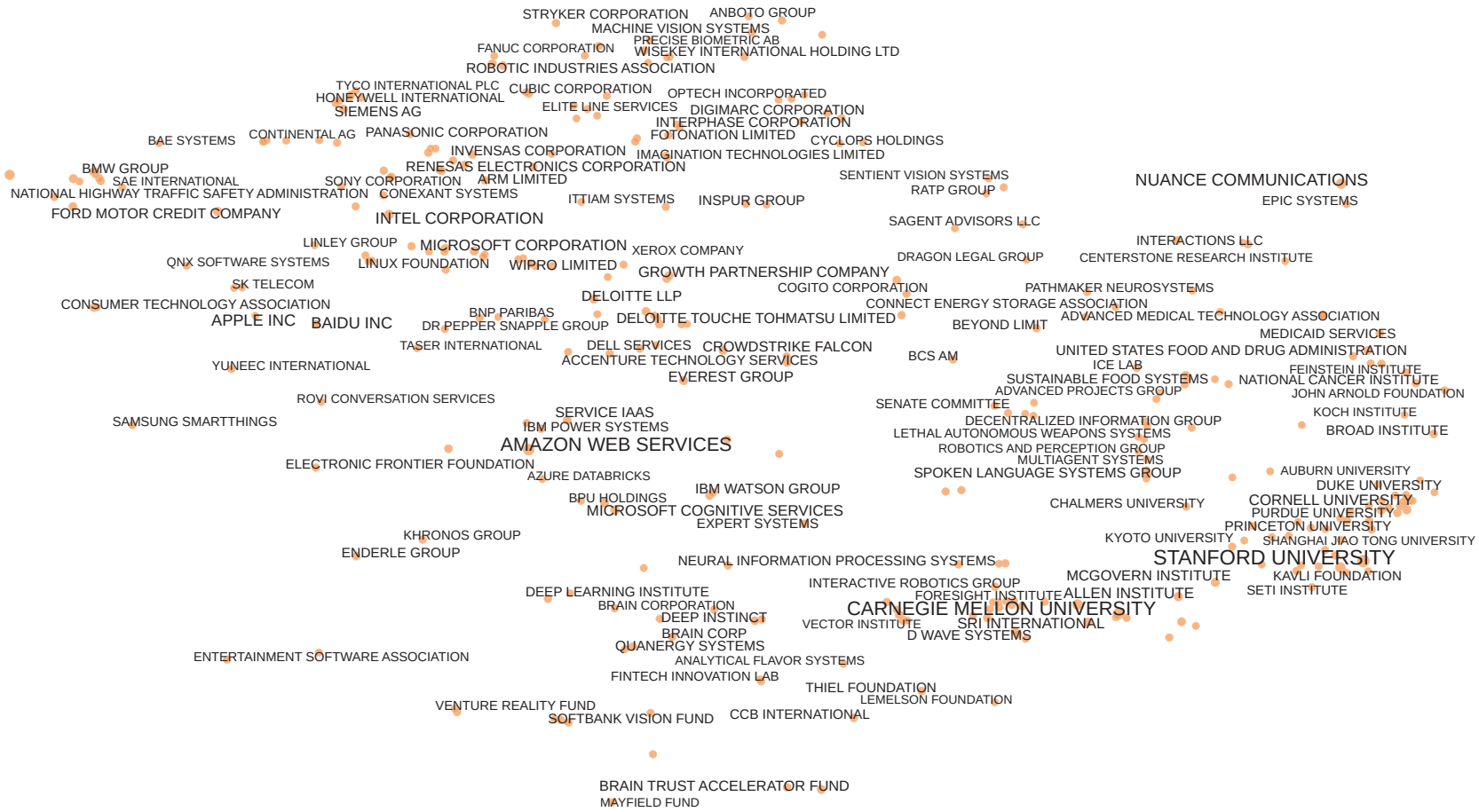
Динамика развития: тренд-карта



Наиболее динамичные направления: глубокое обучение (1); повышение качества распознавания образов в мультимедиа-данных (изображения, звук, видео) (2); обучение с подкреплением для самообучающихся интеллектуальных систем и роботов (3). **Среди возникающих трендов** – обучение «без учителя» и генеративно-состязательные сети (4); системы дополненного интеллекта (5). **Стабильно** развиваются технологии распознавания речи (6); интерфейсы «мозг-компьютер» (7). **«Слабые сигналы»** прежде всего связаны с лингвистикой (8), машинным зрением и обработкой изображений (9).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

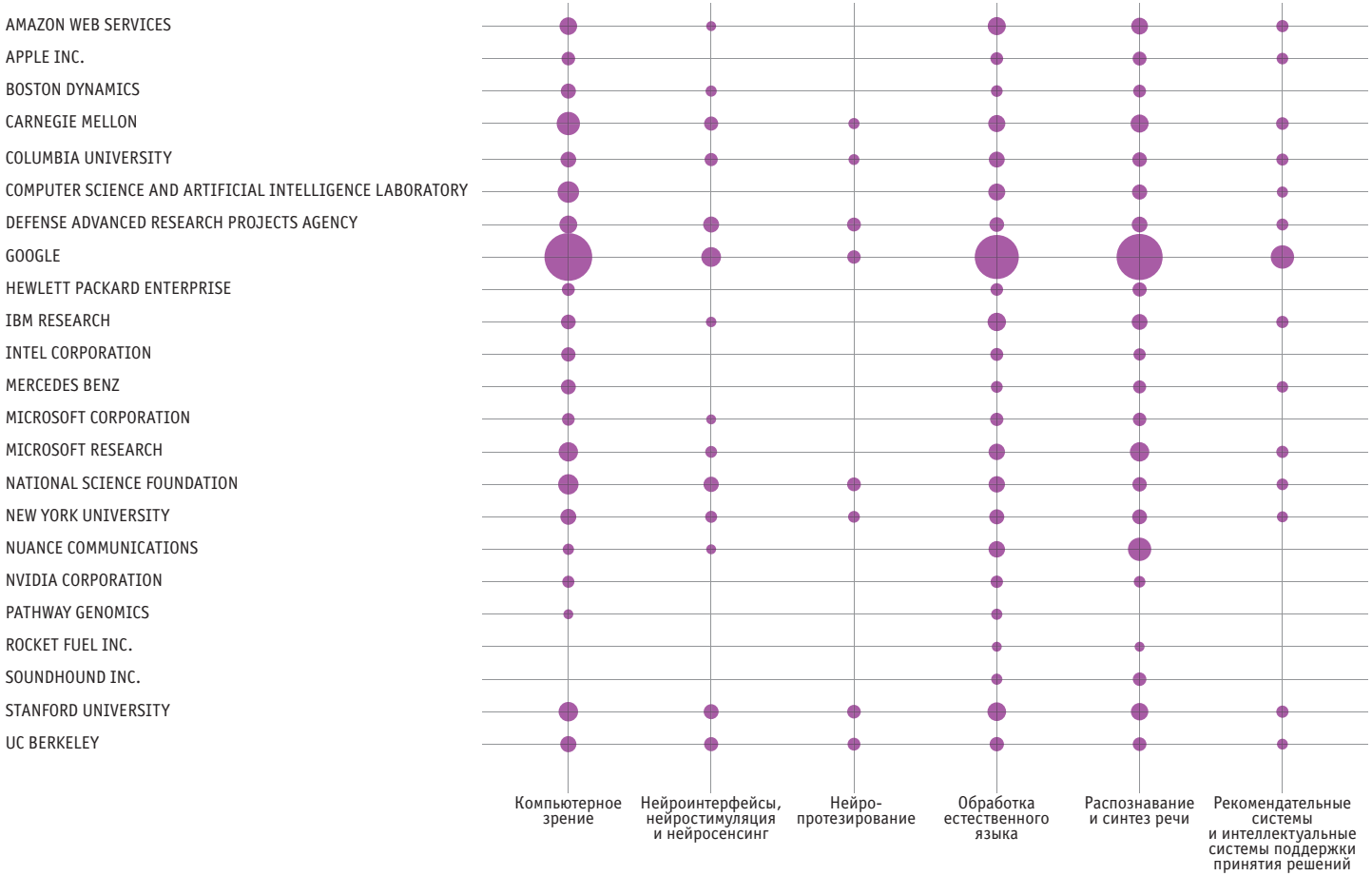
Карта ведущих организаций



В числе ведущих организаций лидируют Google, Apple, Microsoft Research (MSR), IBM, Intel Corporation, Amazon, Университет Карнеги-Меллон, Лаборатория искусственного интеллекта Массачусетского технологического института, университеты Стэнфордский, Корнелльский, Калифорнийский в Беркли.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

Технологическая специализация организаций-лидеров

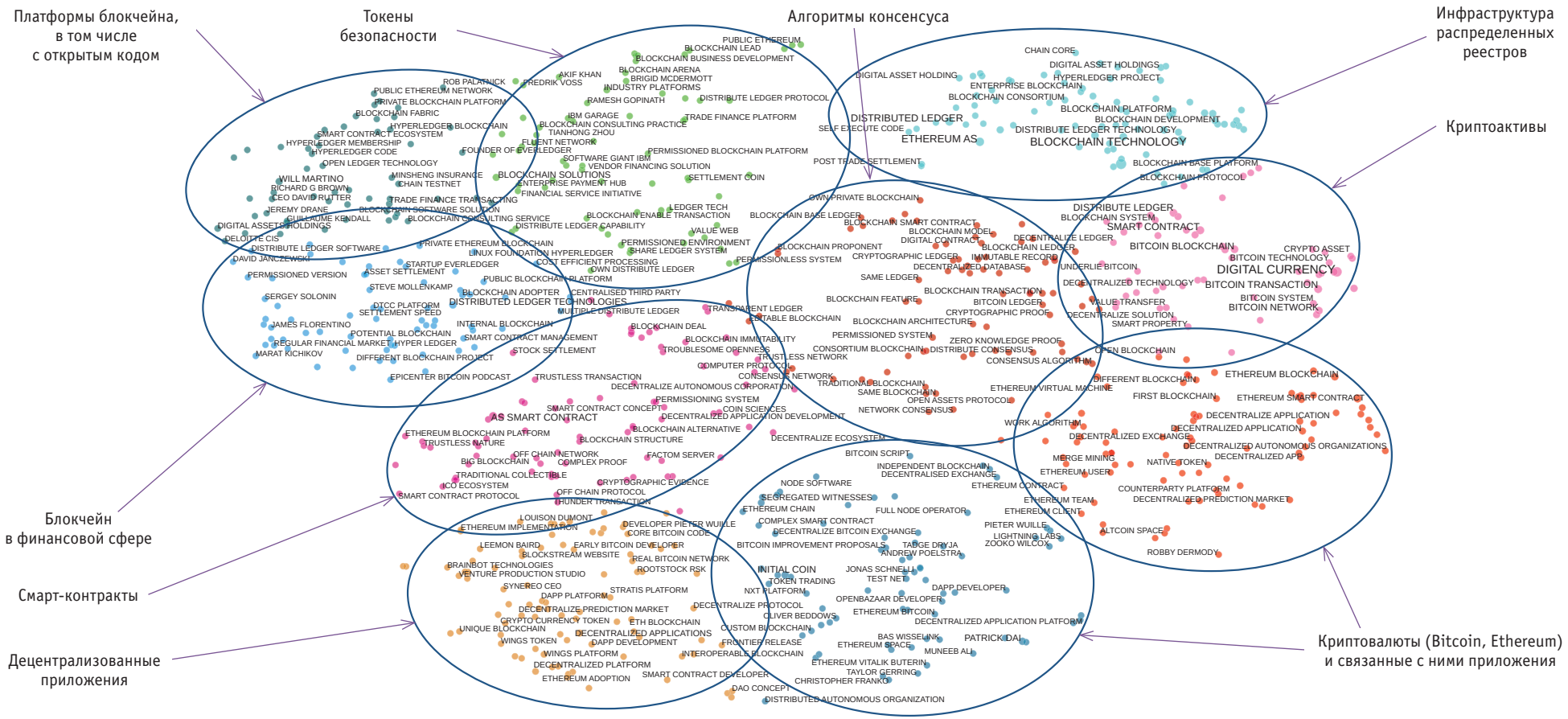


Организации-лидеры чаще всего специализируются на технологиях компьютерного зрения, обработки естественного языка, распознавания и синтеза речи.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА

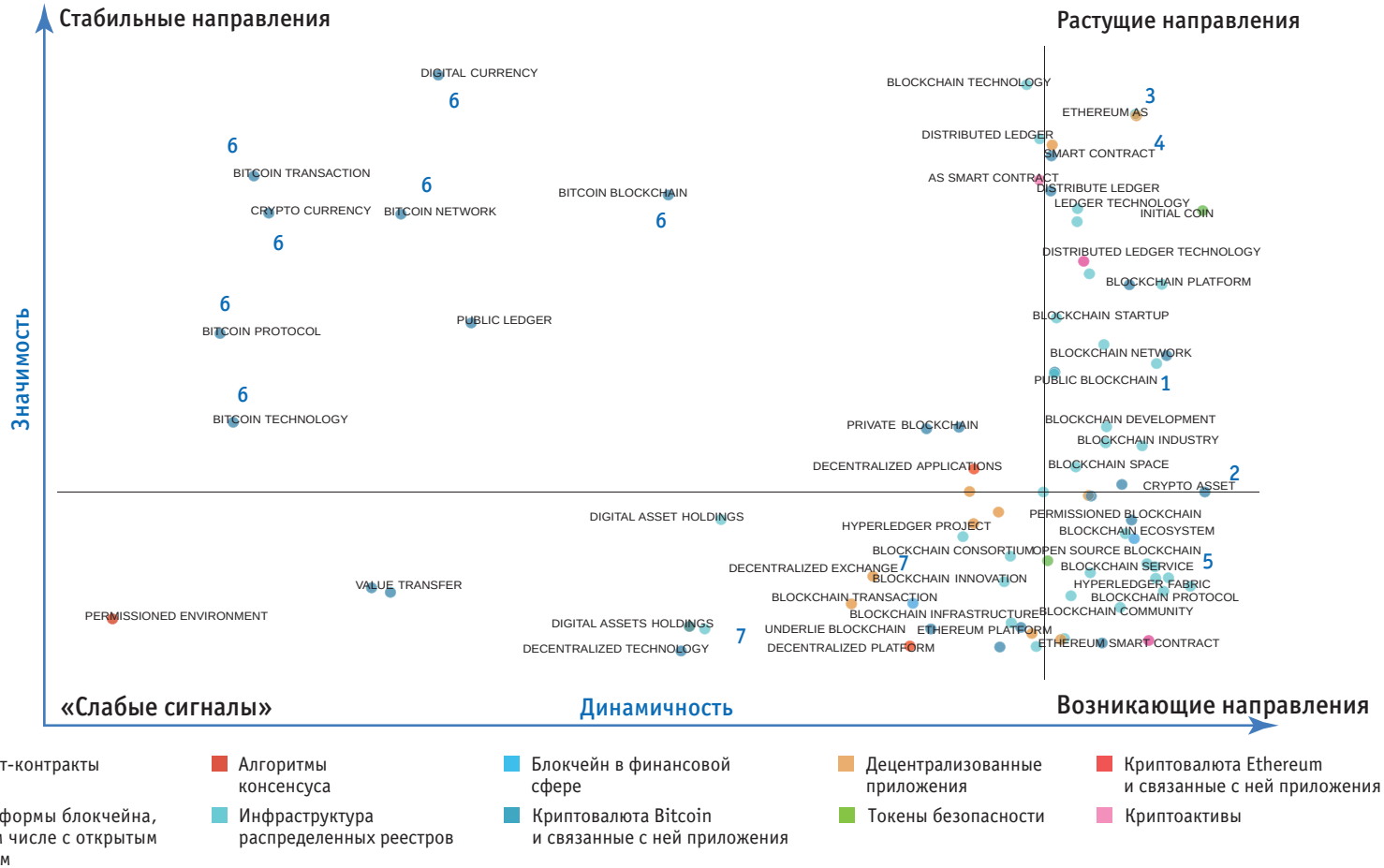
Системы распределенного реестра сегодня: семантическая карта



Среди наиболее значимых направлений – смарт-контракты; криптовалюты (включая Bitcoin и Ethereum); технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус); технологии создания и исполнения децентрализованных приложений; токены безопасности (STO).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

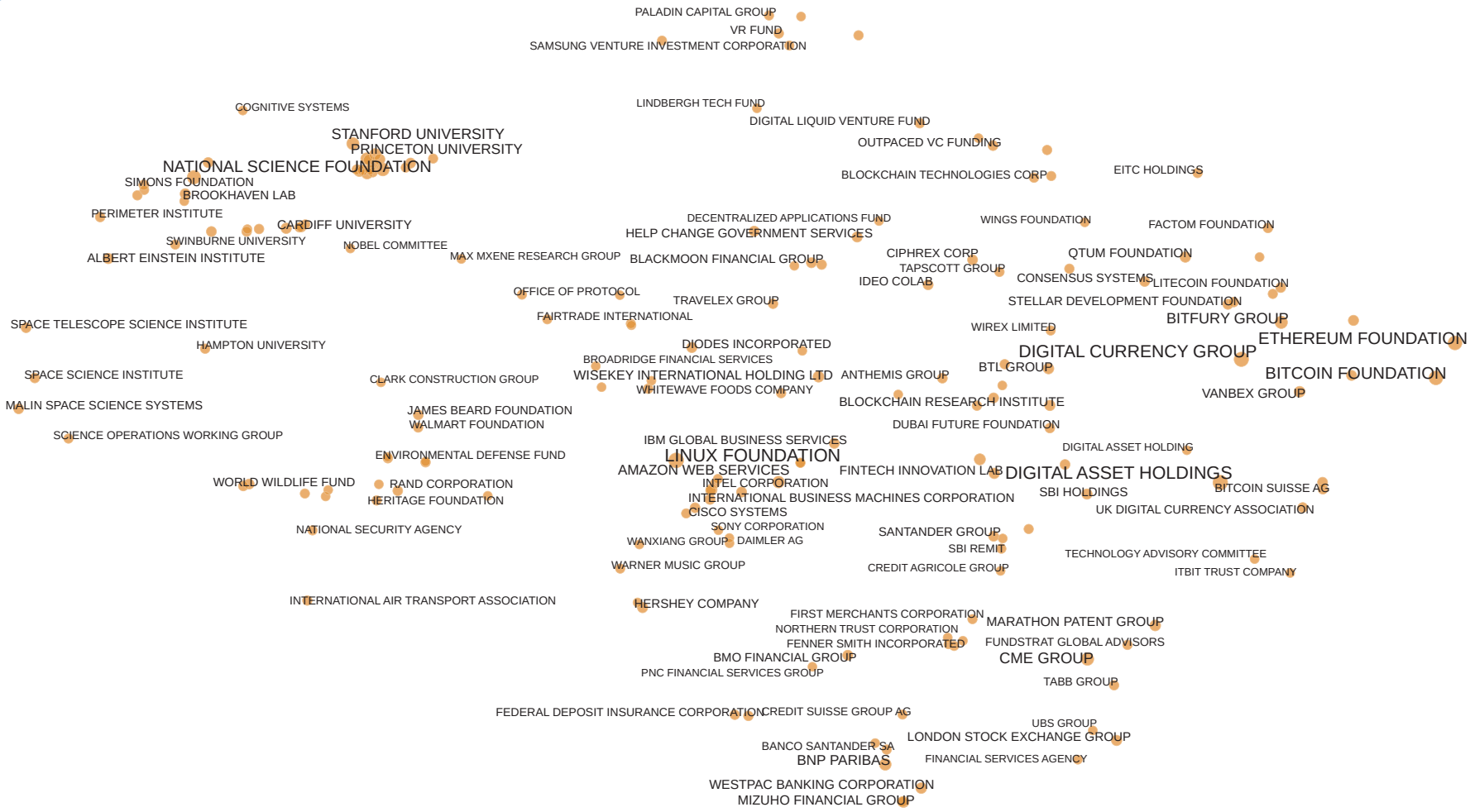
Динамика развития: тренд-карта



Наиболее динамичные направления: открытые блокчейн-сети (1); развитие криптоактивов и криптобирж (2); платформа децентрализованных сервисов Ethereum (3); корпоративные сервисы распределенного реестра, в том числе бизнес-транзакций на основе смарт-контрактов (4). **Среди возникающих трендов** – блокчейн с открытым исходным ходом (5). **Стабильно** развиваются криптовалюты (6). К **«слабым сигналам»** прежде всего относится развитие децентрализованных бирж (7).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

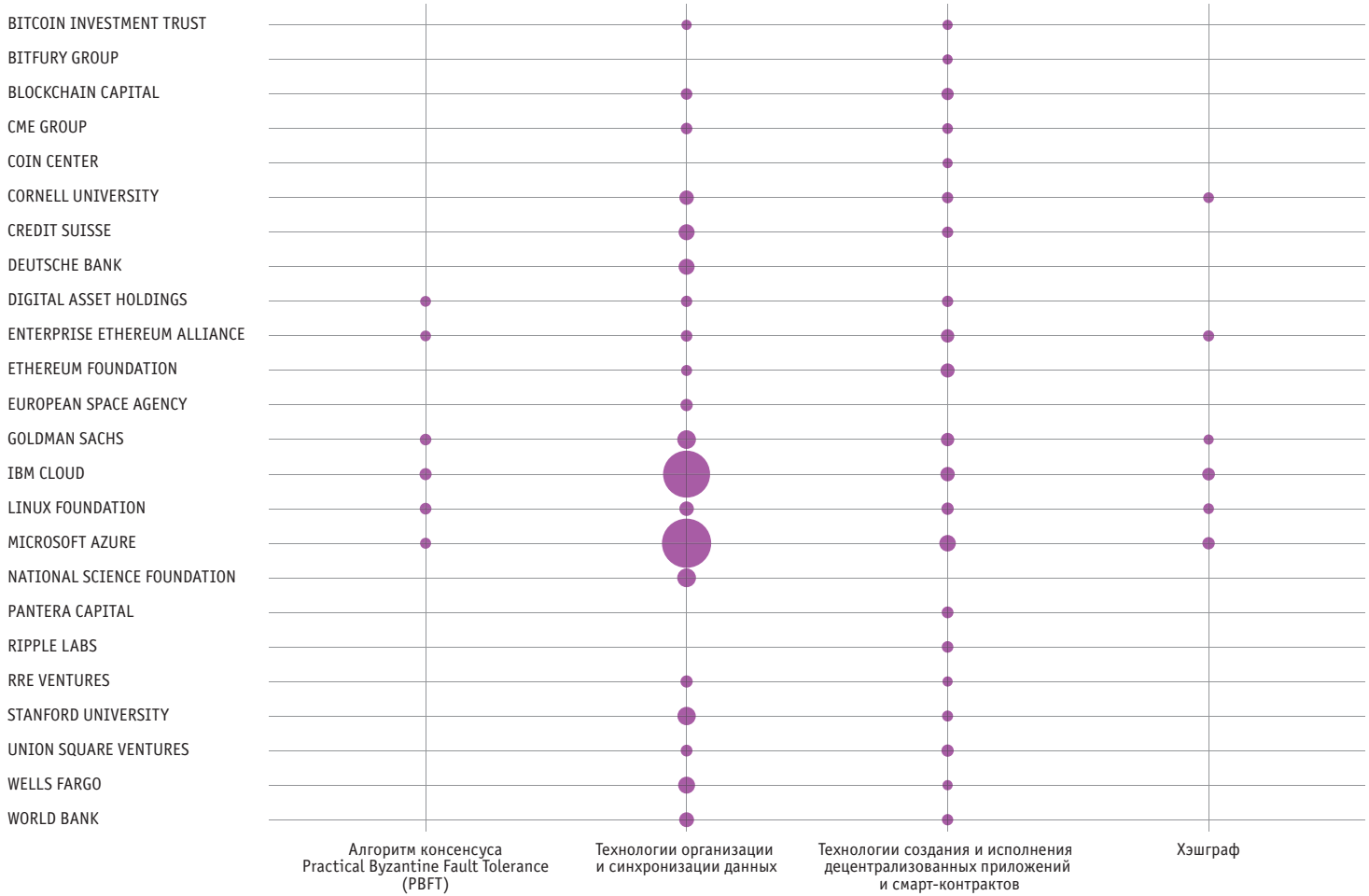
Карта ведущих организаций



В числе ведущих организаций лидируют LINUX Foundation, Ethereum Foundation, Digital Asset Holdings, Ripple Labs, Bitcoin Foundation, университеты Стэнфордский, Корнелльский.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

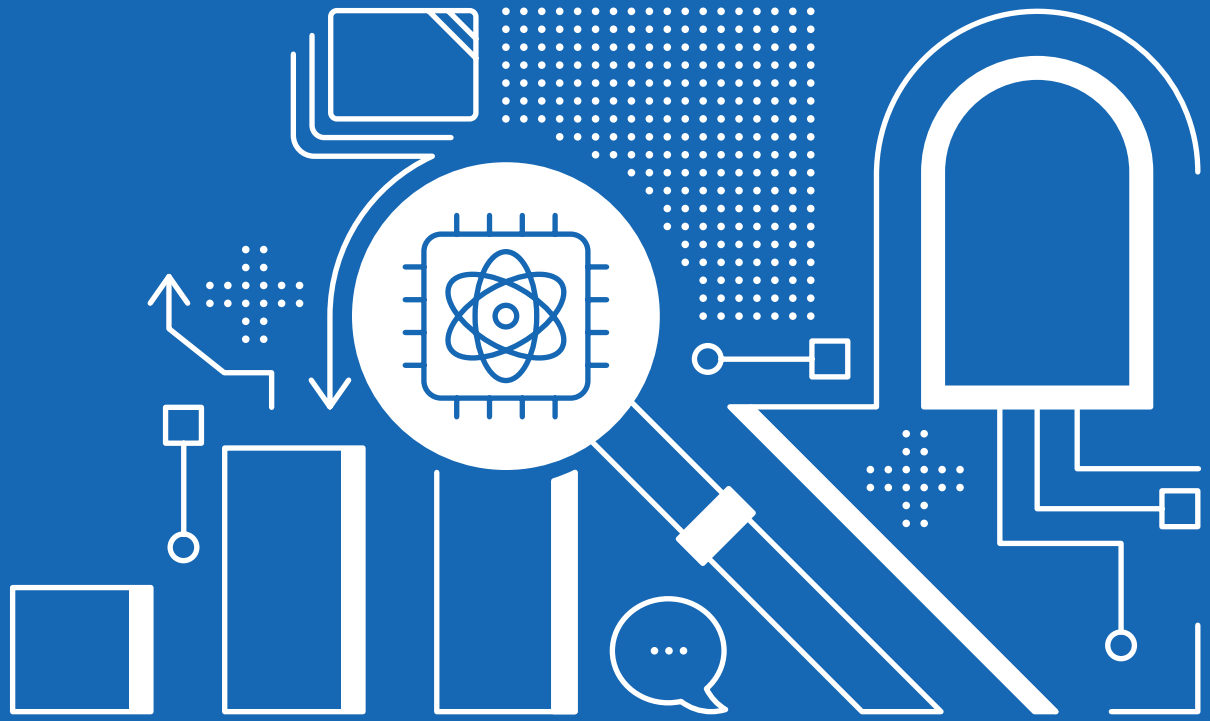
Технологическая специализация организаций-лидеров



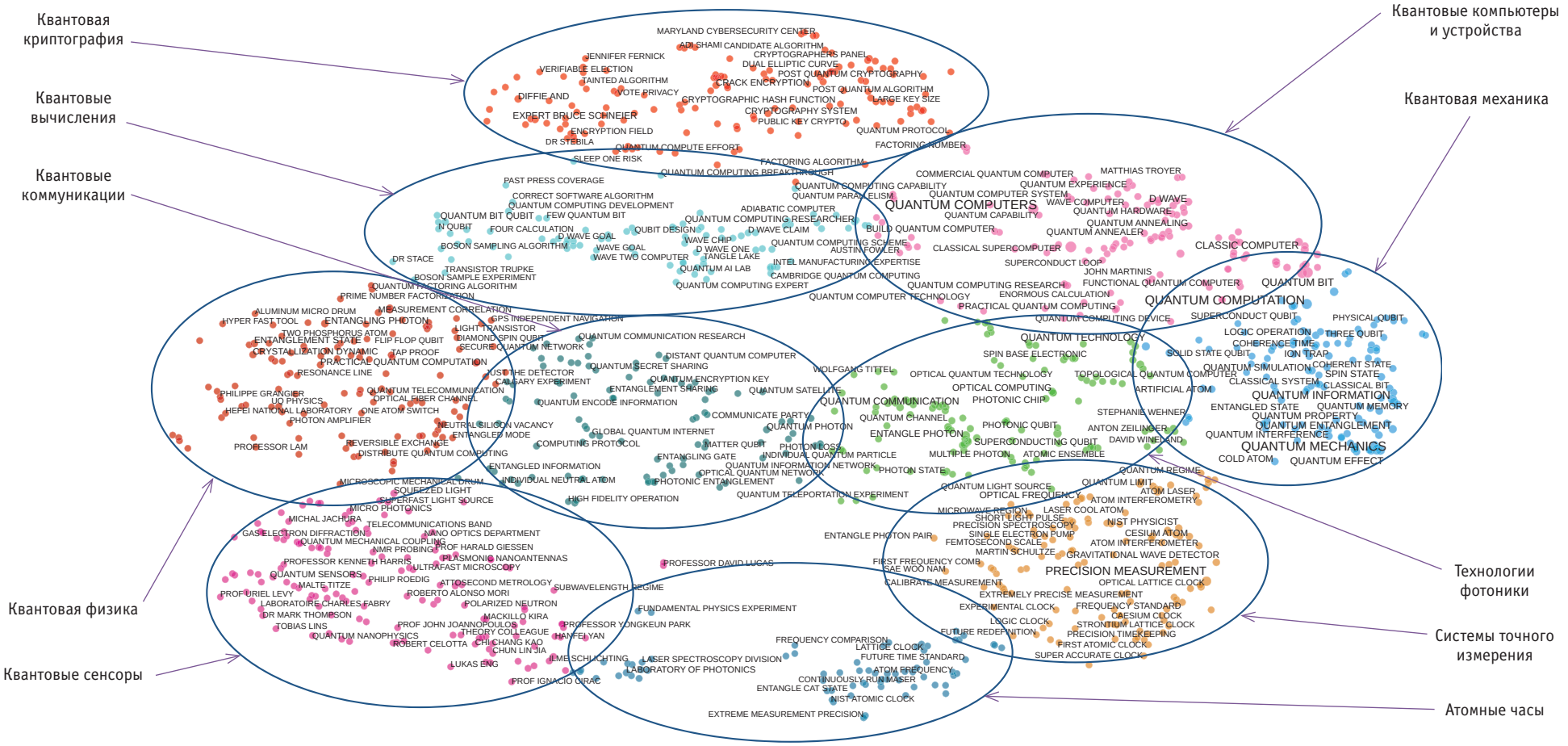
Организации-лидеры чаще всего специализируются на технологиях организации и синхронизации данных, а также на технологиях создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



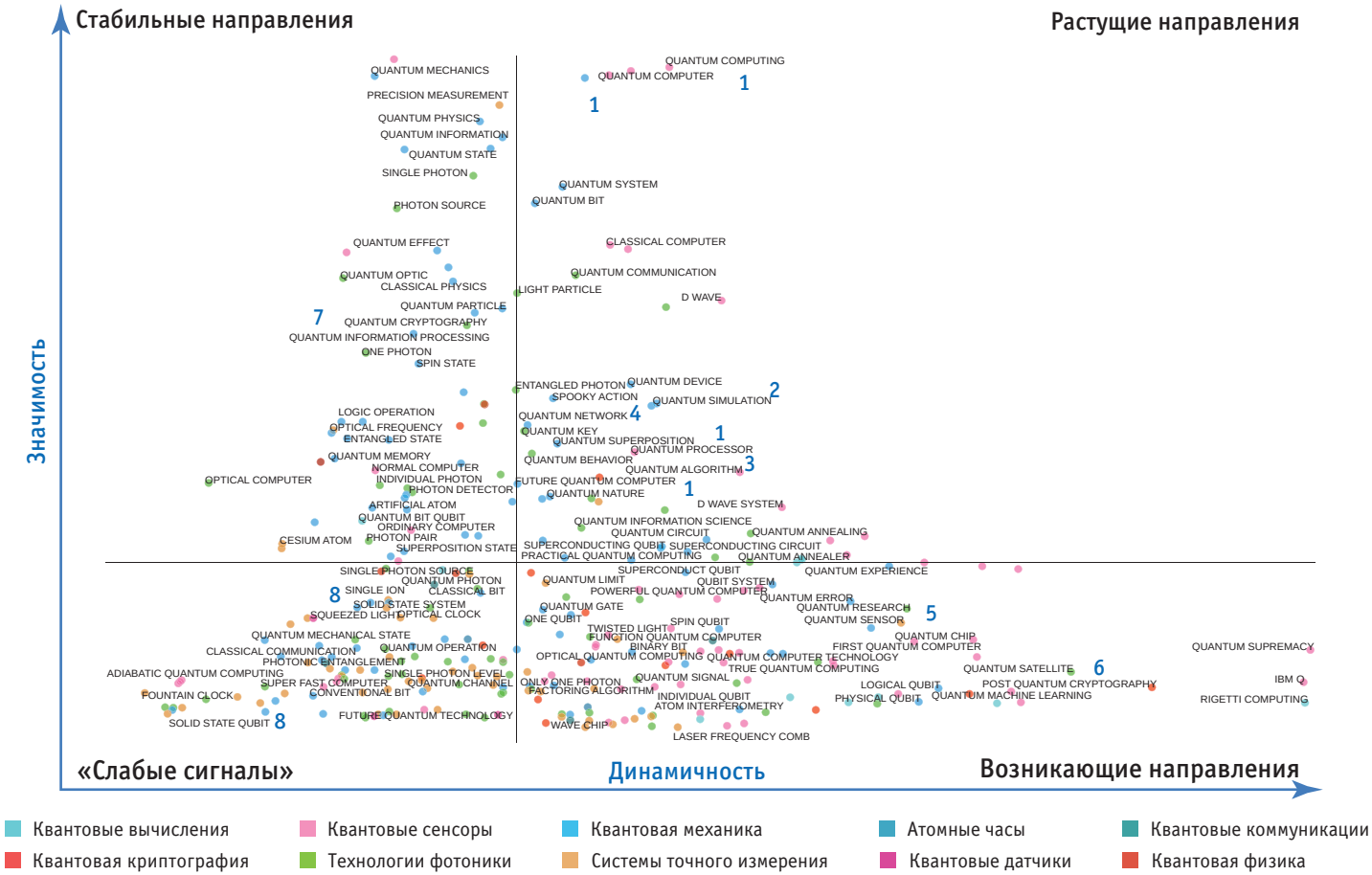
Квантовые технологии сегодня: семантическая карта



Среди наиболее значимых направлений – квантовые вычисления (в том числе квантовые компьютеры); квантовые коммуникации; квантовые сенсоры и метрология (в том числе атомные часы); квантовая и постквантовая криптография; технологии квантовой механики, физики и информатики.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

Динамика развития: тренд-карта



Наиболее динамичные направления: квантовые компьютеры (1); квантовые симуляторы (2); квантовые алгоритмы (3); технологии программируемых квантовых устройств (3); облачные платформы квантовых вычислений (4). **Среди возникающих трендов** – создание квантовых сенсоров (5) и технологии постквантовой криптографии (6). **Стабильно** развиваются технологии квантовой криптографии (7). К **«слабым сигналам»** прежде всего относится создание твердотельного квантового компьютера (8).

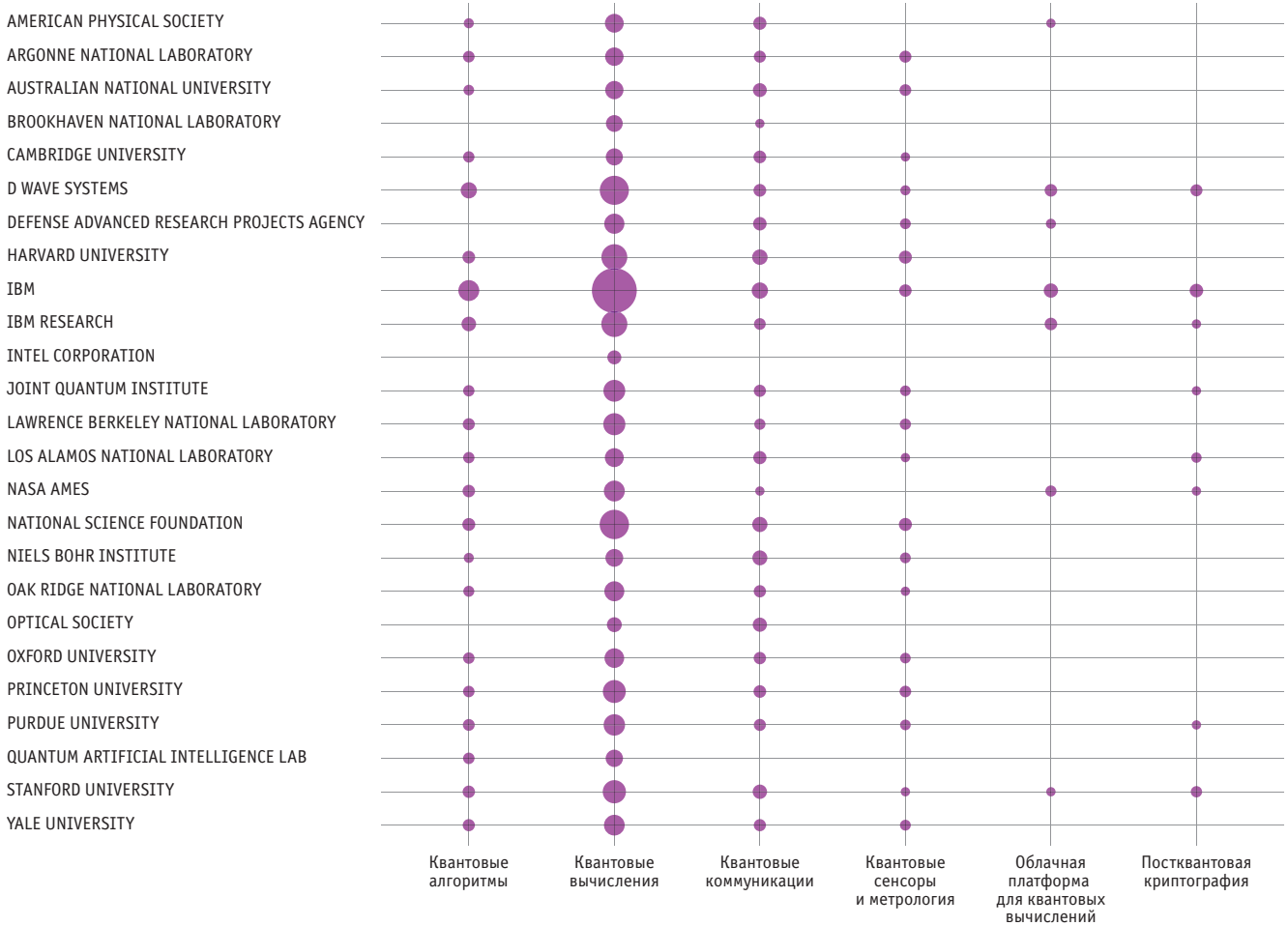
Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

Карта ведущих организаций

В числе ведущих организаций лидируют IBM, D Wave Systems, Лаборатория квантового искусственного интеллекта (QuAIL NASA), Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA), Объединенный квантовый институт (JQI), университеты Гарвардский, Стэнфордский, Пердью, Йельский, Корнелльский, Оксфорда, Кембриджа.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

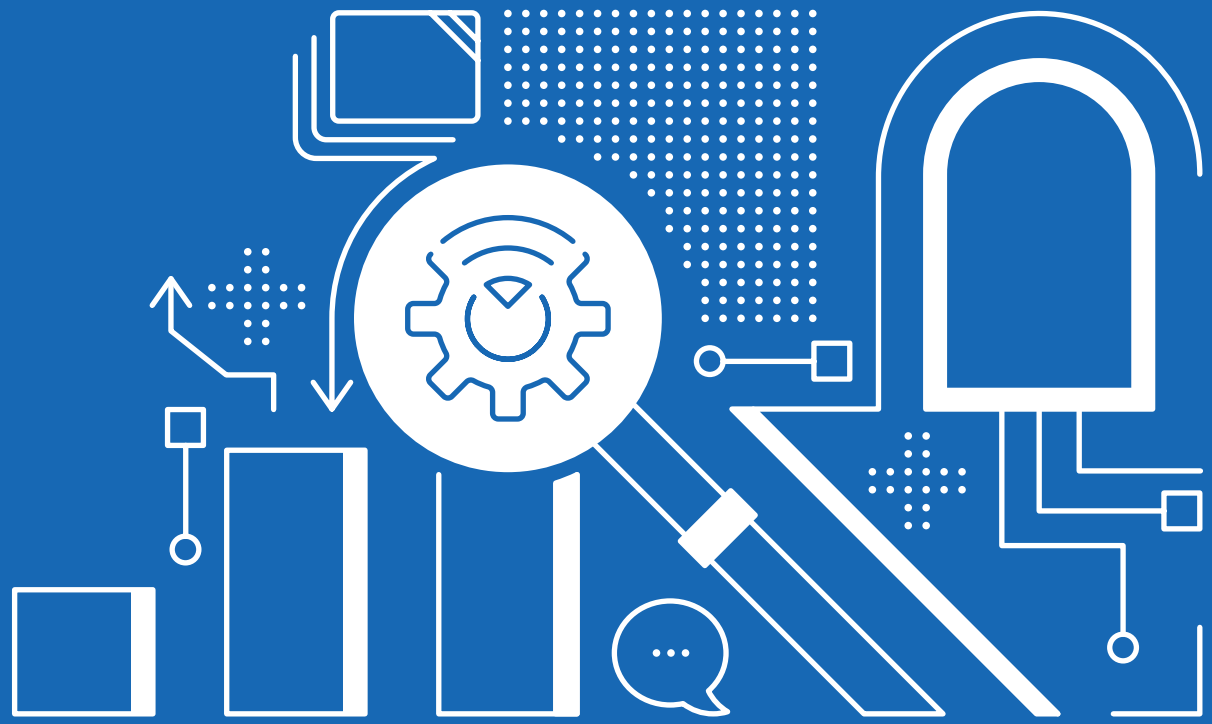
Технологическая специализация организаций-лидеров



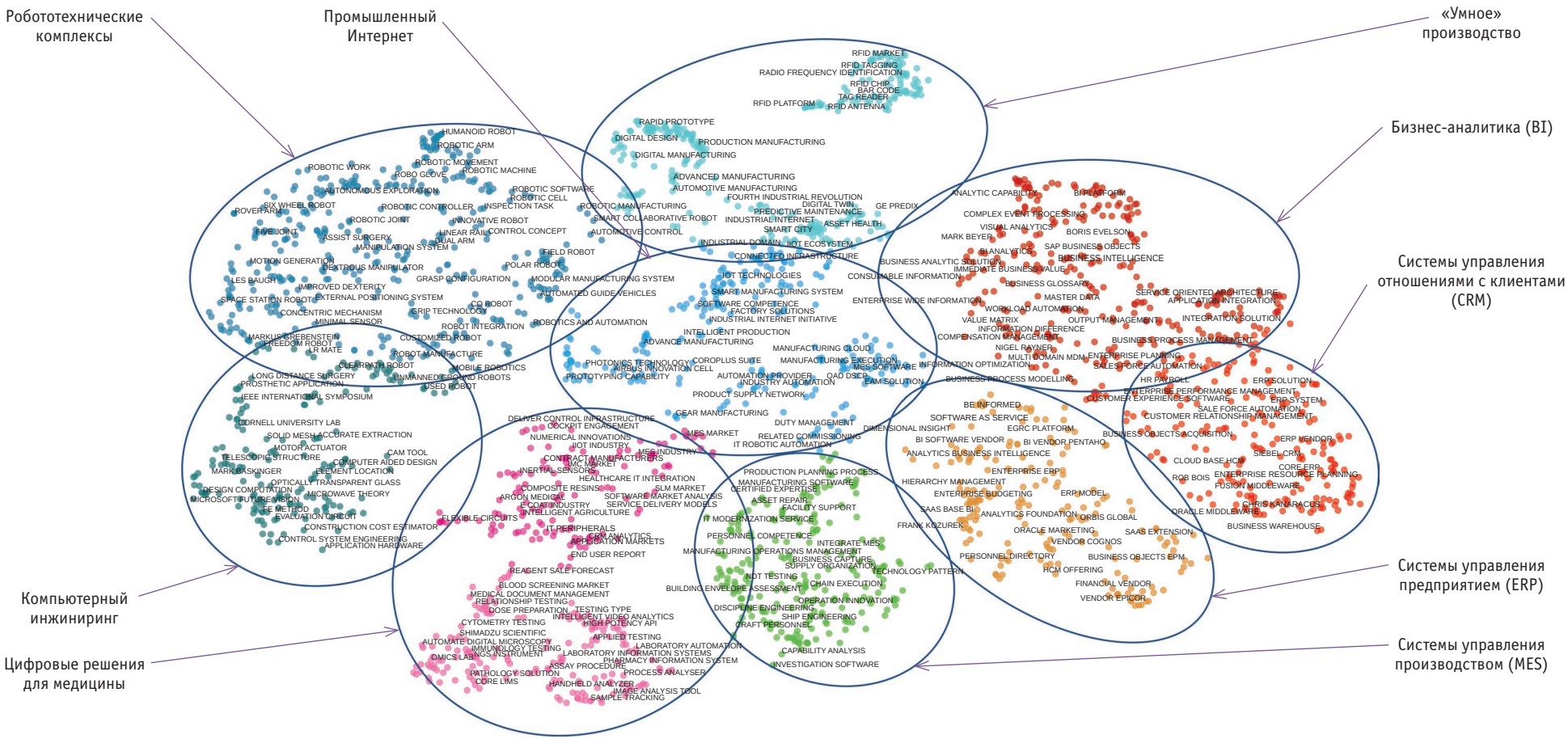
Организации-лидеры чаще всего специализируются на технологиях квантовых вычислений и алгоритмах, квантовых коммуникациях, в меньшей степени – на квантовых сенсорах и метрологии.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



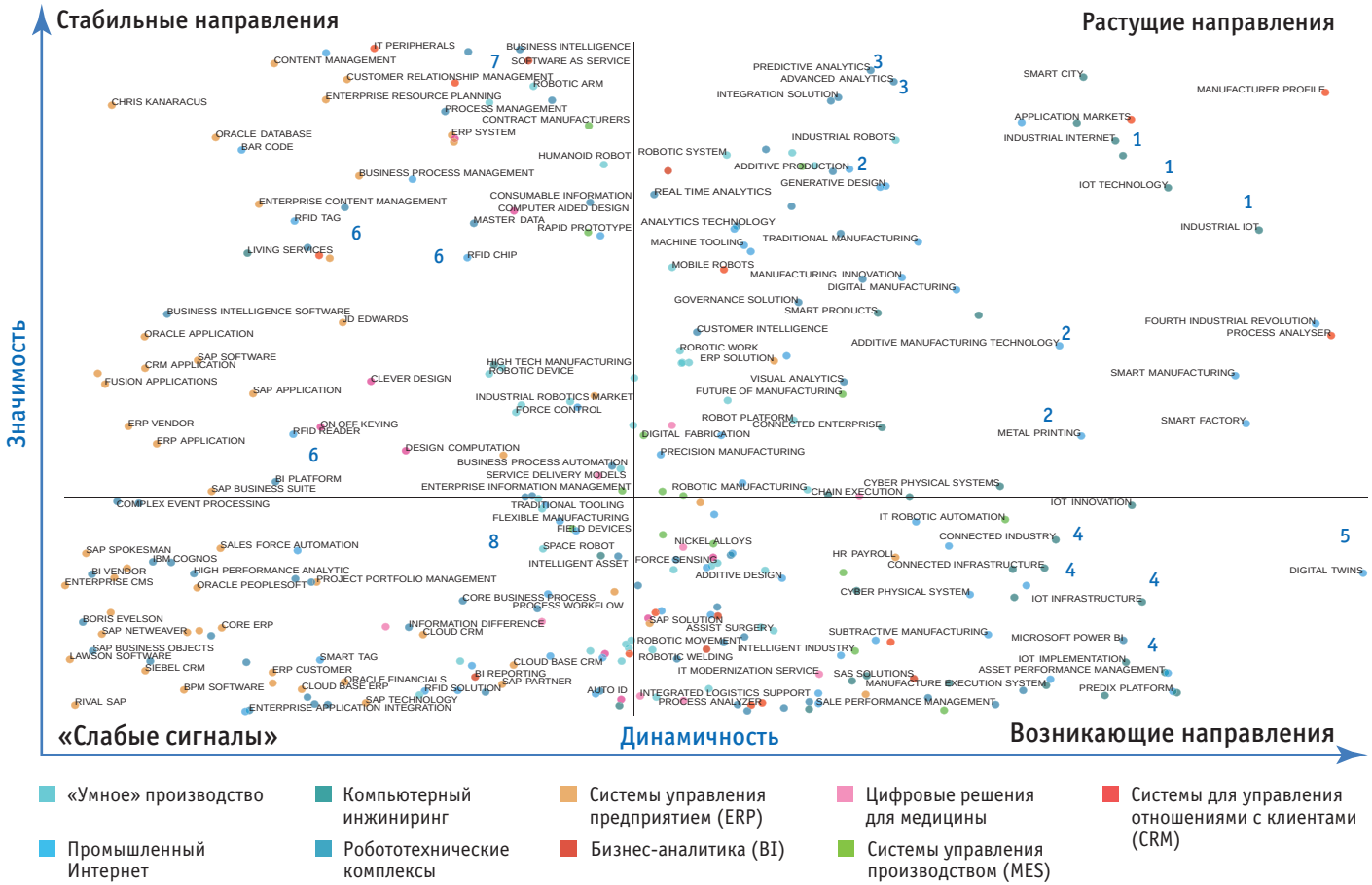
Новые производственные технологии сегодня: семантическая карта



Среди наиболее значимых направлений – технологии «умного» производства (в том числе ERP и MES-системы); цифровое проектирование и компьютерный инжиниринг (CAD, CAM, CAE); бизнес-аналитика (BI); «программное обеспечение как услуга»; промышленный Интернет; технологии манипулирования.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

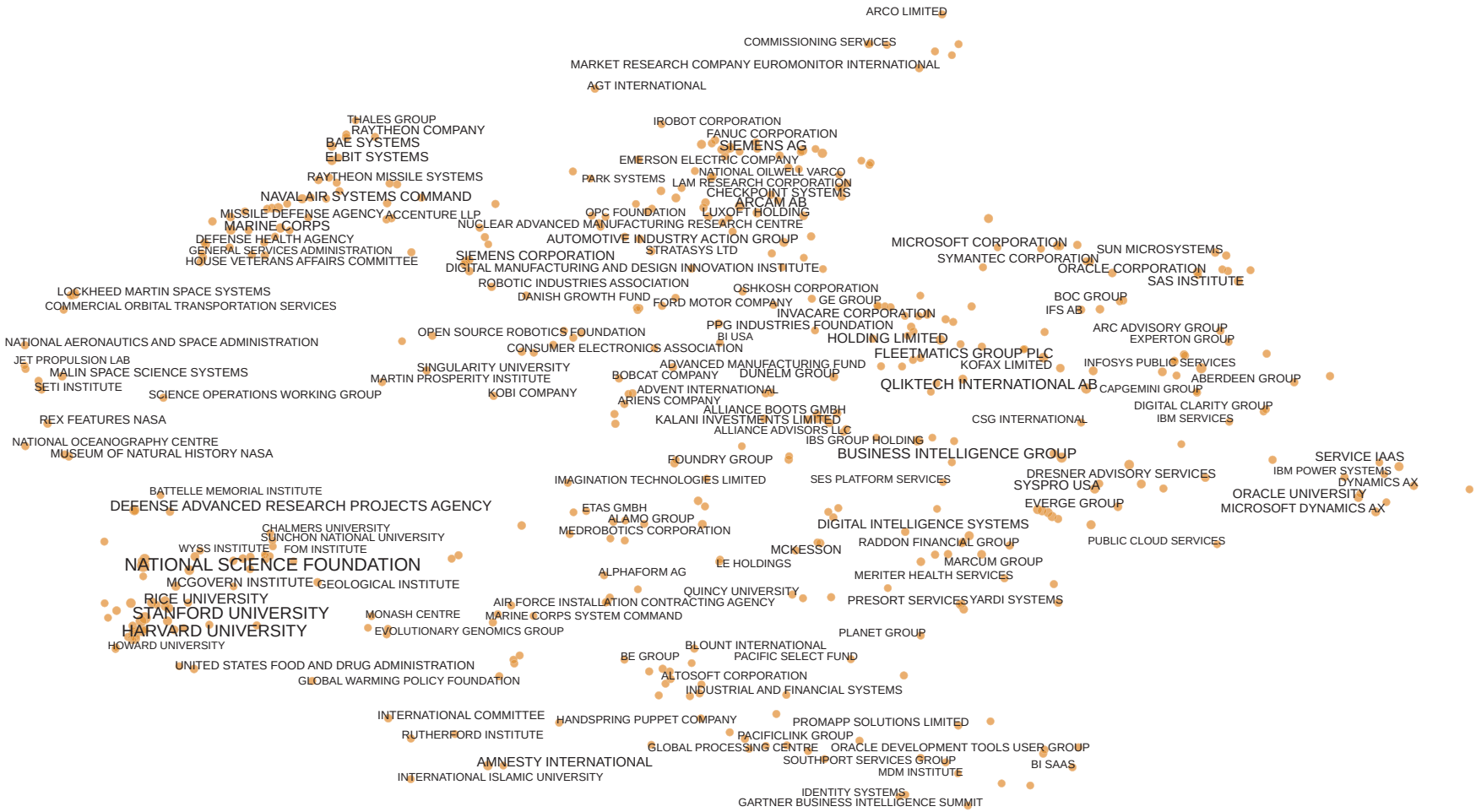
Динамика развития: тренд-карта



Наиболее динамичные направления: технологии промышленного Интернета (1); технологии аддитивного производства (2); системы предиктивной аналитики (3). **Среди возникающих трендов** – инфраструктура Интернета вещей (4) и цифровые двойники (5). **Стабильно** развиваются RFID-технологии (6) и «программное обеспечение как услуга» (7). К **«слабым сигналам»** прежде всего относятся технологии гибких производственных систем (8).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

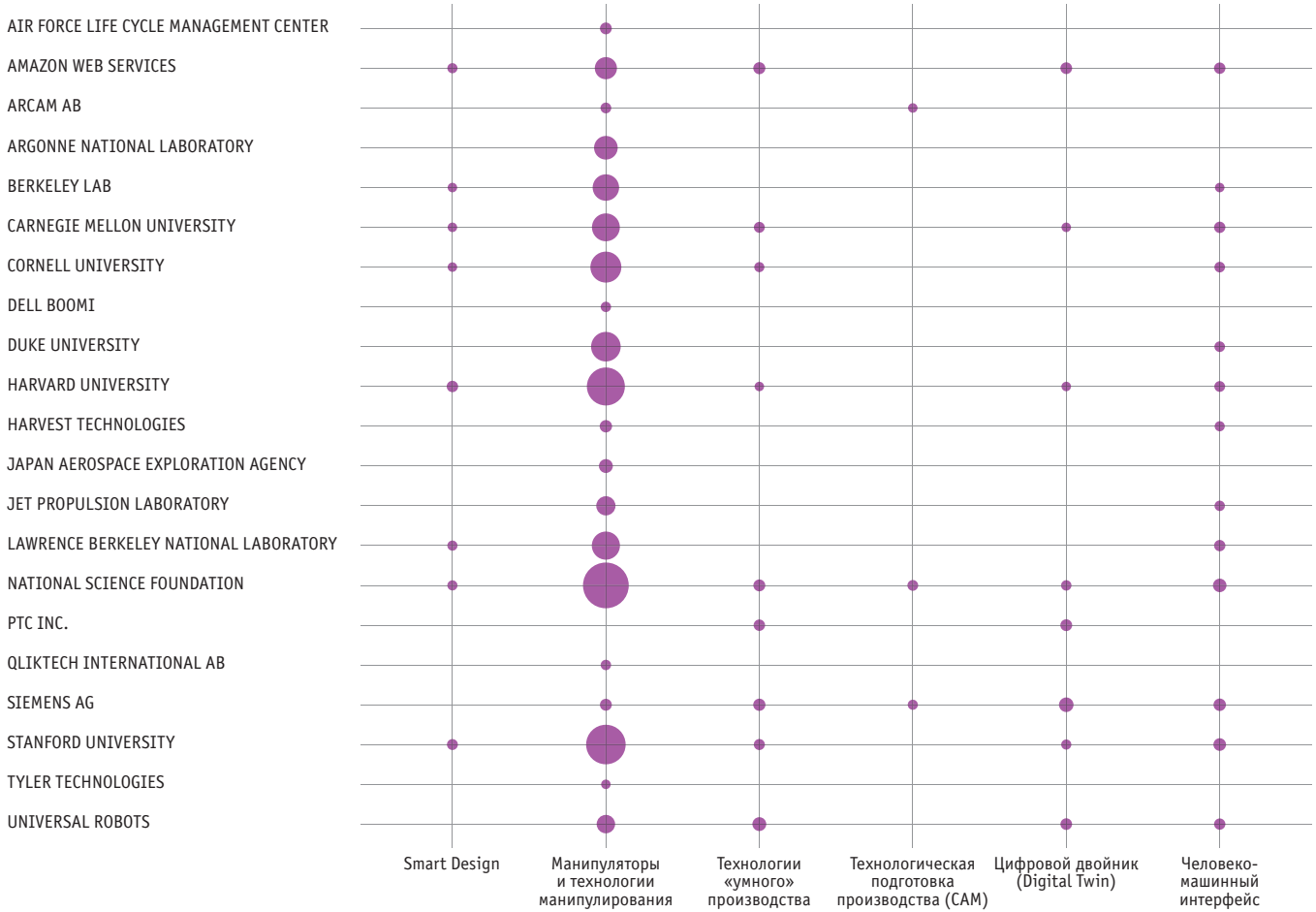
Карта ведущих организаций



В числе ведущих организаций лидируют Siemens AG, PTC, Oracle, Stratasys, Qliktech, BAE Systems, Thales Group, Lockheed Martin, Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA), университеты Стэнфордский, Гарвардский, Дьюка, Корнелльский, Карнеги-Меллон.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

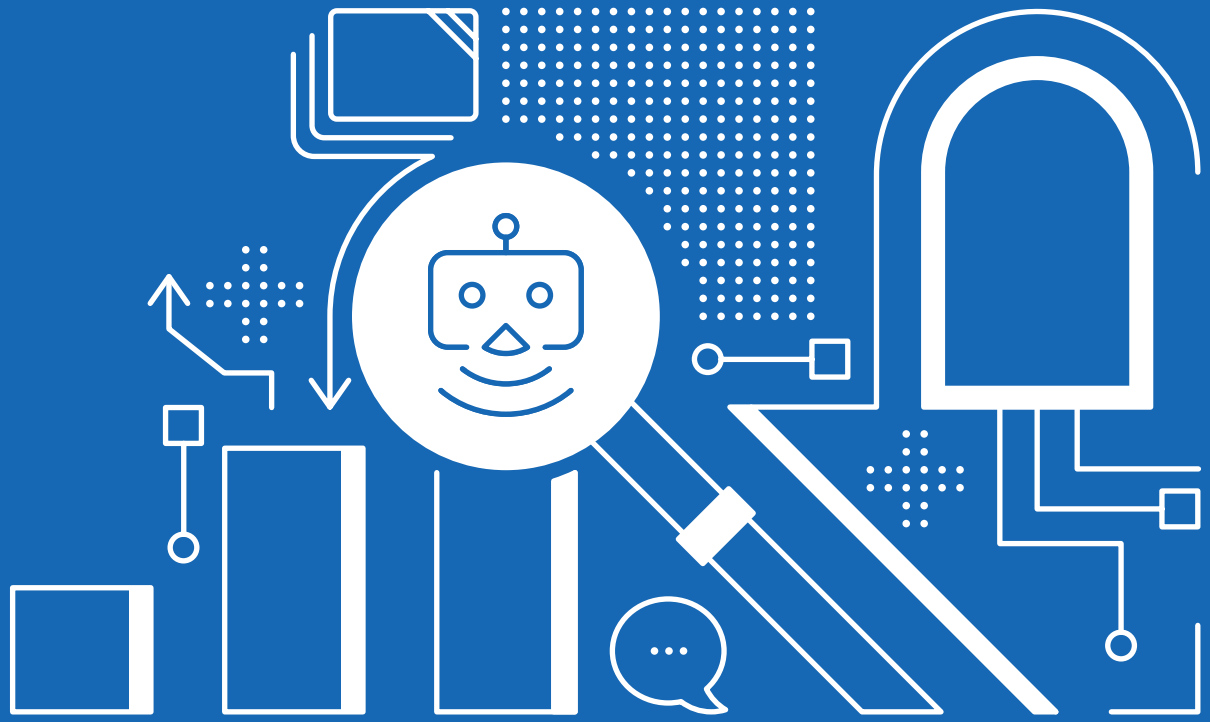
Технологическая специализация организаций-лидеров



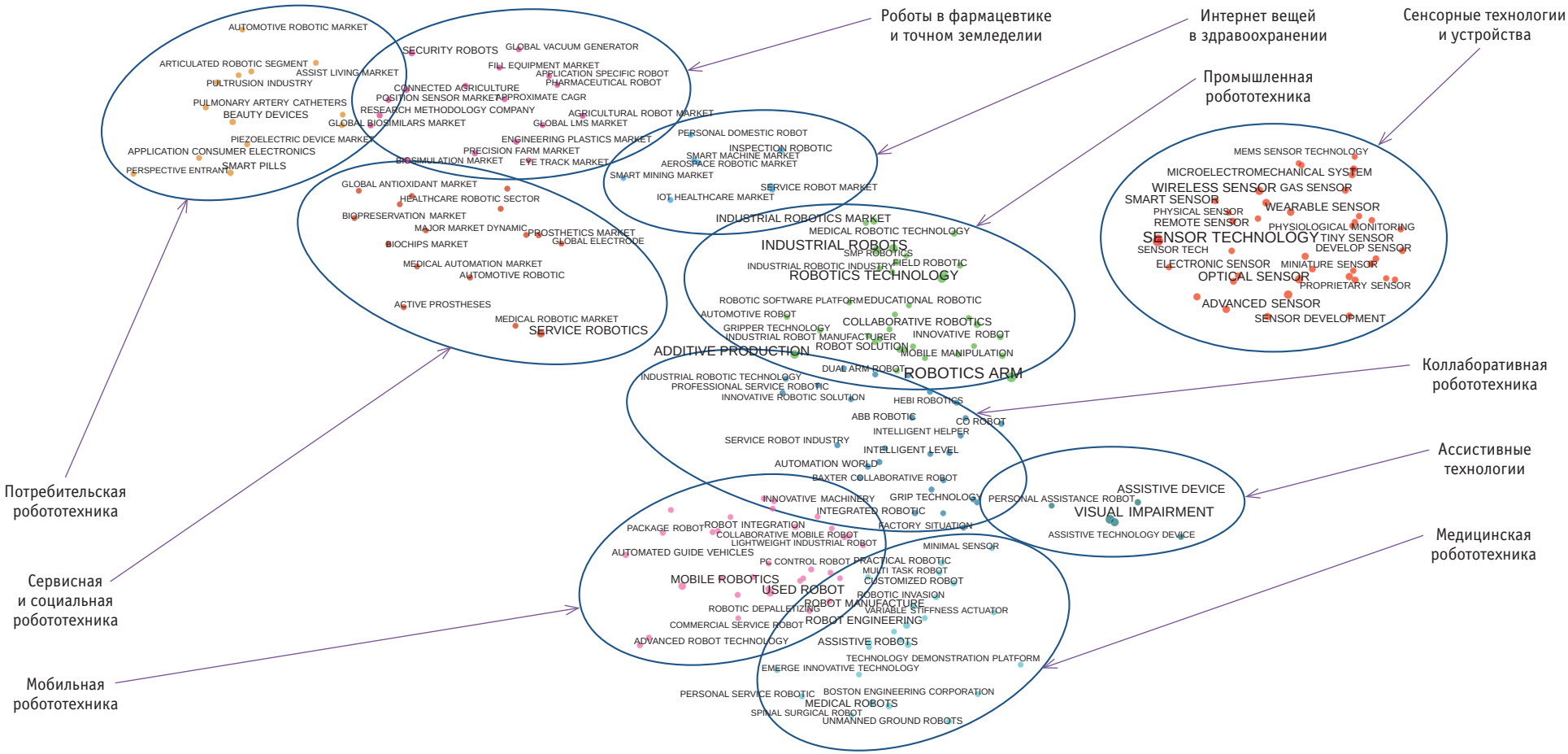
Организации-лидеры чаще всего специализируются на разработке манипуляторов и технологиях манипулирования, человеко-машинных интерфейсах, а также «умном» проектировании.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

КОМПОНЕНТЫ РОБОТОТЕХНИКИ И СЕНСОРИКА



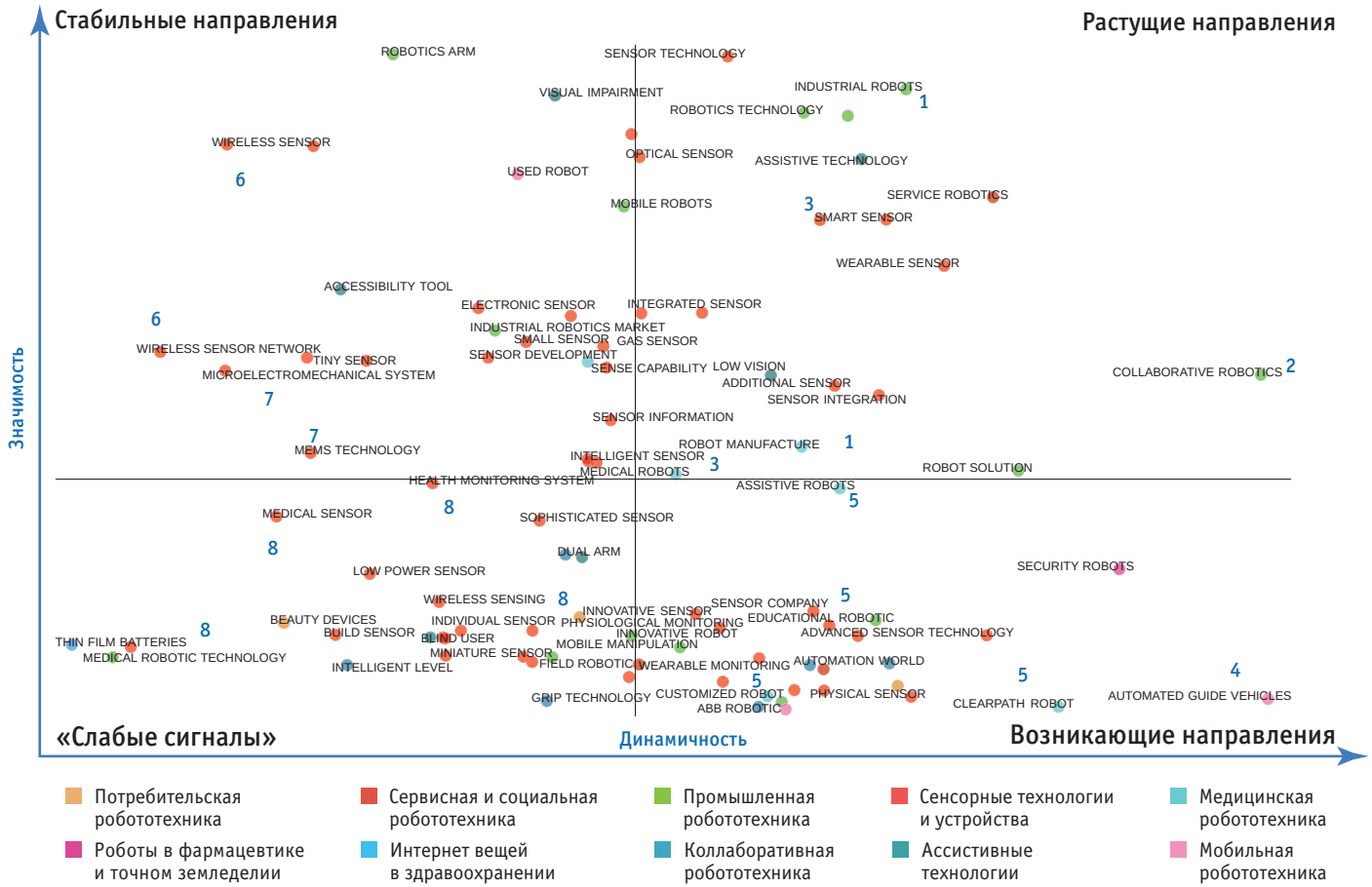
Компоненты робототехники и сенсорика сегодня: семантическая карта



Среди наиболее значимых направлений – технологии промышленной, сервисной и мобильной робототехники; сенсорные технологии; технологии взаимодействия человек-робот; технологии медицинской и ассистивной робототехники.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

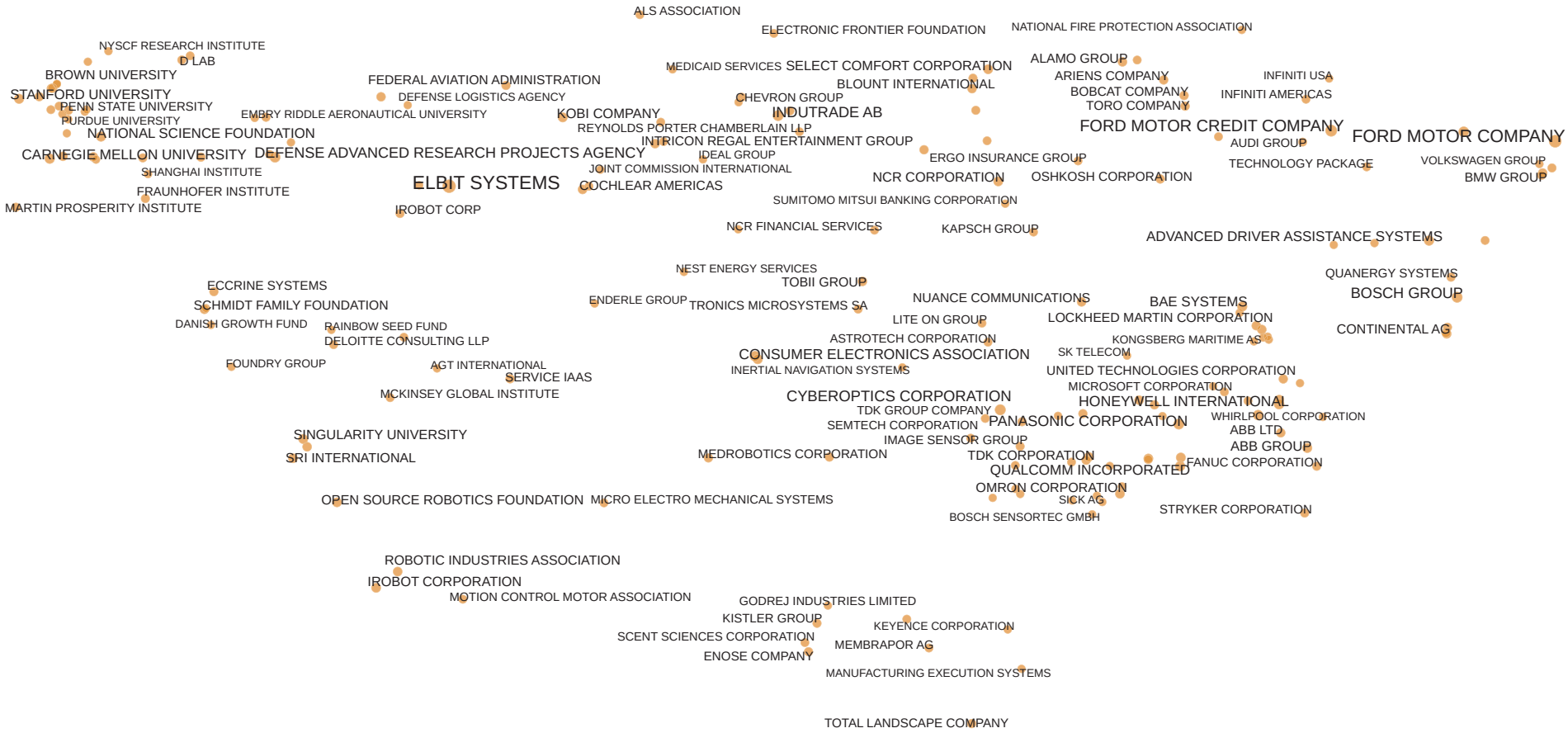
Динамика развития: тренд-карта



Наиболее динамичные направления: промышленная автоматизация (1); коллаборативные роботы для совместной работы с человеком (2); «умные» сенсоры (3). **Среди возникающих трендов** – беспилотные системы (4); сервисные роботы (5). **Стабильно** развиваются беспроводные сенсорные сети (6) и микроэлектромеханические системы (7). К **«слабым сигналам»** прежде всего относится развитие медицинской робототехники (8).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

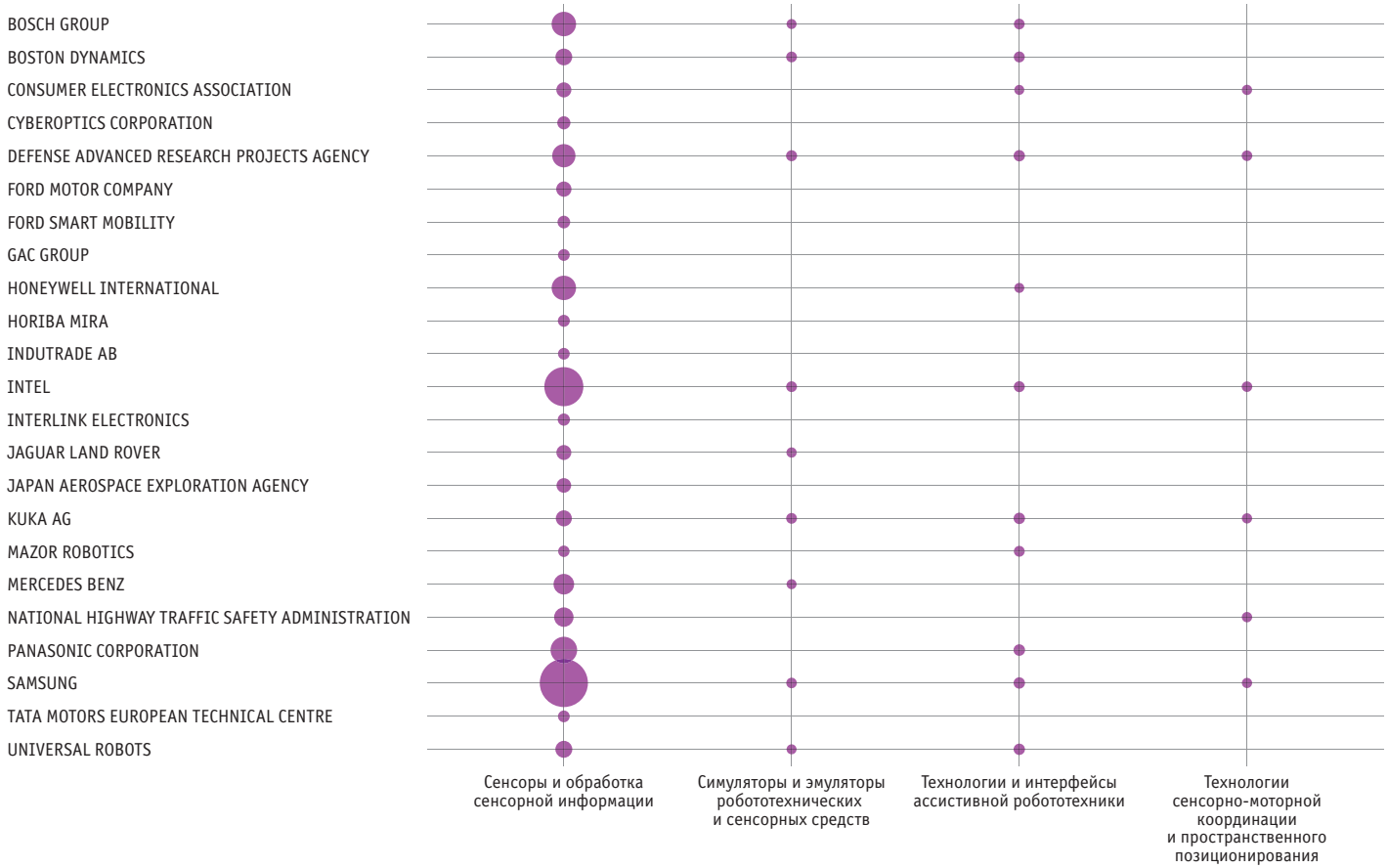
Карта ведущих организаций



В числе ведущих организаций лидируют ABB Group, Boston Dynamics, Ford Motor Company, Honeywell Corporation, KUKA AG, Mazor Robotics, Universal Robots, Bosch Group, Panasonic, Samsung, Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA), Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA), университеты Стэнфордский, Карнеги-Меллон.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

Технологическая специализация организаций-лидеров

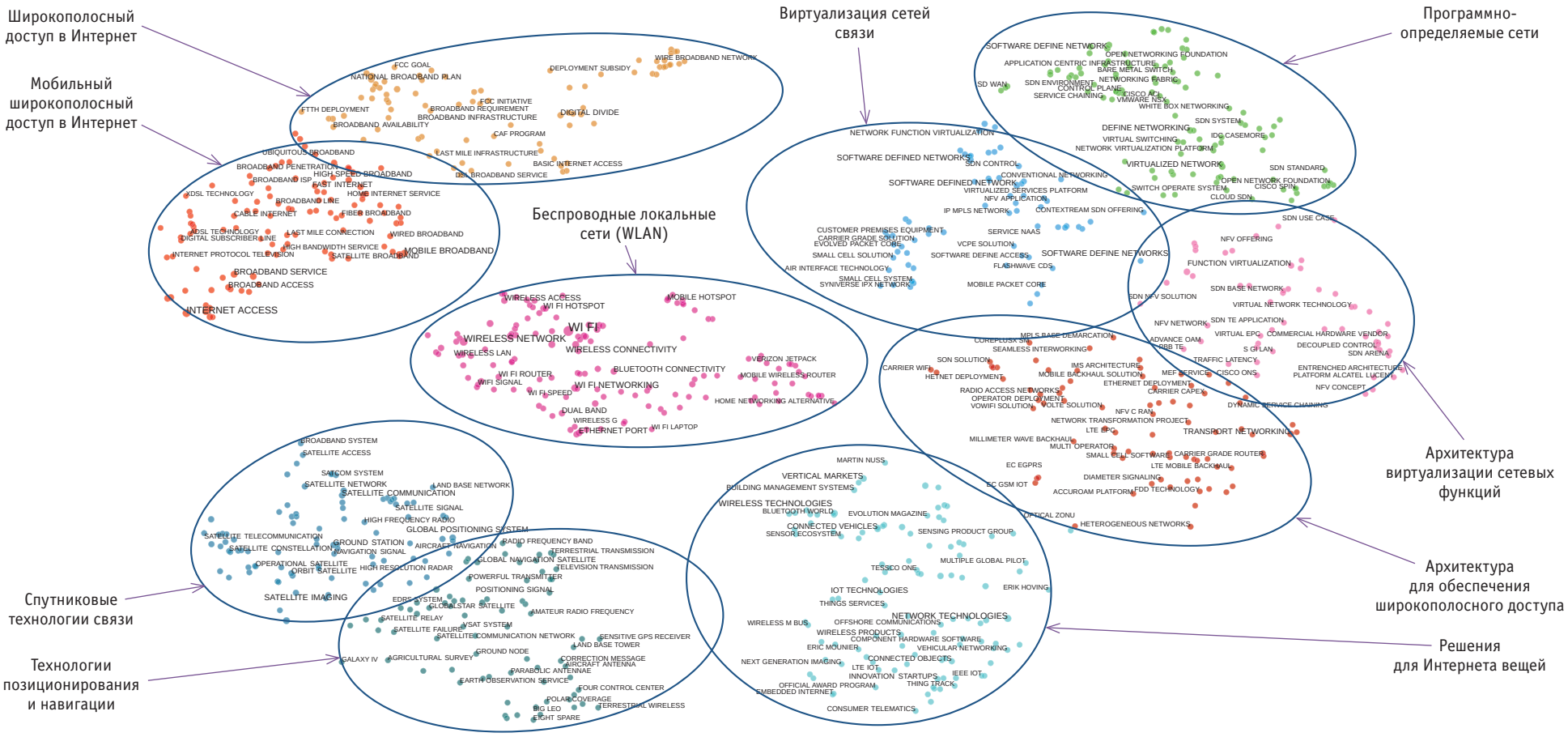


Организации-лидеры чаще всего специализируются на развитии сенсоров и обработке сенсорной информации. Распространенным направлением также являются технологии и интерфейсы ассистивной робототехники.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

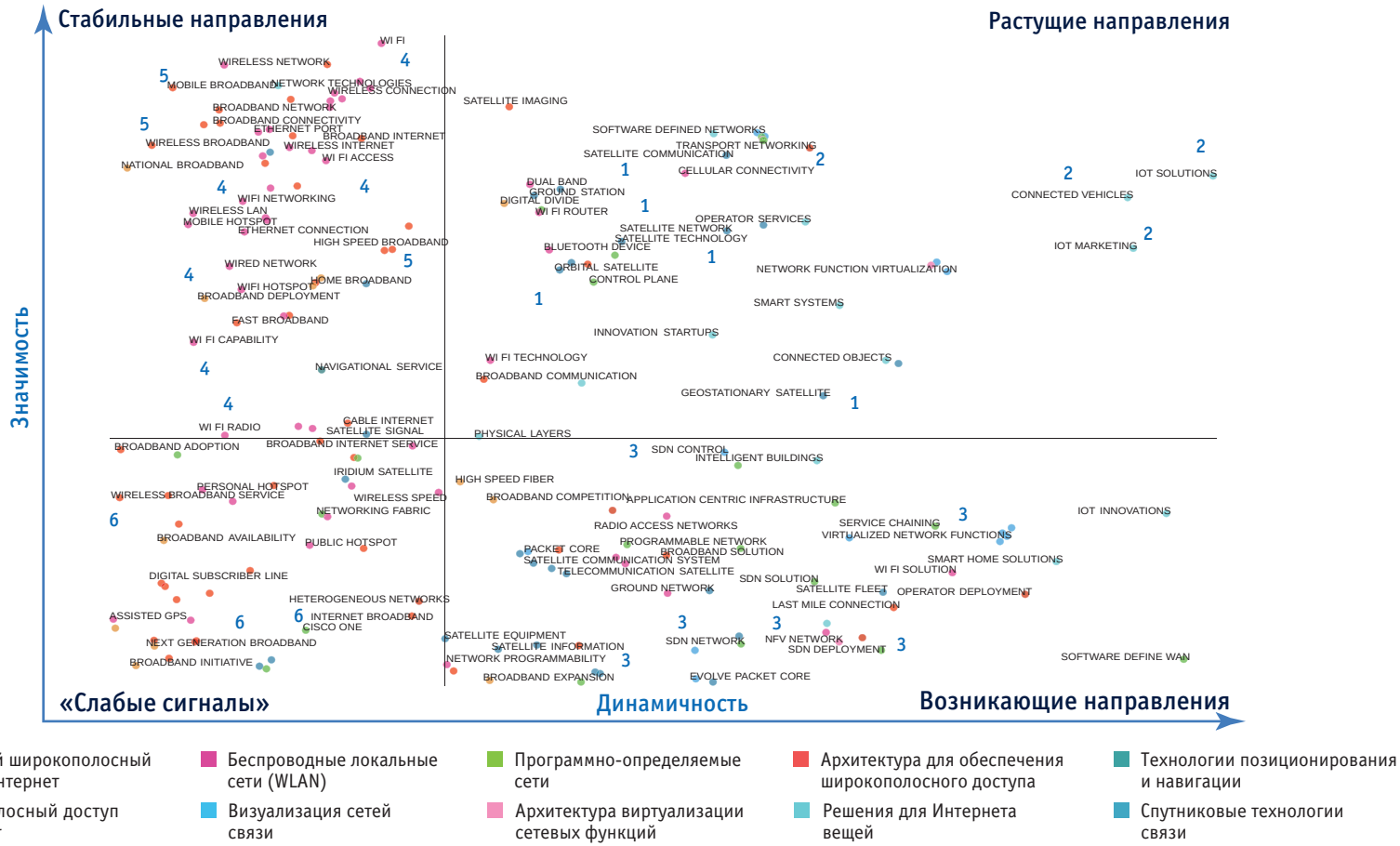
Технологии беспроводной связи сегодня: семантическая карта



Среди наиболее значимых направлений – технологии широкополосного доступа в Интернет (в том числе мобильного); беспроводные локальные сети (WLAN); программно-определяемые сети (SDN) и виртуализация сетевых функций (NFV); спутниковые технологии связи; Интернет вещей.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

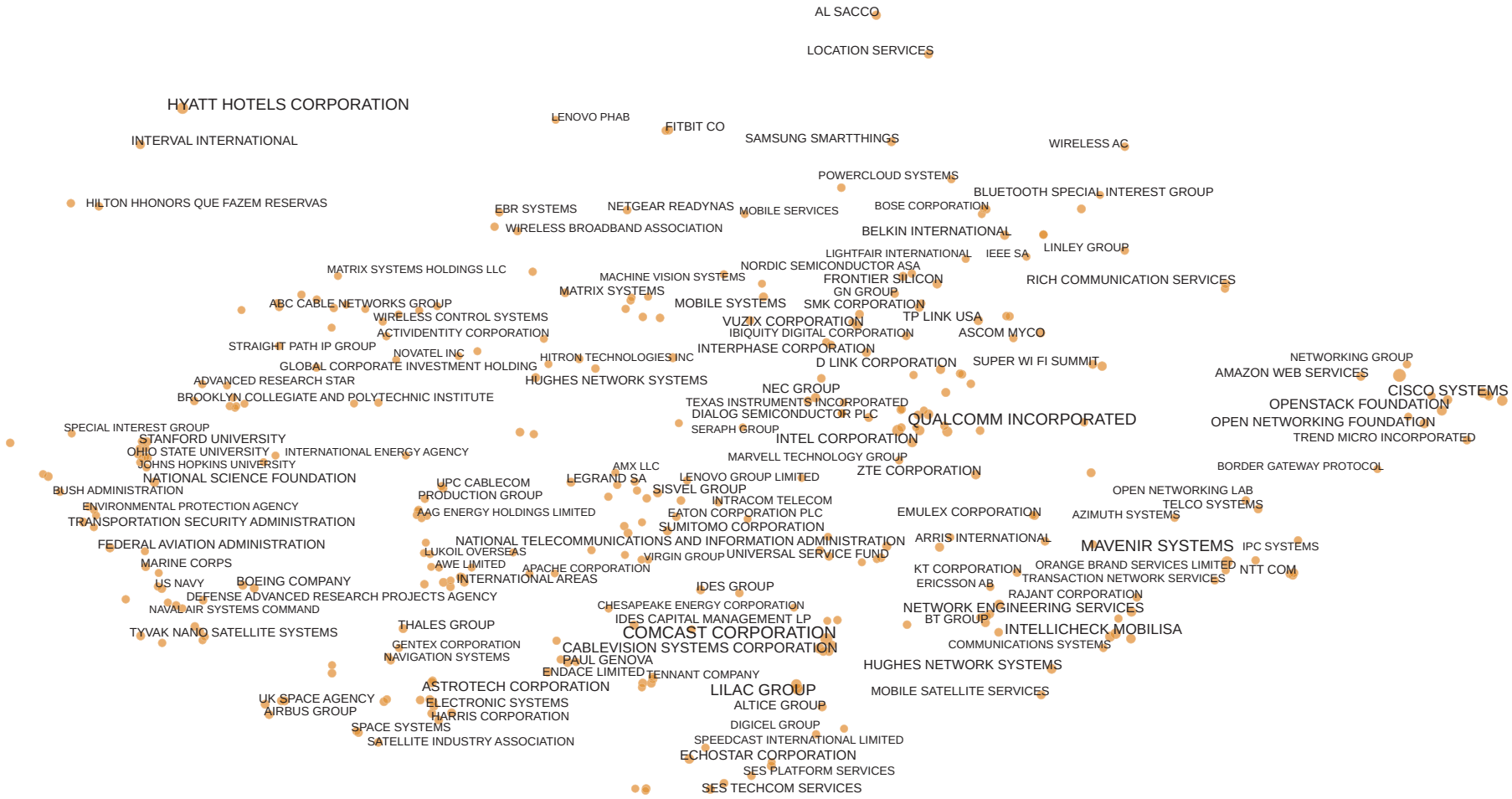
Динамика развития: тренд-карта



Наиболее динамичные направления: спутниковые технологии связи (1); инфраструктура для Интернета вещей (2). **Среди возникающих трендов** – виртуализация сетевых функций и программно-определяемые сети (SDN, NFV) (3). **Стабильно** развиваются технологии Wi-Fi (4) и мобильного широкополосного доступа в Интернет (5). К **«слабым сигналам»** прежде всего относится развитие широкополосных сетей нового поколения (6).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

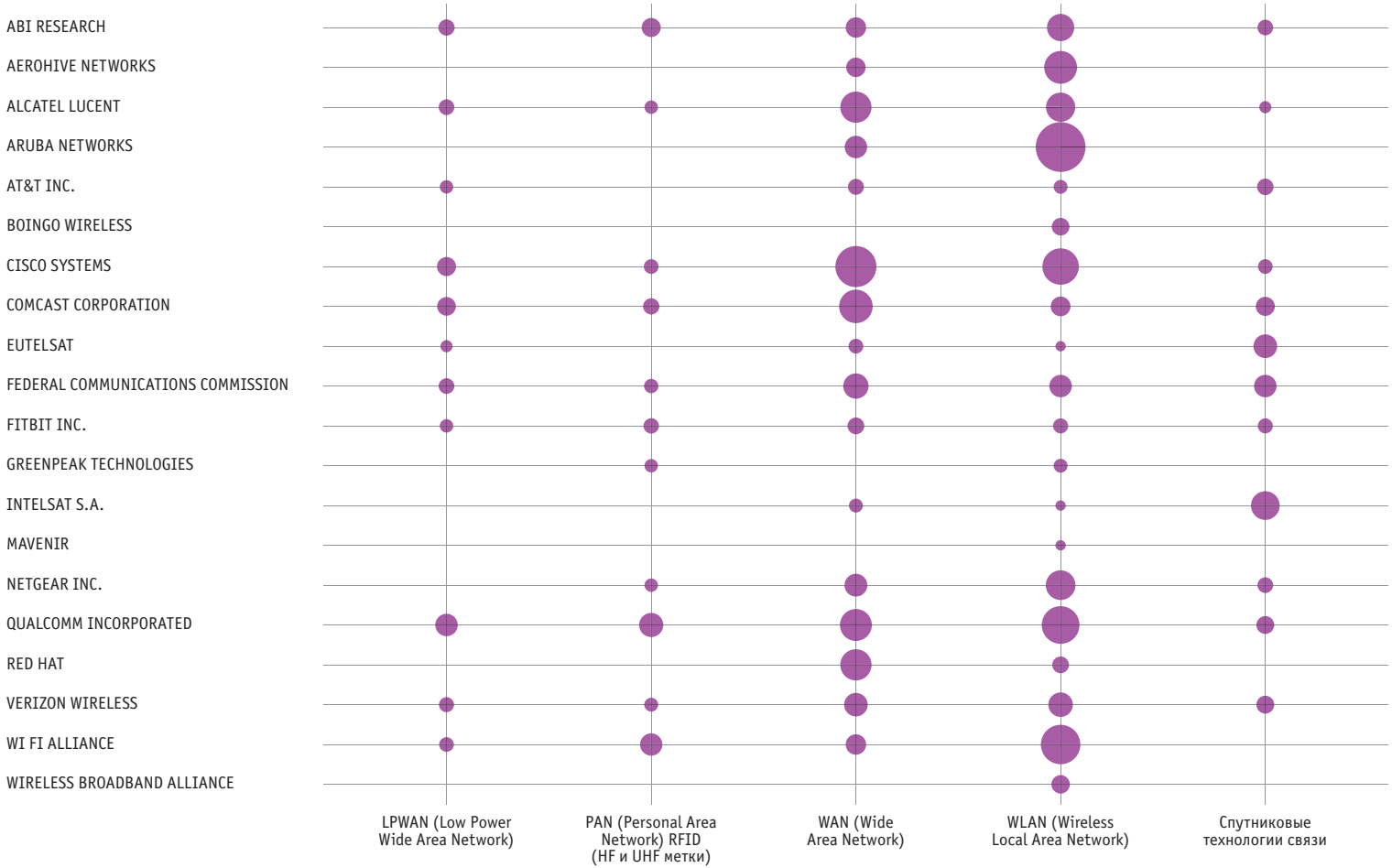
Карта ведущих организаций



В числе ведущих организаций лидируют Qualcomm Incorporated, Alcatel Lucent, Aruba Networks, AT&T, Boingo Wireless, CISCO, Comcast Corporation, Eutelsat, Intelsat, Verizon.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

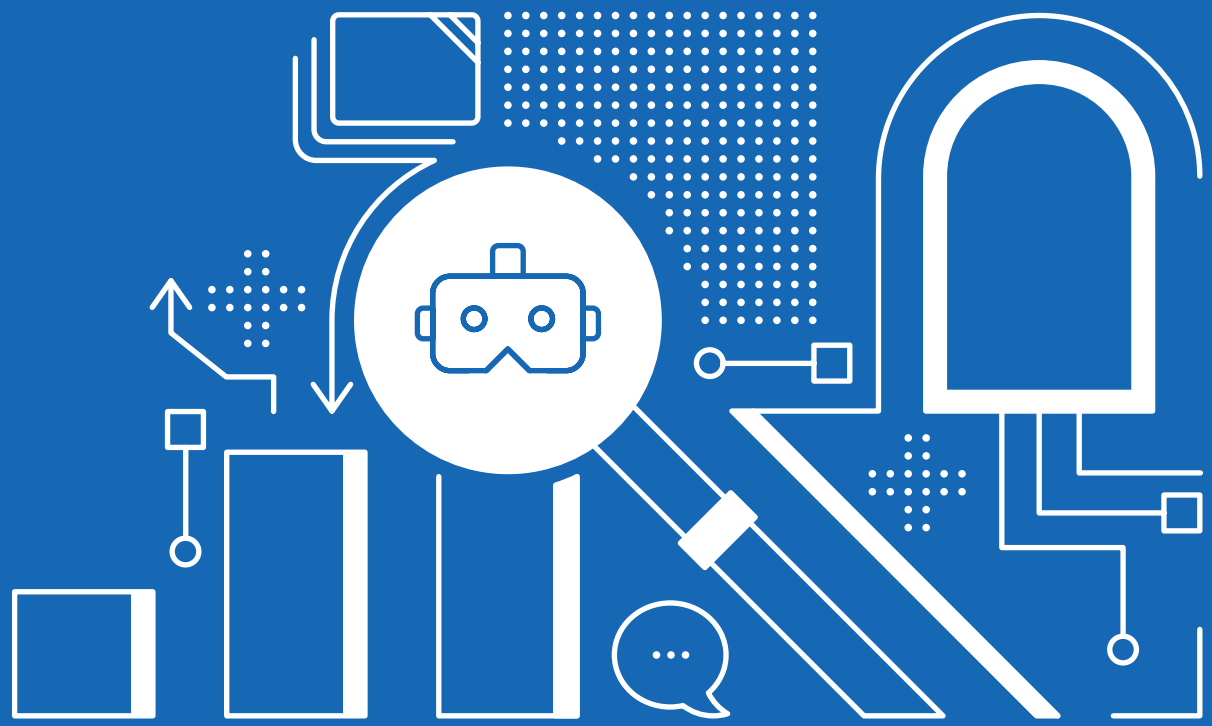
Технологическая специализация организаций-лидеров



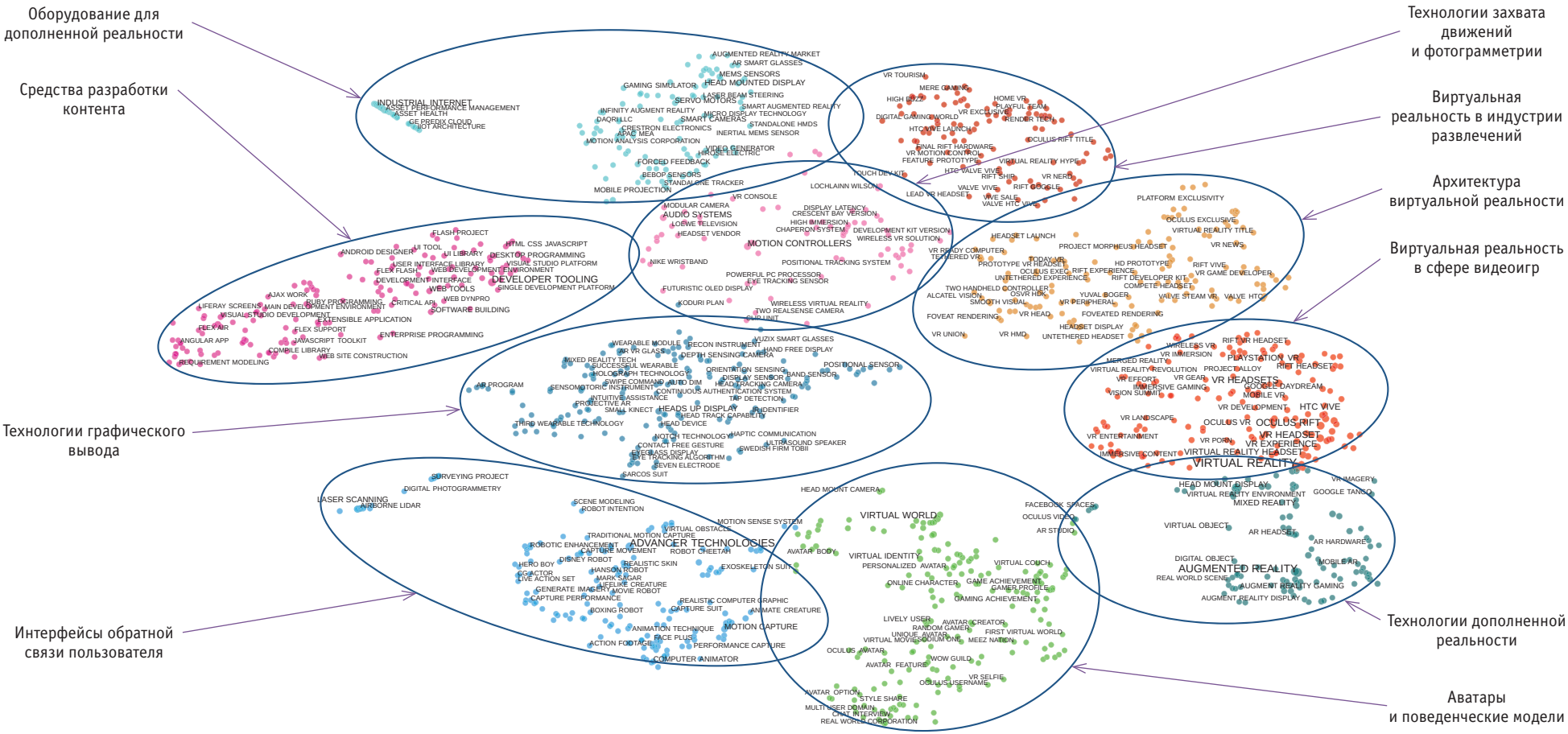
Организации-лидеры в производстве сетевого оборудования (CISCO, QUALCOMM и др.) развивают все технологические направления (LPWAN, PAN, WAN, WLAN и спутниковые технологии связи), для каждой технологии есть крупные нишевые игроки (например, Intelsat – крупнейшая спутниковая компания в мире).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ



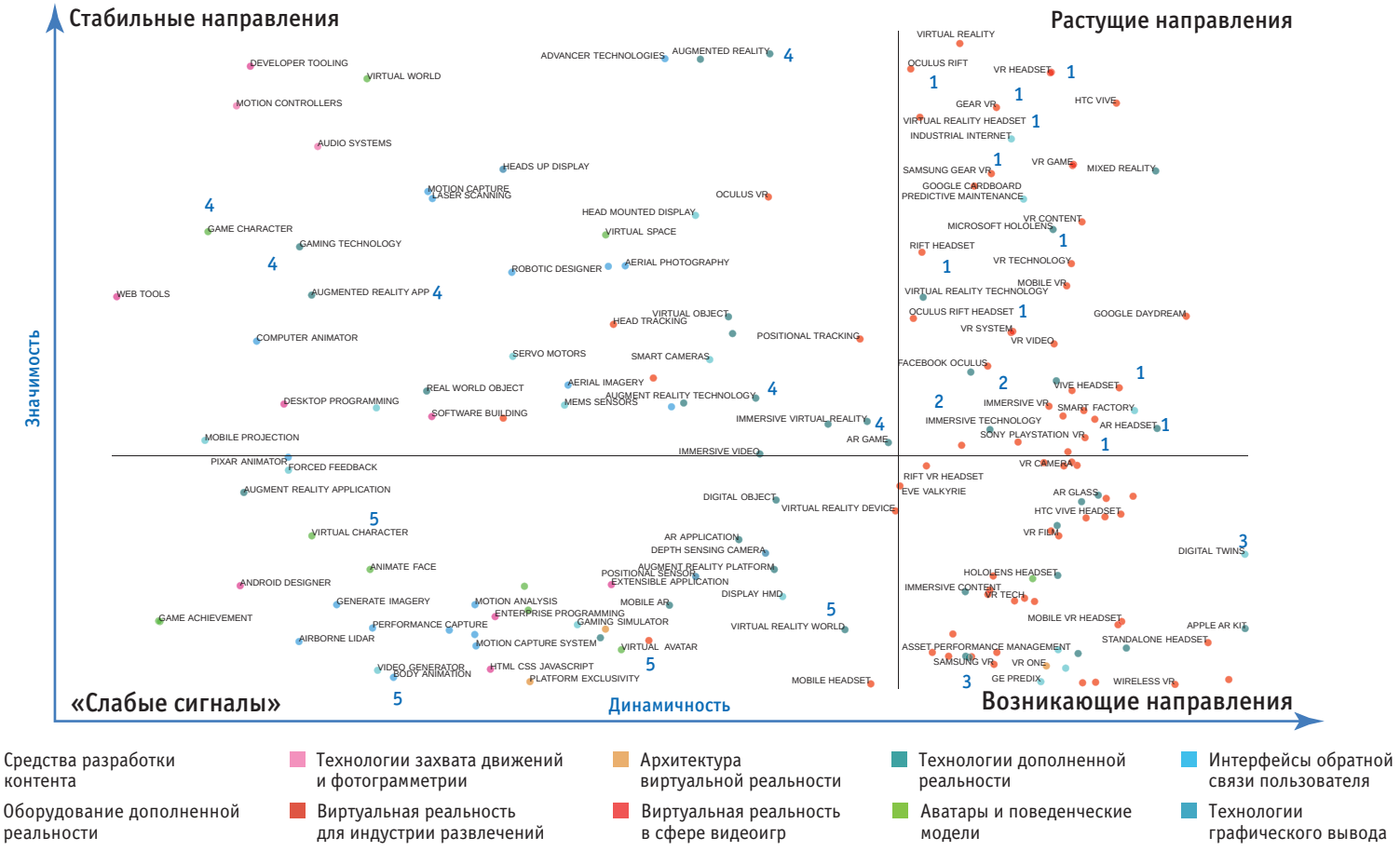
Технологии виртуальной и дополненной реальности сегодня: семантическая карта



Среди наиболее значимых направлений – средства разработки контента для виртуальной реальности; технологии захвата движений; интерфейсы обратной связи пользователя и технологии учета пользовательского опыта (UX) в виртуальных средах.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

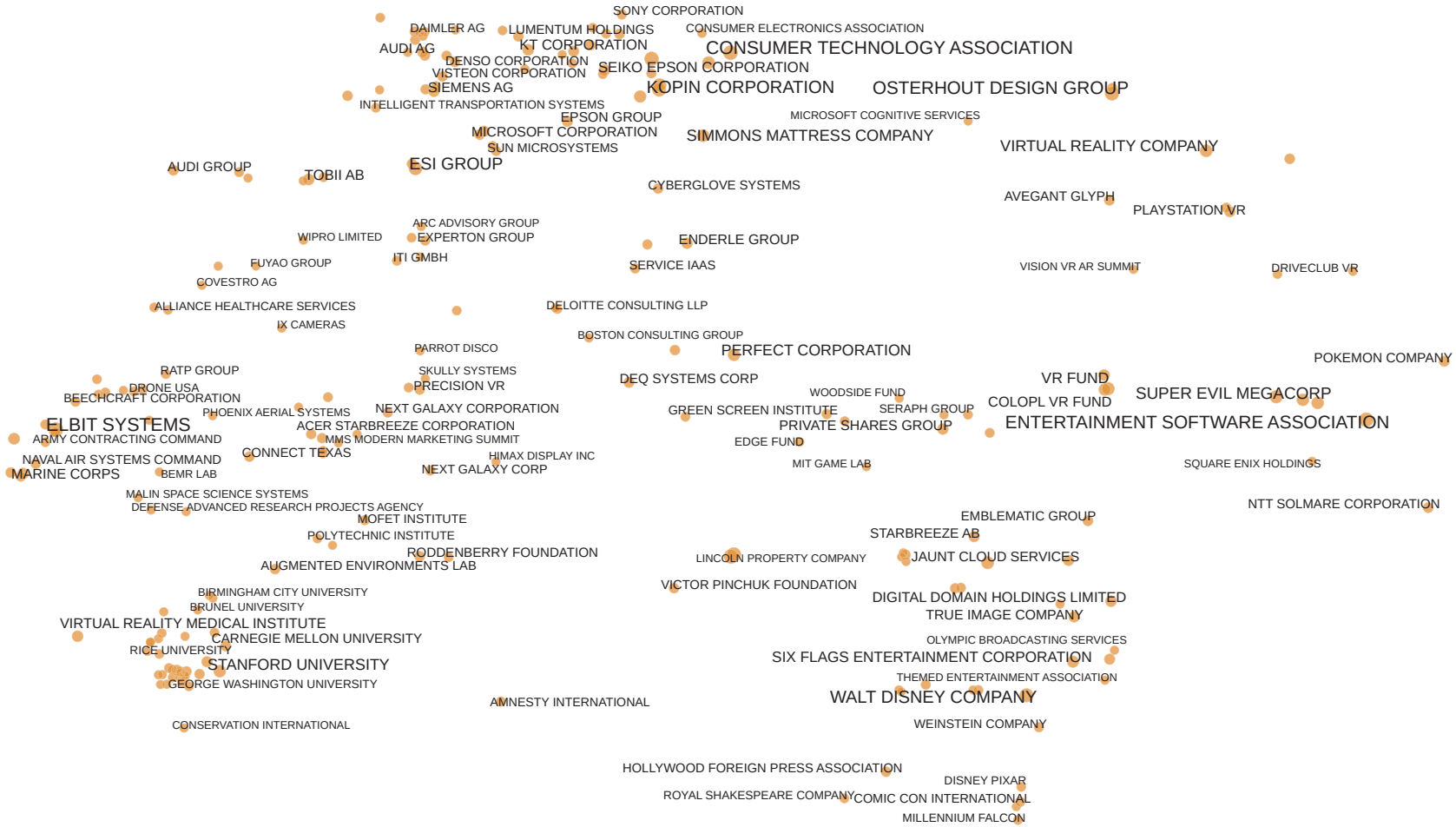
Динамика развития: тренд-карта



Наиболее динамичные направления: беспроводные гарнитуры виртуальной и дополненной реальности (1), иммерсивные технологии (2). **Среди возникающих трендов** – работа с цифровыми двойниками в виртуальной реальности (3). **Стабильно** развиваются приложения и игры на основе дополненной реальности (4). К **«слабым сигналам»** прежде всего относится разработка виртуальных аватаров (5).

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

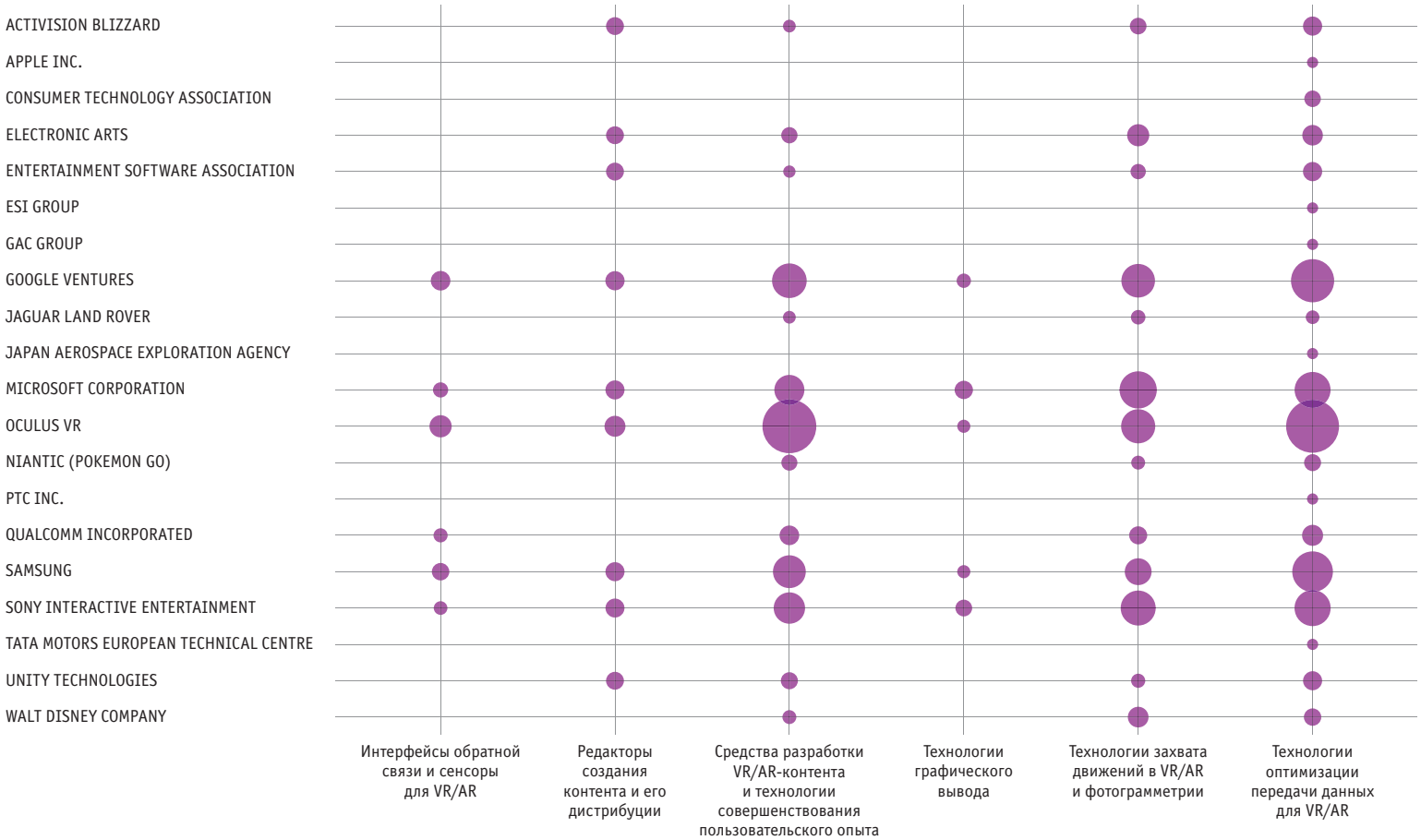
Карта ведущих организаций



В числе ведущих организаций лидируют Google, Oculus, HTC, Qualcomm Corporation, Samsung, Sony Interactive Entertainment, Walt Disney Company, KT Corporation, OMRON Corporation, Osterhout Design Group, ESI Group.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

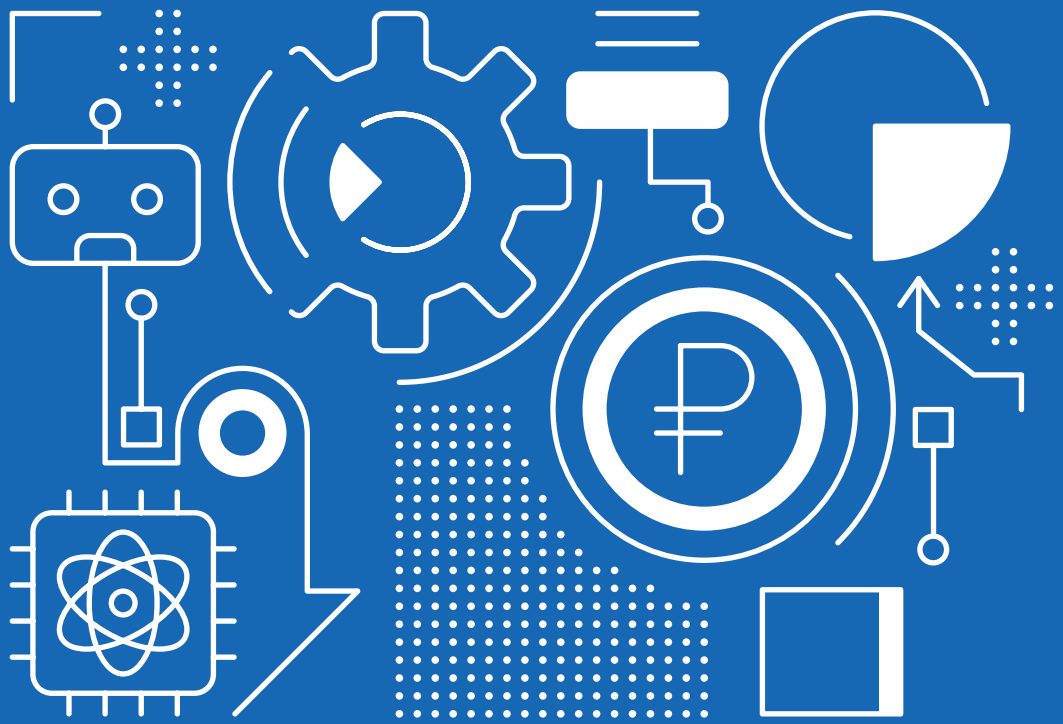
Технологическая специализация организаций-лидеров



Организации-лидеры чаще всего специализируются на средствах разработки VR/AR-контента и технологиях совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика, технологиях захвата движений в VR/AR и фотограмметрии, технологиях оптимизации передачи данных для VR/AR.

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДЕЛЫ



Методические комментарии

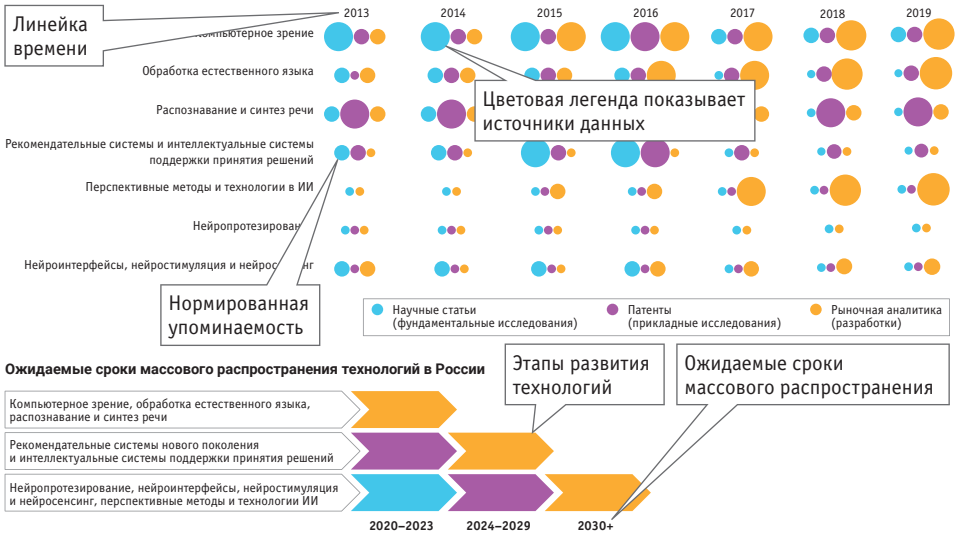
Научные публикации

- К публикациям относятся следующие типы документов: научная статья (article), научный обзор (review), доклад на конференции (conference paper), монография (book), глава в монографии (book chapter), письмо в редакцию журнала (letter), научная заметка (note).
- Поиск публикаций по каждому технологическому направлению проводился на основе специализированных онтологий (наборов ключевых слов).
- Источник информации – база данных Scopus (по состоянию на 15.12.2019).

Патентная активность

- Поиск патентных документов по соответствующим направлениям осуществлялся на основе кодов Международной патентной классификации и перечней ключевых слов. Изобретение может одновременно относиться к нескольким цифровым технологиям.
- Источники информации – базы ESPACENET, PatStat Global, Orbit, WIPO IP Statistics Data Center (использованы последние имеющиеся данные по состоянию на 15.02.2020).

Диаграммы жизненного цикла технологий



- Диаграммы жизненного цикла показывают интенсивность освещения тематики развития технологий в разрезе уровней их готовности (TRL) – в научных статьях (стадия фундаментальных исследований), патентах (стадия прикладных исследований) и рыночной аналитике (стадия разработок).
- Диаметр кругового значка отражает нормализованную упоминаемость технологии в данный период времени в публикациях соответствующего типа (статьи, патенты, рыночная аналитика).
- С учетом интенсивности исследований и разработок выделены три группы по темпам динамики (высокая, умеренная, низкая) с разными горизонтами массового распространения.

Научные публикации: сводные данные

Удельный вес России в общемировом числе научных публикаций: 2018

Место России в рейтинге стран по числу научных публикаций

Число научных публикаций

Нейротехнологии и искусственный интеллект

2.1%

	Мир	Россия	Ранг
2018	30 417	625	13
2016	23 658	399	
2014	19 485	218	
2012	18 262	97	
2010	17 624	107	34

Системы распределенного реестра

3.8%

	Мир	Россия	Ранг
2018	2 969	112	9
2016	461	6	
2014	251	4	
2012	196	0	
2010	137	2	22

Квантовые технологии

4.9%

	Мир	Россия	Ранг
2018	3 956	194	10
2016	3 242	120	
2014	2 818	81	
2012	2 414	49	
2010	1 771	35	16

Новые производственные технологии

2.5%

	Мир	Россия	Ранг
2018	24 522	603	12
2016	20 570	368	
2014	18 711	175	
2012	16 563	84	
2010	12 397	69	30

Компоненты робототехники и сенсорика

1.0%

	Мир	Россия	Ранг
2018	10 078	104	24
2016	9 657	72	
2014	7 025	25	
2012	5 324	11	
2010	5 304	13	40

Технологии беспроводной связи

1.3%

	Мир	Россия	Ранг
2018	8 299	104	22
2016	6 125	43	
2014	4 834	20	
2012	5 020	19	
2010	5 534	21	37

Технологии виртуальной и дополненной реальностей

1.6%

	Мир	Россия	Ранг
2018	7 852	126	18
2016	5 758	56	
2014	4 831	41	
2012	4 274	14	
2010	3 217	9	42

- **Удельный вес России** в общемировом числе научных публикаций по цифровым технологиям **не превышает 5%.**
- В 2018 г. в рейтинге стран по числу научных публикаций в соответствующих направлениях **Россия находилась во 2-3-м десятках стран.**
- **Наиболее сильные позиции** на мировом фоне – в области **квантовых технологий и блокчейна.**
- Глобальную научную повестку в сфере цифровых технологий формируют преимущественно пять стран: **Китай, США, Япония, Германия, Великобритания.**
- В последние годы динамика публикационной активности российских авторов положительна и **опережает среднемировую.**
- **Основной массив российских исследований** в сфере цифровых технологий приходится на организации Москвы и Санкт-Петербурга; сильные научные центры также расположены в Новосибирске, Казани, Томске, Самаре, Челябинске, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону.
- В России ведущая роль принадлежит **крупным университетам,** участие компаний в научной повестке в целом незначительно (исключение – ООО «Центр речевых технологий»).

Патентная активность: сводные данные

- Россия **уступает** мировым лидерам по масштабам патентования цифровых технологий.
- **Доли России** в общемировом числе патентных заявок на изобретения по отдельным направлениям цифровых технологий **не превышают 1%.**
- Активнее всего российские заявители патентуют **новые производственные технологии,** несколько меньше – технологии искусственного интеллекта.
- По **квантовым технологиям, беспроводной связи, робототехнике и сенсорике** у России единичные патентные заявки. В мире число патентов по этим направлениям также невелико.
- **Ключевые заявители в мире** – глобальные цифровые корпорации (Apple, Google, IBM), производители электроники (LG, Samsung, Canon), телеком-компании (Huawei, Guangdong ZTE).
- **Лидерами в России** по числу патентных заявок в сфере цифровых технологий являются Лаборатория Касперского, Яндекс, ABBYY. В первую десятку заявителей (с большим отставанием) входят НПО «Искра», РКК «Энергия» им. С. П. Королёва, Воронежский государственный технический университет и др.

Удельный вес России в общемировом числе патентных заявок на изобретения: 2017

Место России в рейтинге стран по числу патентных заявок на изобретения

Число патентных заявок на изобретения

Нейротехнологии и искусственный интеллект

0.30%

	Мир	Россия	Ранг
2017	226 411	686	10
2016	250 424	701	
2014	234 062	646	
2012	221 498	622	
2010	183 894	514	18

Системы распределенного реестра

0.14%

	Мир	Россия	Ранг
2017	81 146	117	18
2016	88 028	157	
2014	77 501	146	
2012	65 262	119	
2010	48 345	68	22

Квантовые технологии

0.93%

	Мир	Россия	Ранг
2017	323	3	8–10
2016	229	4	
2014	110	0	
2012	34	0	
2010	46	0	...

Новые производственные технологии

0.63%

	Мир	Россия	Ранг
2017	377 626	2 380	9
2016	427 149	2 885	
2014	400 859	2 674	
2012	382 384	2 682	
2010	322 986	3 014	11

Компоненты робототехники и сенсорика

0.97%

	Мир	Россия	Ранг
2017	2 976	29	6
2016	2 772	20	
2014	1 740	32	
2012	1 475	26	
2010	1 078	23	8

Технологии беспроводной связи

0.31%

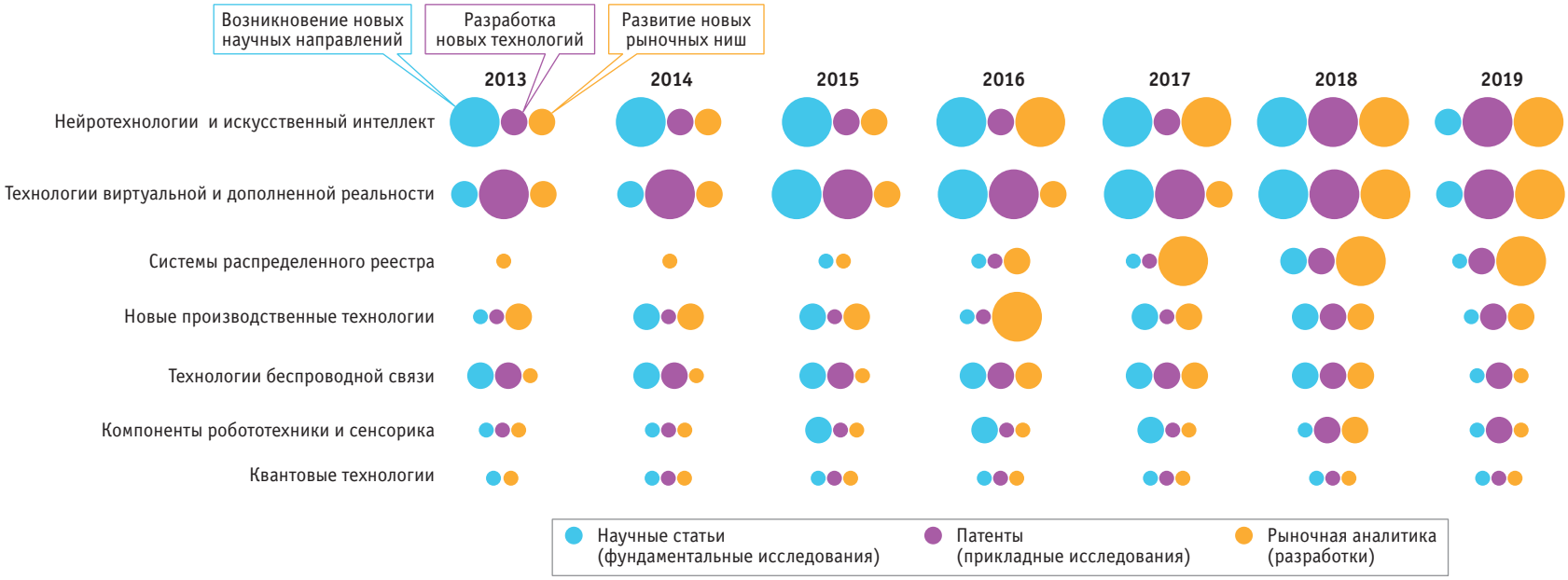
	Мир	Россия	Ранг
2017	3 574	11	9–10
2016	4 114	17	
2014	3 234	21	
2012	2 771	19	
2010	3 092	11	17–18

Технологии виртуальной и дополненной реальностей

0.23%

	Мир	Россия	Ранг
2017	5 1118	116	13
2016	64 650	127	
2014	65 727	113	
2012	67 252	159	
2010	63 838	100	18

Жизненный цикл цифровых технологий



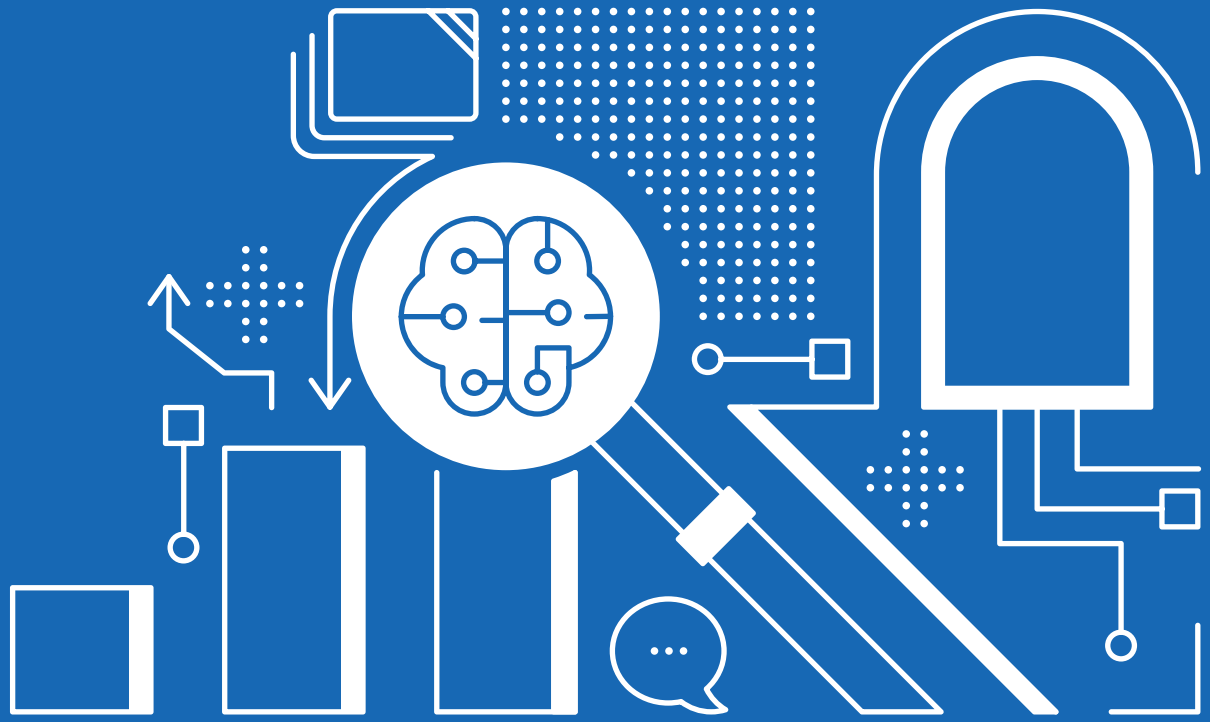
Динамика развития технологий:

– высокая (нейротехнологии и искусственный интеллект, технологии виртуальной и дополненной реальности, системы распределенного реестра)
– умеренная (новые производственные технологии, технологии беспроводной связи, компоненты робототехники и сенсорика)
– низкая (квантовые технологии)

Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России

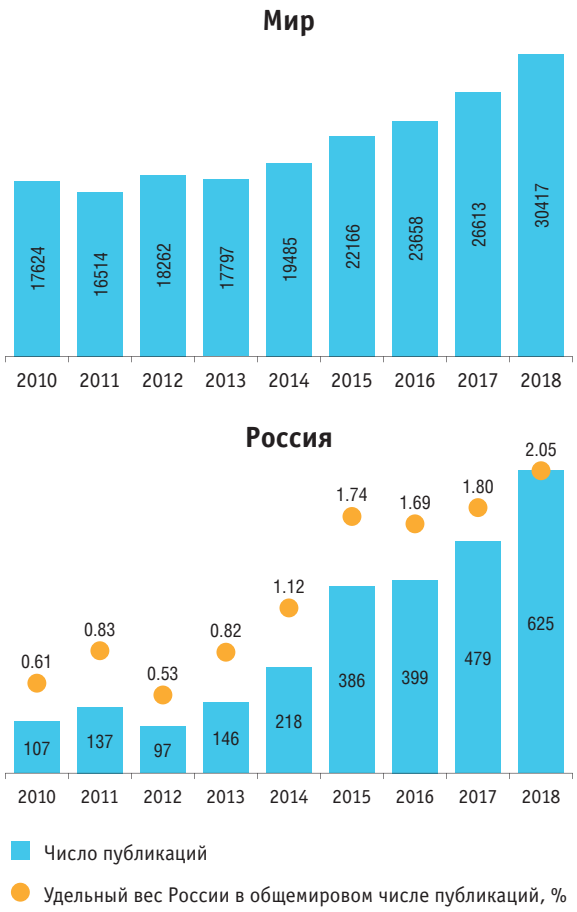
Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ



Научные публикации

192 536 научных публикаций
в изданиях, индексируемых в Scopus, в 2010–2018 гг.



Рейтинг стран
по числу публикаций: 2018

1. Китай	7 861
2. США	6 044
3. Индия	3 096
4. Великобритания	1 577
5. Германия	1 473
6. Япония	1 134
7. Франция	1 005
8. Австралия	878
9. Канада	864
10. Испания	859
11. Италия	831
12. Республика Корея	785
13. Россия	**625**
14. Бразилия	575
15. Тайвань	481

Мировые лидеры
(число публикаций, 2018)

Университет Цинхуа, Китай	369
Университет Китайской академии наук, Китай	359
Шанхайский университет транспорта, Китай	260
Университет Карнеги-Меллон, США	233
Наньянский технологический университет, Сингапур	222

Лидеры в России
(число публикаций, 2018)

Университет ИТМО	70
НИУ ВШЭ	57
МГУ им. М. В. Ломоносова	39
СПбГУ	28
МФТИ	24

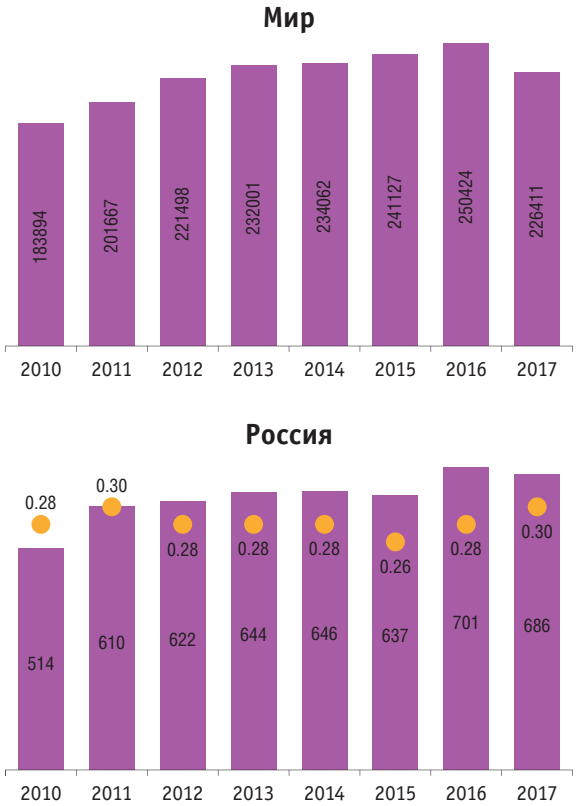
Структура публикаций по направлениям
(%, 2018)

	Мир	Россия
Компьютерное зрение	45.0	48.4
Обработка естественного языка	17.1	16.3
Распознавание и синтез речи	16.1	13.7
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений	19.8	18.2
Перспективные методы и технологии в искусственном интеллекте	0.5	0.7
Нейропротезирование	0.3	0.4
Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг	1.2	2.3

Патентная активность

1 791 084 патентные заявки

на изобретения поданы в мире в 2010–2017 гг.



Рейтинг стран

по числу патентных заявок: 2017

1. Китай	133 237
2. США	35 220
3. Япония	21 688
4. Республика Корея	16 373
5. Тайвань	4 464
6. Германия	3 539
7. Франция	1 876
8. Великобритания	1 476
9. Канада	963
10. Россия	686
11. Австралия	653
12. Израиль	632
13. Нидерланды	588
14. Индия	551
15. Гонконг	464

Мировые лидеры

(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

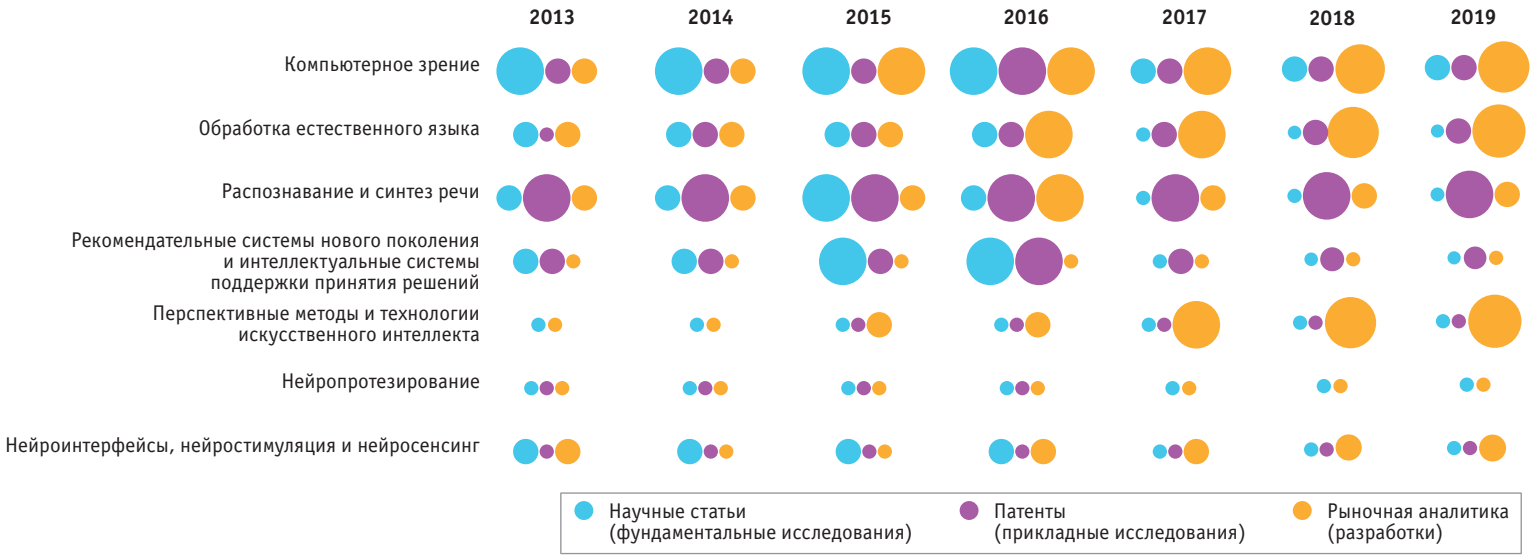
IBM, США	45 937
Samsung Electronics, Республика Корея	39 499
Huawei, Китай	29 890
Intel, США	16 512
Qualcomm, США	16 459
LG Electronics, Республика Корея	15 476
ZTE Corporation, Китай	15 166
Microsoft Technology, США	13 719
Canon, Япония	12 817
Hon Hai Precision Industry (Foxconn), Тайвань	12 776

Лидеры в России

(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Лаборатория Касперского	199
Яндекс	121
ABBYY	75
Академия Федеральной службы охраны	38
Военная академия связи им. С. М. Буденного	26

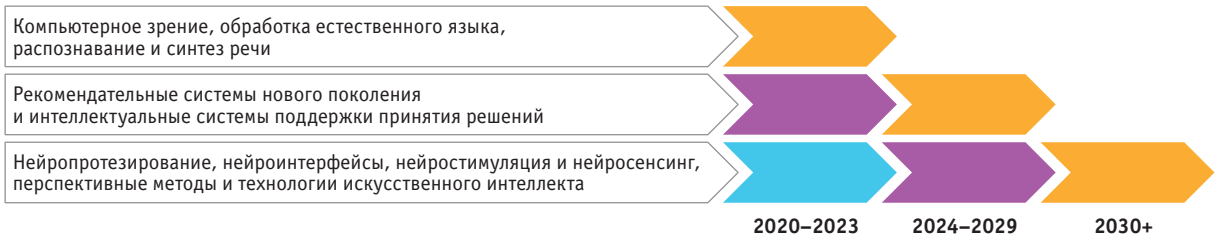
Жизненный цикл цифровых технологий



Динамика развития технологий:

– высокая (компьютерное зрение, обработка естественного языка, распознавание и синтез речи)
– умеренная (рекомендательные системы нового поколения и интеллектуальные системы поддержки принятия решений)
– низкая (нейропротезирование, нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг)

Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России

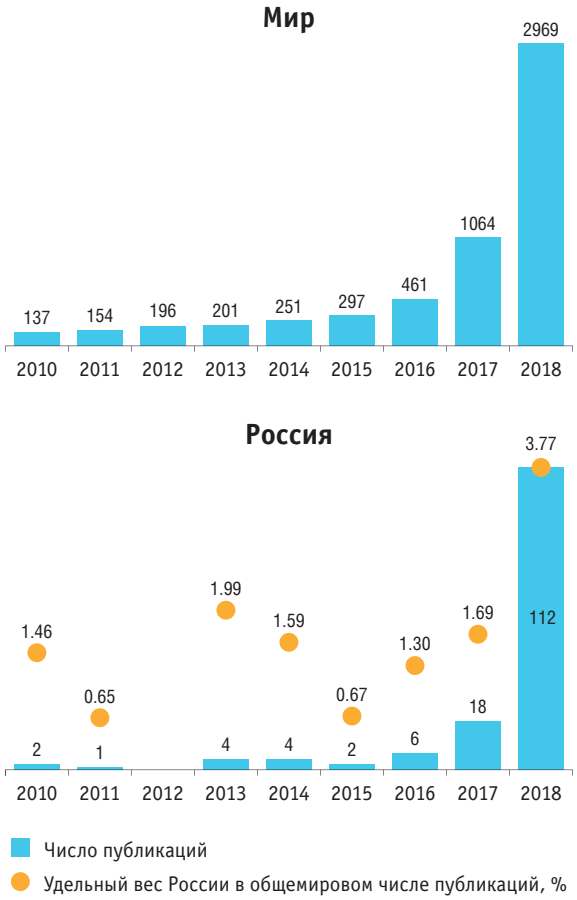


Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА

Научные публикации

5 730 научных публикаций
в изданиях, индексируемых в Scopus, в 2010–2018 гг.



Рейтинг стран
по числу публикаций: 2018

1. Китай	794
2. США	576
3. Германия	178
4. Индия	167
5. Великобритания	163
6. Италия	140
7. Канада	138
8. Республика Корея	119
9. Россия	112
10. Франция	102
11. Австралия	100
12. Япония	82
13. Швейцария	71
14. Сингапур	58
15. Нидерланды	56

Мировые лидеры
(число публикаций, 2018)

Пекинский университет почты и телекоммуникаций, Китай	35
Пекинский университет авиации и космонавтики, Китай	34
Шанхайский университет транспорта, Китай	30
Научно-технический университет Китая	30
Наньянский технологический университет, Сингапур	26

Лидеры в России
(число публикаций, 2018)

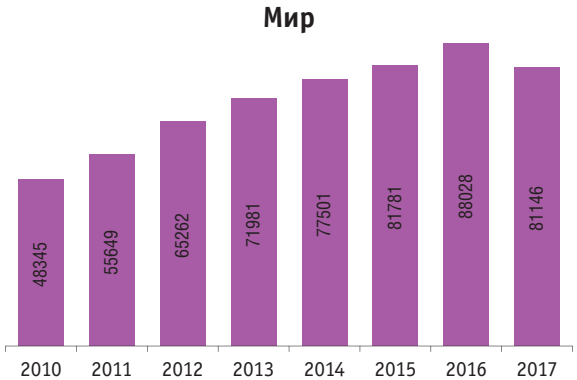
Университет ИТМО	10
СПбПУ	10
СПбГУ	7
НИУ ВШЭ	7
Финансовый университет при Правительстве РФ	6

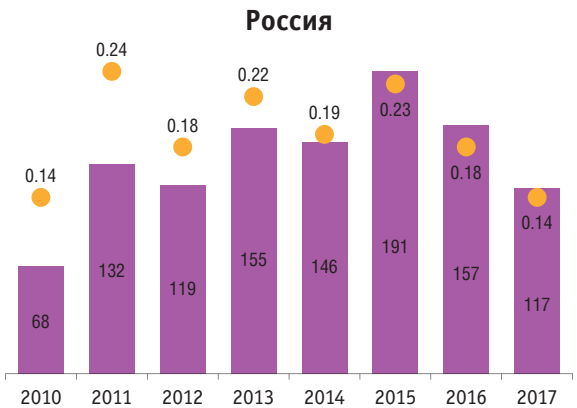
Структура публикаций по направлениям
(%, 2018)

	Мир	Россия
Технологии организации и синхронизации данных	68.3	71.2
Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус)	11.9	7.0
Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов	19.8	21.8

Патентная активность

569 693 патентные заявки
на изобретения поданы в мире в 2010–2017 гг.





Число патентных заявок

Удельный вес России в общемировом числе патентных заявок, %

Рейтинг стран
по числу патентных заявок: 2017

1. Китай	53 856
2. США	13 076
3. Республика Корея	5 515
4. Япония	3 804
5. Германия	850
6. Тайвань	631
7. Франция	449
8. Канада	350
9. Великобритания	310
10. Израиль	239
...	...
17. Швейцария	125
18. Россия	**117**
19. Нидерланды	116

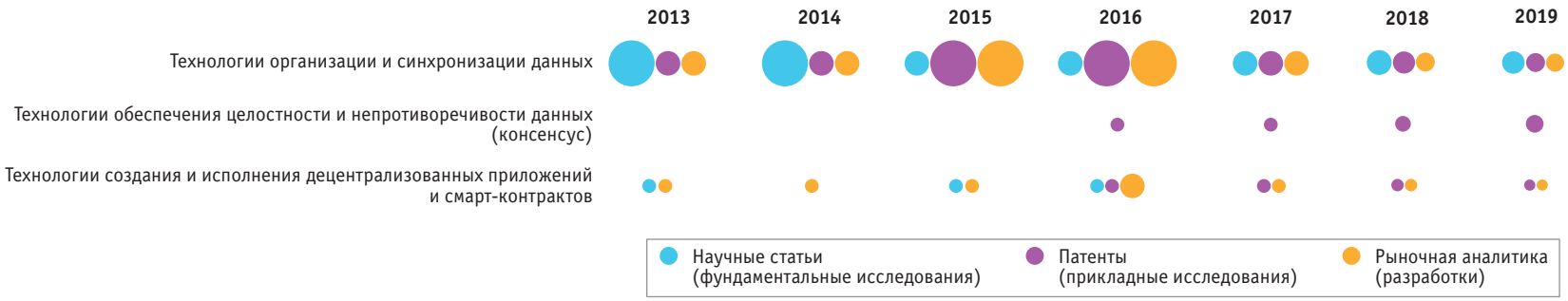
Мировые лидеры
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

IBM, США	19 452
Huawei, Республика Корея	8 113
Google, США	6 238
Samsung Electronics, Республика Корея	6 178
Microsoft Technology, США	6 081
Tencent Technology, Китай	5 200
ZTE Corporation, Китай	4 771
Alibaba Group, Китай	4 610
Beijing Qihoo Technology, Китай	4 258
Amazon Technologies, США	3 988

Лидеры в России
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Лаборатория Касперского	121
Яндекс	90
ABBYY	31
Краснодарское высшее военное училище им. С. М. Штеменко	9

Жизненный цикл цифровых технологий



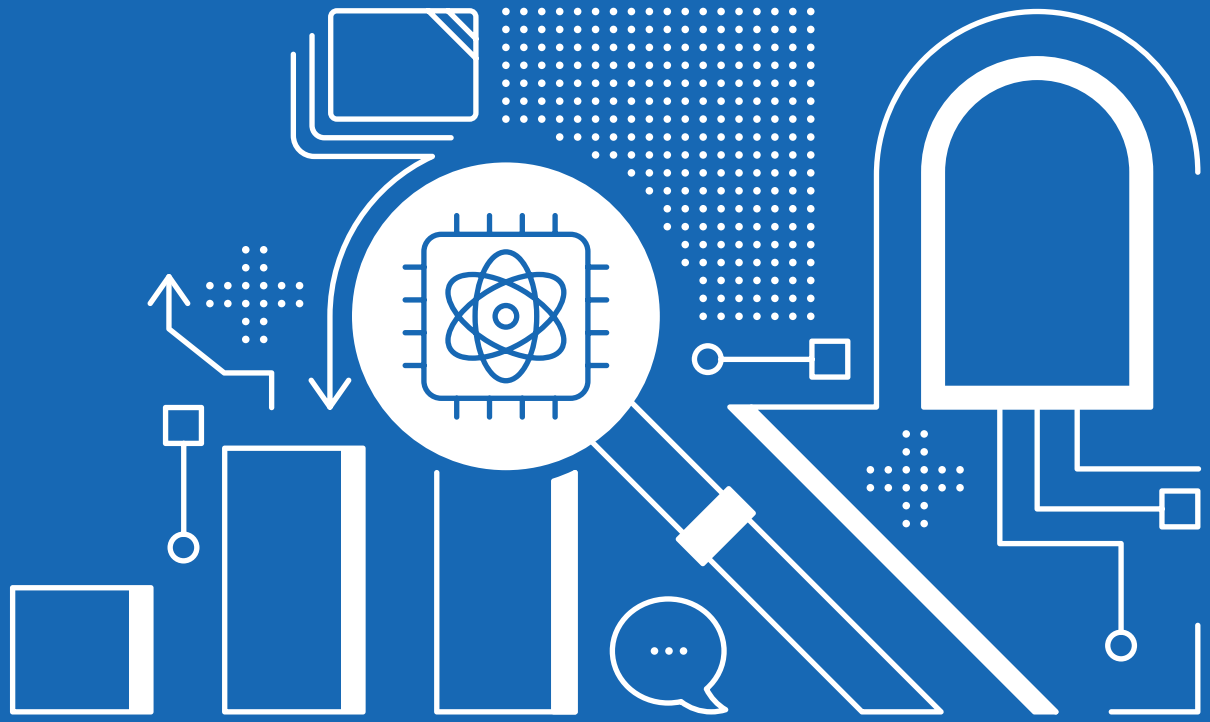
Динамика развития технологий:

– высокая (технологии организации и синхронизации данных)
– умеренная (технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов)
– низкая (технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус))

Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России

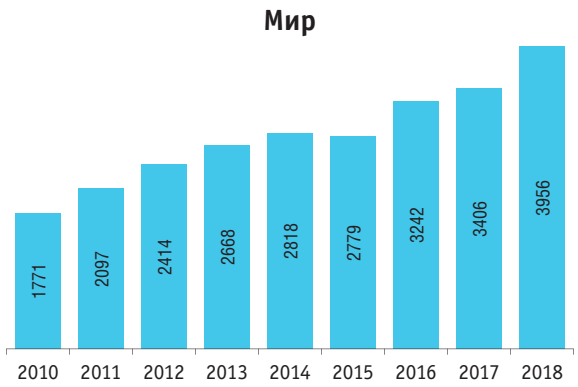
Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

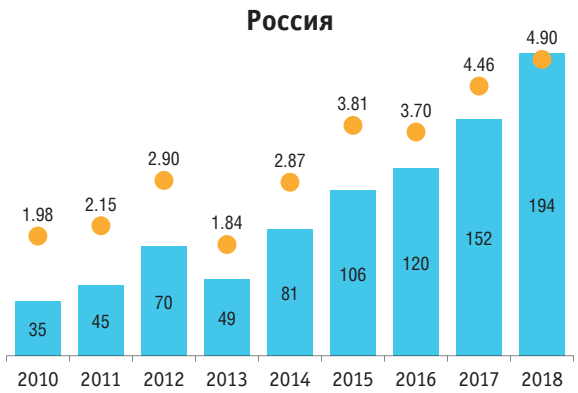
КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Научные публикации

25 151 научная публикация
в изданиях, индексируемых в Scopus, в 2010–2018 гг.





Число публикаций

Удельный вес России в общемировом числе публикаций, %

Рейтинг стран
по числу публикаций: 2018

1. Китай	1 094
2. США	978
3. Германия	355
4. Великобритания	325
5. Япония	247
6. Индия	226
7. Франция	219
8. Италия	207
9. Канада	199
10. Россия	**194**
11. Австралия	153
12. Испания	149
13. Швейцария	131
14. Нидерланды	120
15. Республика Корея	112

Мировые лидеры
(число публикаций, 2018)

Научно-технический университет Китая	158
Национальный университет Сингапура	80
Массачусетский технологический институт, США	72
Университет Цинхуа, Китай	68
Национальный институт стандартов и технологий, США	64
Университет штата Мэриленд, США	64

Лидеры в России
(число публикаций, 2018)

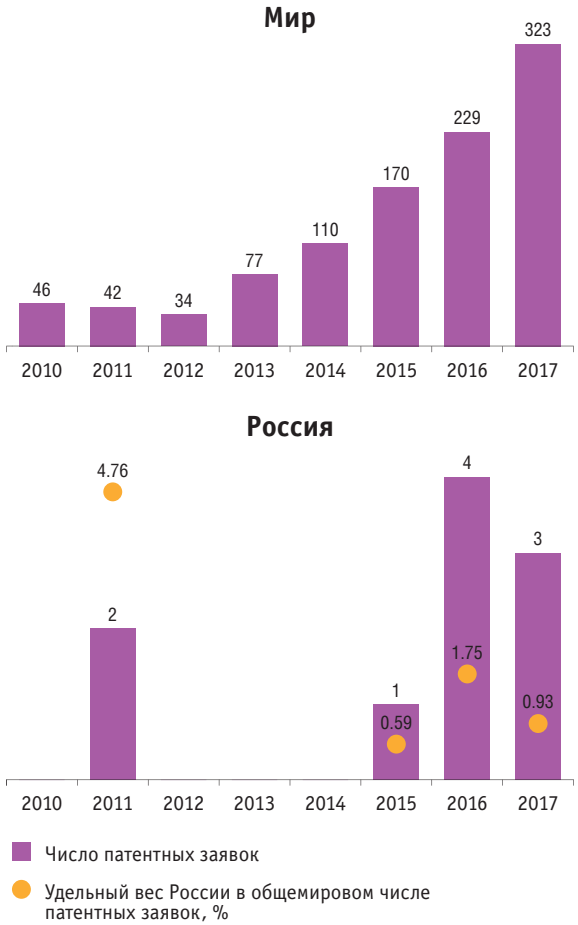
НИТУ МИСиС	26
МФТИ	23
МГУ им. М. В. Ломоносова	18
НИЯУ МИФИ	17
Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН	17

Структура публикаций по направлениям
(%, 2018)

	Мир	Россия
Квантовые вычисления	54.6	48.8
Квантовые коммуникации	32.1	26.1
Квантовые сенсоры и метрология	13.3	25.1

Патентная активность

1 031 патентная заявка
на изобретения подана в мире в 2010–2017 гг.



Рейтинг стран
по числу патентных заявок: 2017

1. Китай	135
2. США	114
3. Япония	20
4. Великобритания	16
5. Ирландия	9
6. Республика Корея	5
7. Австралия	4
8–10. Россия	3
Германия	3
Норвегия	3
11–12. Канада	2
Нидерланды	2

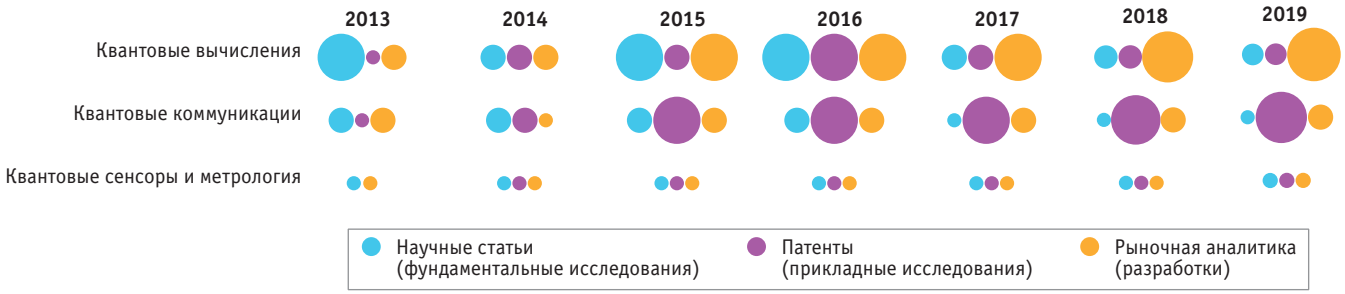
Мировые лидеры
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

IBM, США	67
Toshiba, Япония	28
Andrew James Shields, Великобритания (Toshiba Europe)	27
Intel, США	25
Microsoft Technology, США	24
Google, США	21
1QBit, Канада	18
Rigetti Computing, США	17
D-Wave Systems, Канада	17
Huawei, Китай	11

Лидеры в России
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

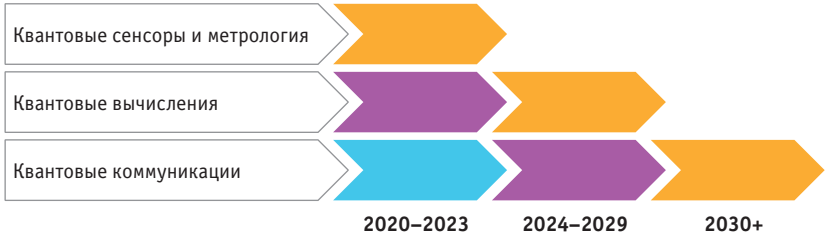
Российский квантовый центр	2
Институт физики твердого тела РАН	1
ИнфоТеКС	1
Международный центр квантовой оптики и квантовых технологий	1

Жизненный цикл цифровых технологий



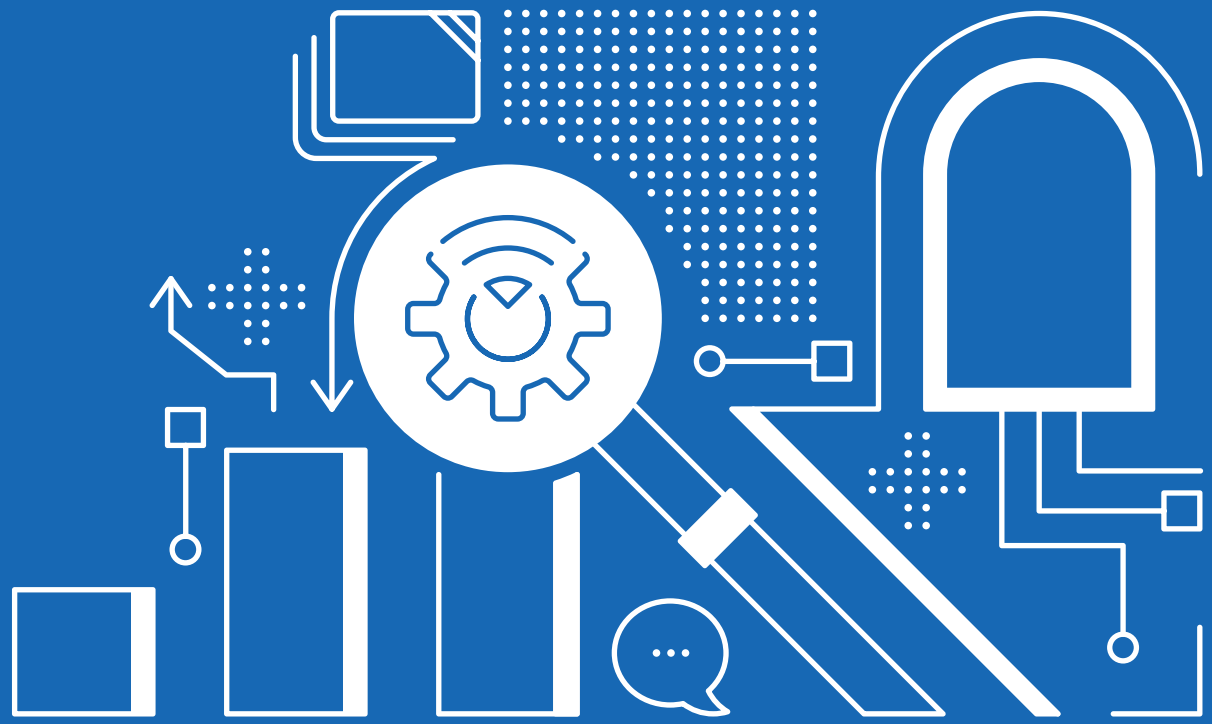
Динамика развития технологий:
– высокая (квантовые вычисления)
– умеренная (квантовые коммуникации)
– низкая (квантовые сенсоры и метрология)

Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России



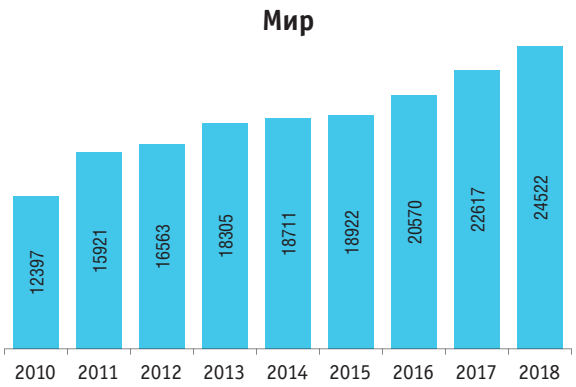
Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

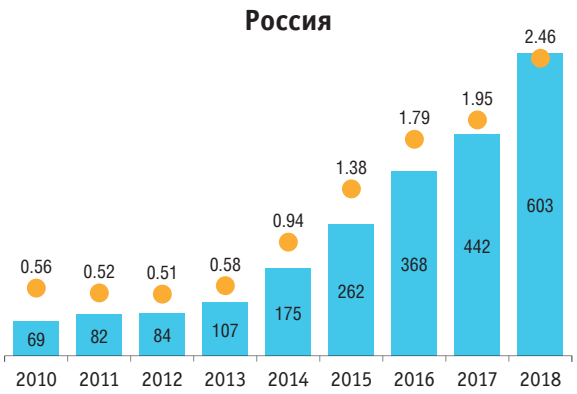
НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Научные публикации

168 528 научных публикаций
в изданиях, индексируемых в Scopus, в 2010–2018 гг.





Рейтинг стран
по числу публикаций: 2018

1. Китай	5 771
2. США	3 761
3. Индия	2 917
4. Германия	1 596
5. Великобритания	1 127
6. Италия	1 038
7. Республика Корея	773
8. Франция	714
9. Канада	691
10. Испания	659
11. Япония	626
12. Россия	**603**
13. Австралия	588
14. Бразилия	585
15. Тайвань	565

Мировые лидеры
(число публикаций, 2018)

Университет Цинхуа, Китай	210
Шанхайский университет транспорта, Китай	171
Пекинский университет авиации и космонавтики, Китай	171
Пекинский университет почты и телекоммуникаций, Китай	164
Университет электронных наук и технологий Китая	140

Лидеры в России
(число публикаций, 2018)

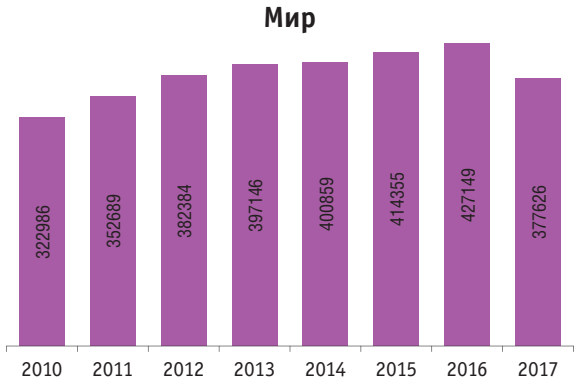
Университет ИТМО	68
СПбПУ	28
Южно-Уральский государственный университет	27
МГСУ	22
УрФУ	18
МГТУ им. Н. Э. Баумана	18

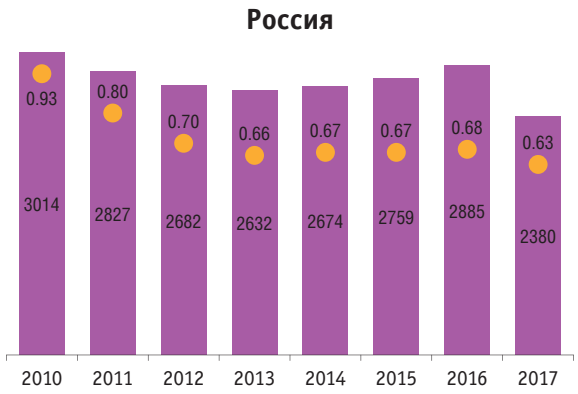
Структура публикаций по направлениям
(%, 2018)

	Мир	Россия
Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design)	61.1	57.9
Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)	31.9	36.5
Манипуляторы и технологии манипулирования	7.1	5.6

Патентная активность

3 075 194 патентные заявки
на изобретения поданы в мире
в 2010–2017 гг.





Число патентных заявок

Удельный вес России в общемировом числе патентных заявок, %

Рейтинг стран
по числу патентных заявок: 2017

1. Китай	197 036
2. Япония	55 088
3. США	45 327
4. Республика Корея	31 146
5. Германия	17 086
6. Тайвань	6 860
7. Франция	4 913
8. Великобритания	2 763
9. Россия	**2 380**
10. Канада	1 746
11. Австралия	1 419
12. Швейцария	1 201
13. Нидерланды	781
14. Италия	673
15. Австрия	612

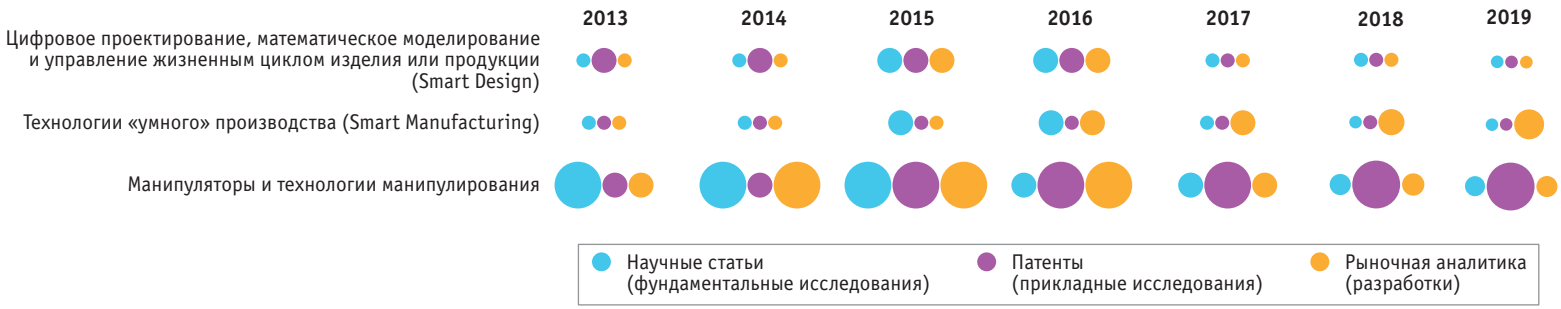
Мировые лидеры
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

IBM, США	47 106
Samsung Electronics, Республика Корея	39 441
Canon, Япония	25 945
Robert Bosch GMBH, Германия	25 633
General Electric Company, США	21 162
Ricoh, Япония	17 778
Hon Hai Precision Industry (Foxconn), Тайвань	16 928
Toyota Motor, Япония	16 488
Hyundai Motor, Республика Корея	16 239
Intel, США	13 355

Лидеры в России
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Лаборатория Касперского	180
Яндекс	156
РКК «Энергия» им. С. П. Королёва	94
НПО «Искра»	87
Воронежский государственный технический университет	83

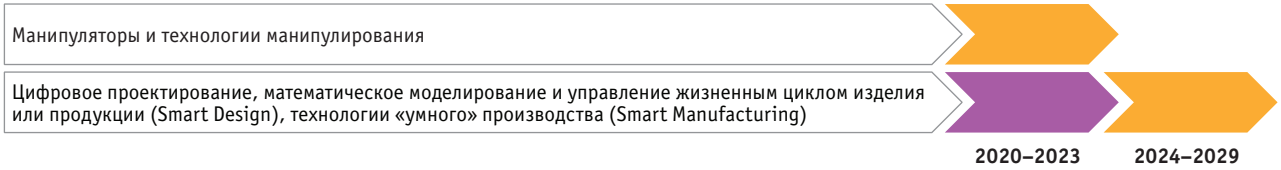
Жизненный цикл цифровых технологий



Динамика развития технологий:

– высокая (манипуляторы и технологии манипулирования)
– умеренная (цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design),
– технологии «умного» производства (Smart Manufacturing))

Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России

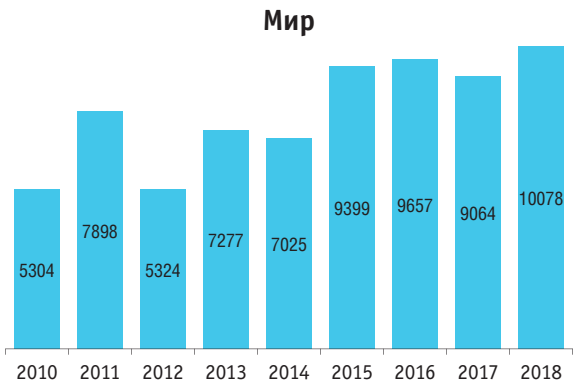


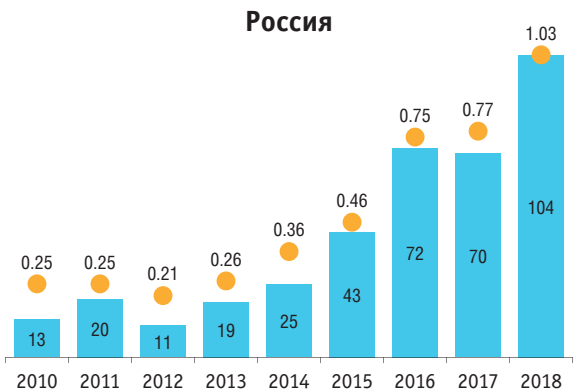
Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

КОМПОНЕНТЫ РОБОТОТЕХНИКИ И СЕНСОРИКА

Научные публикации

71 026 научных публикаций
в изданиях, индексируемых в Scopus, в 2010–2018 гг.





Число публикаций

Удельный вес России в общемировом числе публикаций, %

Рейтинг стран
по числу публикаций: 2018

1. США	2 364
2. Китай	1 459
3. Великобритания	929
4. Германия	855
5. Япония	481
6. Индия	463
7. Канада	456
8. Италия	431
9. Австралия	421
10. Испания	322
...	...
23. Сингапур	112
24. Россия	**104**
25. Турция	102

Мировые лидеры
(число публикаций, 2018)

Университет Вашингтона в Сиэтле, США	128
Университет Карнеги-Меллон, США	115
Технологический институт Джорджии, США	112
Университет Цинхуа, Китай	83
Университет штата Мичиган в Энн-Арборе, США	80

Лидеры в России
(число публикаций, 2018)

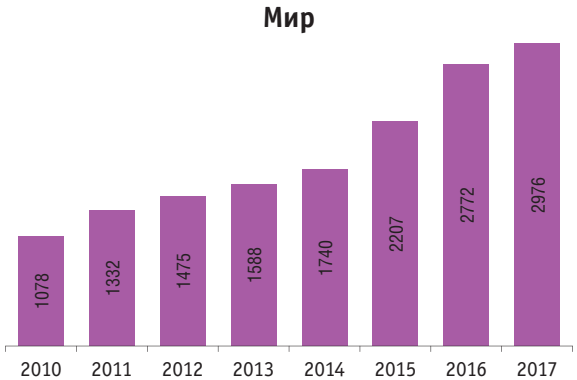
Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН	10
НИУ ВШЭ	7
НИЯУ МИФИ	7
Университет Иннополис	7
Университет ИТМО	6
МГУ им. М. В. Ломоносова	6
СПбГУ	6
МГТУ им. Н. Э. Баумана	6

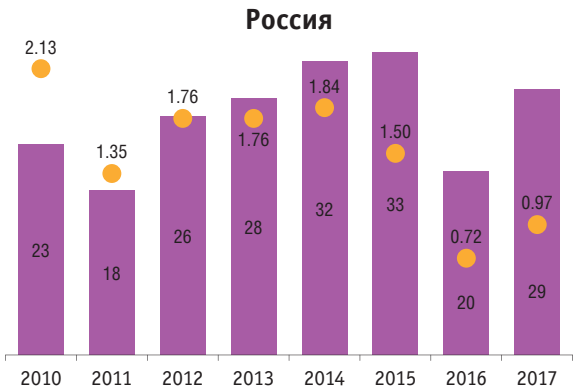
Структура публикаций по направлениям
(%, 2018)

	Мир	Россия
Сенсоры и цифровые компоненты робототехнических комплексов для человеко-машинного взаимодействия	92.8	80.8
Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования	7.1	19.2
Сенсоры и обработка сенсорной информации	0.1	0.0

Патентная активность

15 168 патентных заявок
на изобретения поданы в мире в 2010–2017 гг.





Число патентных заявок

Удельный вес России в общемировом числе патентных заявок, %

Рейтинг стран
по числу патентных заявок: 2017

1. Китай	2 501
2. США	126
3. Япония	85
4. Германия	54
5. Республика Корея	50
6. Россия	**29**
7. Тайвань	24
8. Франция	21
9. Великобритания	11
10. Австралия	9
11. Швейцария	8
12. Канада	7
13–14. Нидерланды	6
Израиль	6
15. Италия	4

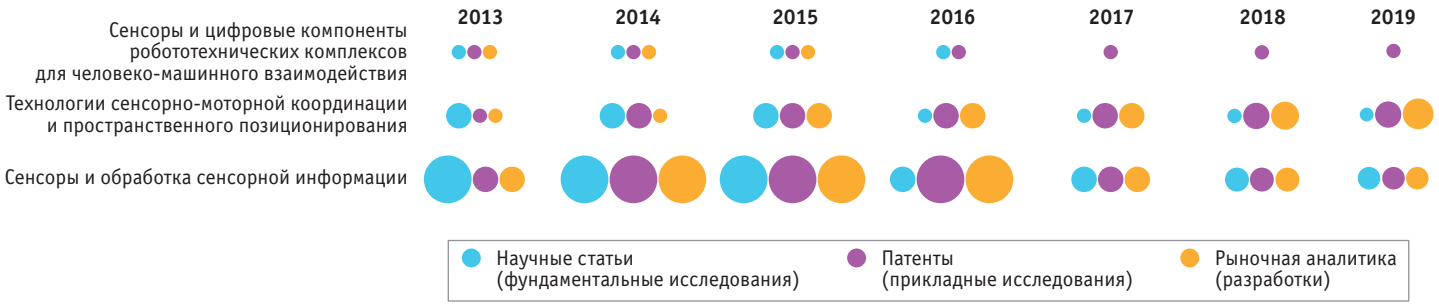
Мировые лидеры
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Государственная электросетевая корпорация, Китай	133
Ford Global Technologies, США	68
Бэйханский университет, Китай	48
Чжэцзянский университет, Китай	46
Университет Цинхуа, Китай	45
Siemens, Германия	44
Sony, Япония	42
Шанхайский университет Джао Тонг, Китай	40
Rockwell Automation, США	35
FANUC, Япония	34
Honeywell, США	34

Лидеры в России
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Сибирский федеральный университет	4
Корпорация космических систем специального назначения «Комета»	4
Газпром Трансгаз Краснодар	3

Жизненный цикл цифровых технологий



Динамика развития технологий:

– высокая (сенсоры и обработка сенсорной информации)
– умеренная (технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования)
– низкая (сенсоры и цифровые компоненты робототехнических комплексов для человеко-машинного взаимодействия)

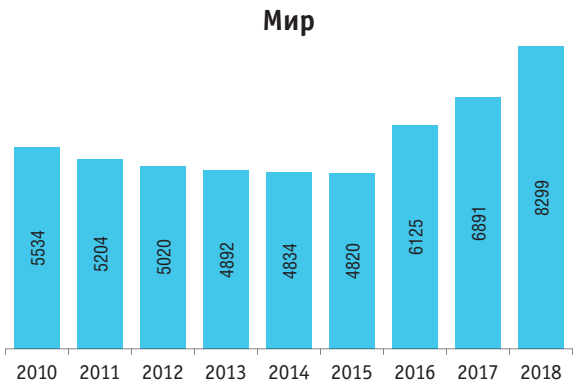
Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России

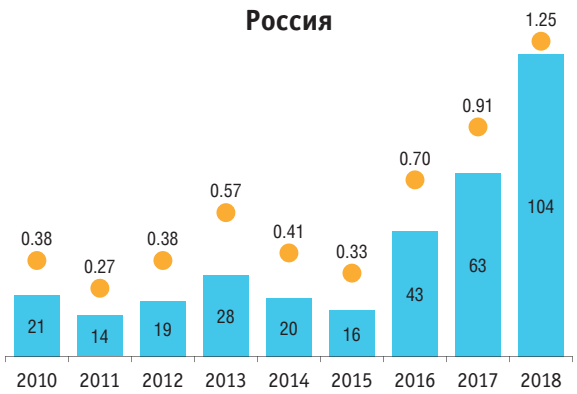
Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Научные публикации

51 619 научных публикаций
в изданиях, индексируемых в Scopus, в 2010–2018 гг.





Число публикаций

Удельный вес России в общемировом числе публикаций, %

Рейтинг стран
по числу публикаций: 2018

1. Китай	2 163
2. Индия	1 484
3. США	920
4. Республика Корея	389
5. Великобритания	385
6. Япония	334
7. Германия	306
8. Франция	296
9. Канада	286
10. Тайвань	227
...	...
21. Иран	105
22. Россия	**104**
23. Саудовская Аравия	93

Мировые лидеры
(число публикаций, 2018)

Пекинский университет почты и телекоммуникаций, Китай	235
Юго-Восточный университет Китая	167
Университет электронных наук и технологий Китая	128
Университет Цинхуа, Китай	106
Nokia Bell Labs, США	105

Лидеры в России
(число публикаций, 2018)

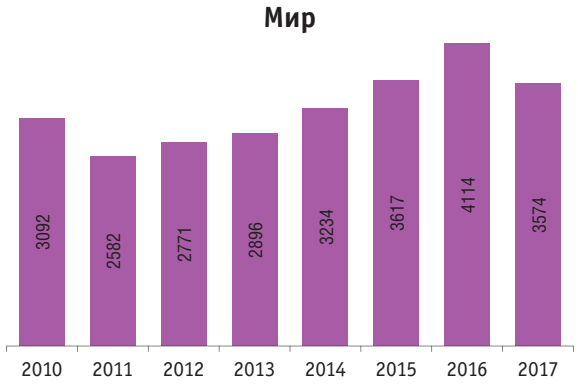
ИППИ им. А. А. Харкевича РАН	17
НИУ ВШЭ	14
РУДН	13
Университет ИТМО	7
МФТИ	6

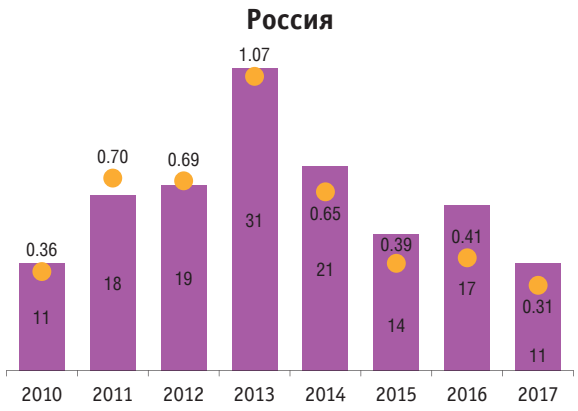
Структура публикаций по направлениям
(%, 2018)

	Мир	Россия
WAN (Wide Area Network)	34.7	28.2
LPWAN (Low Power Wide Area Network)	9.8	15.5
WLAN (Wireless Local Area Network)	43.8	47.3
PAN (Personal Area Network) RFID (HF и UHF метки)	11.3	6.3
Спутниковые технологии связи	0.4	2.7

Патентная активность

25 880 патентных заявок
на изобретения подано в мире в 2010–2017 гг.





Число патентных заявок

Удельный вес России в общемировом числе патентных заявок, %

Рейтинг стран
по числу патентных заявок: 2017

1. Китай	2 521
2. США	393
3. Республика Корея	282
4. Япония	78
5. Тайвань	78
6. Германия	48
7. Франция	24
8. Канада	19
9–10. Россия	**11**
Финляндия	11
11–12. Великобритания	10
Швейцария	10
13. Нидерланды	9
14–15. Чехия	7
Бразилия	7

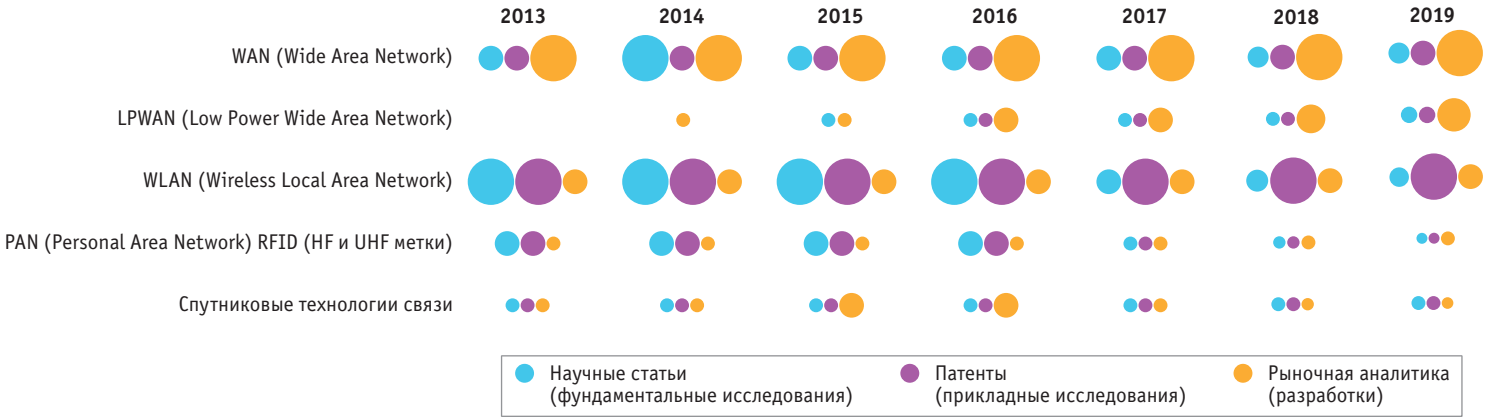
Мировые лидеры
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Qualcomm, США	733
Huawei, Китай	527
LG Electronics, Республика Корея	456
Samsung Electronics, Республика Корея	426
ZTE Corporation, Китай	396
Сианский университет, Китай	251
Intel, США	244
Юго-Восточный университет Китая	223
Университет электронных наук и технологий, Китай	199
Ericsson, Швеция	166

Лидеры в России
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Академия Федеральной службы охраны	8
ЦНИИ связи	4
АО Концерн «Созвездие»	4
Яндекс	3
Лаборатория Касперского	3

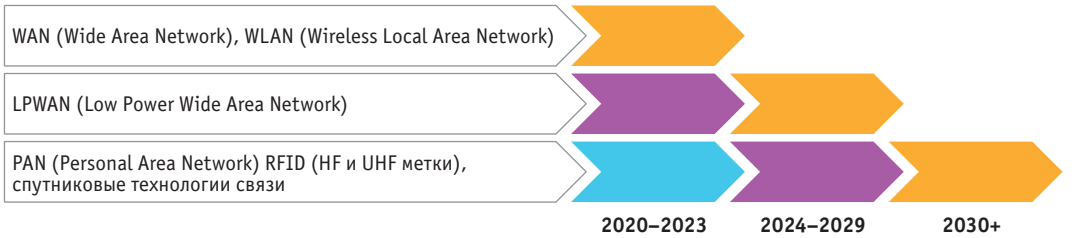
Жизненный цикл цифровых технологий



Динамика развития технологий:

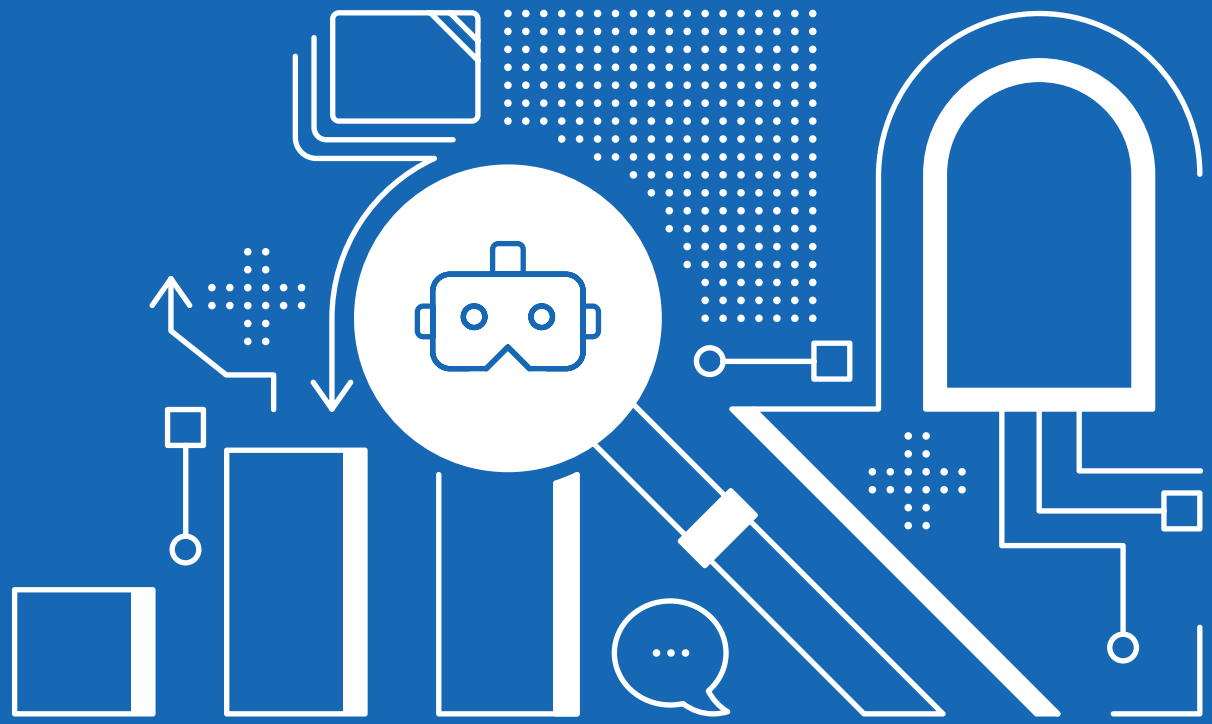
– высокая (WAN (Wide Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network))
– умеренная (LPWAN (Low Power Wide Area Network))
– низкая (PAN (Personal Area Network) RFID (HF и UHF метки), спутниковые технологии связи)

Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России



Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

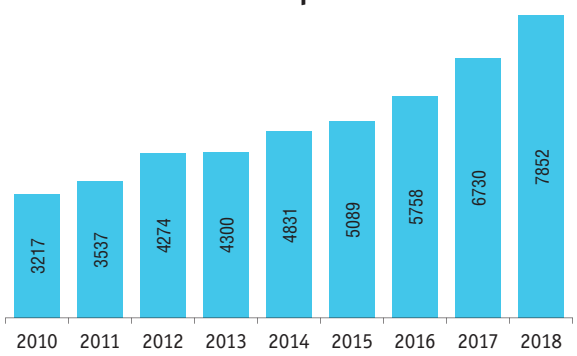
ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ



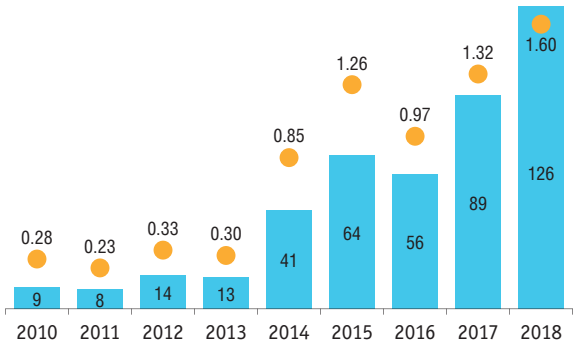
Научные публикации

45 588 научных публикаций
в изданиях, индексируемых в Scopus, в 2010–2018 гг.

Мир



Россия



Число публикаций

Удельный вес России в общемировом числе публикаций, %

Рейтинг стран
по числу публикаций: 2018

1. США	1 652
2. Китай	1 052
3. Германия	868
4. Великобритания	601
5. Япония	530
6. Италия	458
7. Канада	370
8. Франция	331
9. Республика Корея	280
10. Индия	259
...	...
17. Бразилия	144
18. Россия	**126**
19–20. Австрия	110
Швеция	110

Мировые лидеры
(число публикаций, 2018)

Уханьский университет, Китай	77
Высшая техническая школа Цюриха, Швейцария	63
Миланский технический университет, Италия	59
Мюнхенский технический университет, Германия	53
Университетский колледж Лондона, Великобритания	52
Токийский университет, Япония	52

Лидеры в России
(число публикаций, 2018)

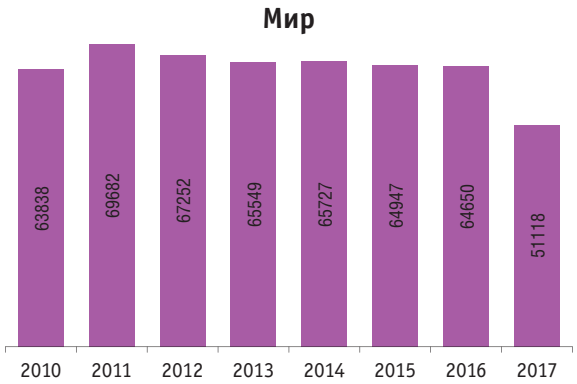
Университет ИТМО	22
МФТИ	10
МГУ им. М. В. Ломоносова	7
ГосНИИАС	7
МИИГАиК	7
НИ ТГУ	7
Южно-Уральский государственный университет	7

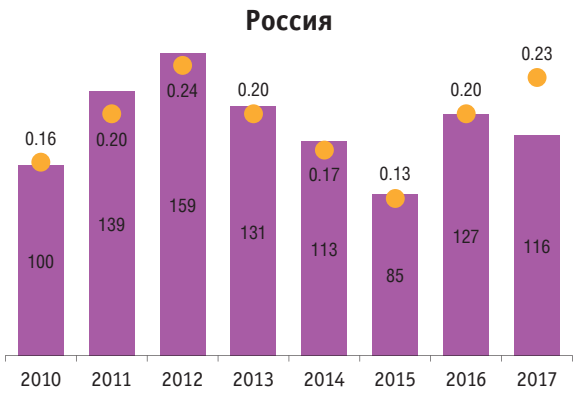
Структура публикаций по направлениям
(%, 2018)

	Мир	Россия
Средства разработки VR/AR-контента	10.5	25.0
Платформенные решения для VR/AR	0.9	0.0
Технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии	44.5	43.7
Интерфейсы обратной связи и сенсоры для VR/AR	3.6	0.0
Технологии графического вывода	40.3	30.5
Технологии оптимизации передачи данных для VR/AR	0.2	0.8

Патентная активность

512 763 патентные заявки
на изобретения поданы в мире в 2010–2017 гг.





Число патентных заявок

Удельный вес России в общемировом числе патентных заявок, %

Рейтинг стран
по числу патентных заявок: 2017

1. Китай	24 349
2. Япония	12 280
3. США	5 495
4. Республика Корея	4 872
5. Тайвань	1 277
6. Франция	458
7. Германия	353
8. Великобритания	299
9. Канада	248
10. Швеция	143
11. Финляндия	122
12. Австралия	118
13. Россия	**116**
14. Сингапур	109
15. Израиль	106

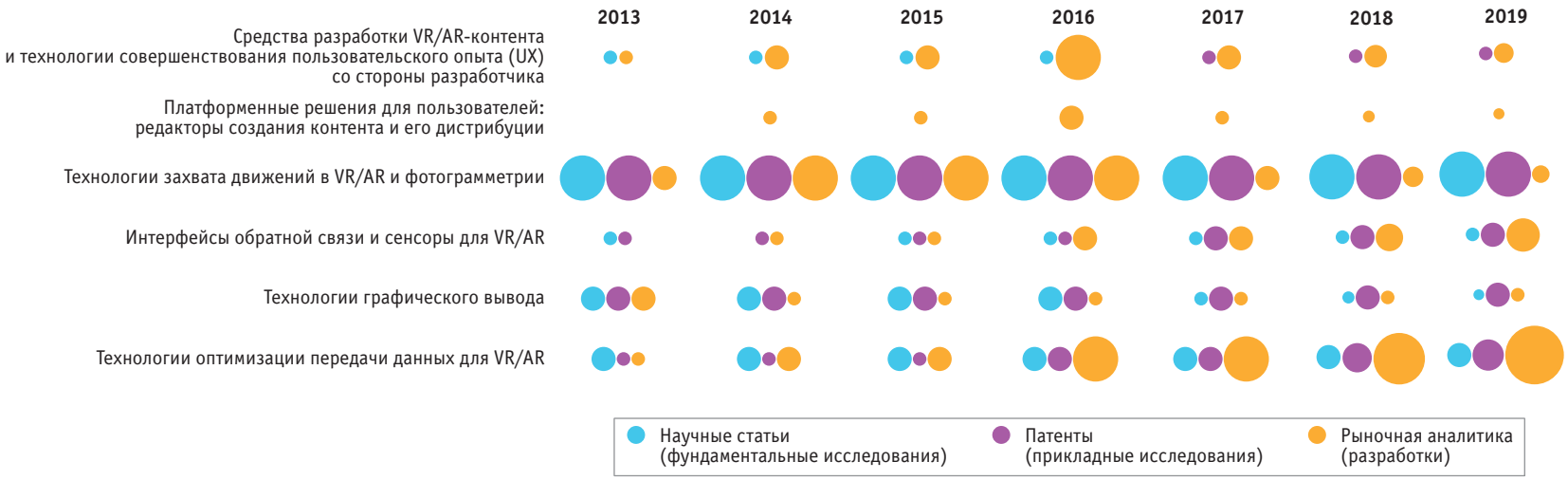
Мировые лидеры
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Samsung Electronics, Республика Корея	33 551
IBM, США	28 022
Canon, Япония	21 442
Sony, Япония	17 769
LG Electronics, Республика Корея	12 845
Qualcomm, США	4 287
Sharp, Япония	4 108
Seiko Epson, Япония	4 051
Toshiba, Япония	3 719
Nikon, Япония	3 205

Лидеры в России
(число патентных заявок на изобретения, 2010–2017)

Смелков Вячеслав	39
АО «Ломо»	20
Красногорский завод им. С. А. Зверева	13
Государственный институт прикладной оптики	8
ABBYY	8

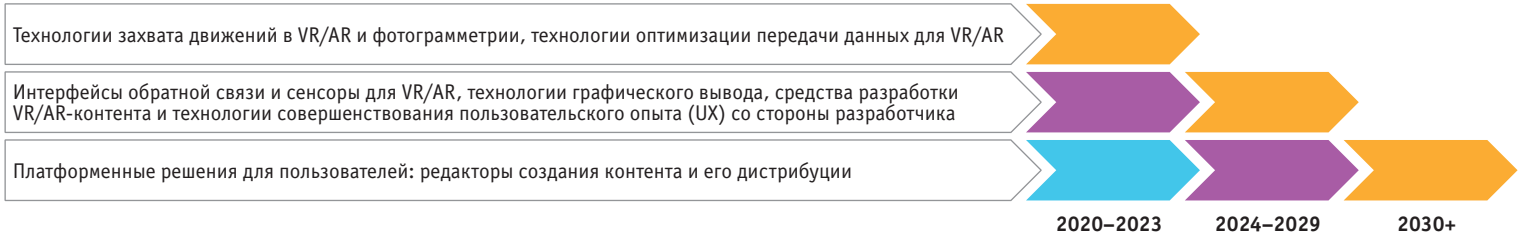
Жизненный цикл цифровых технологий



Динамика развития технологий:

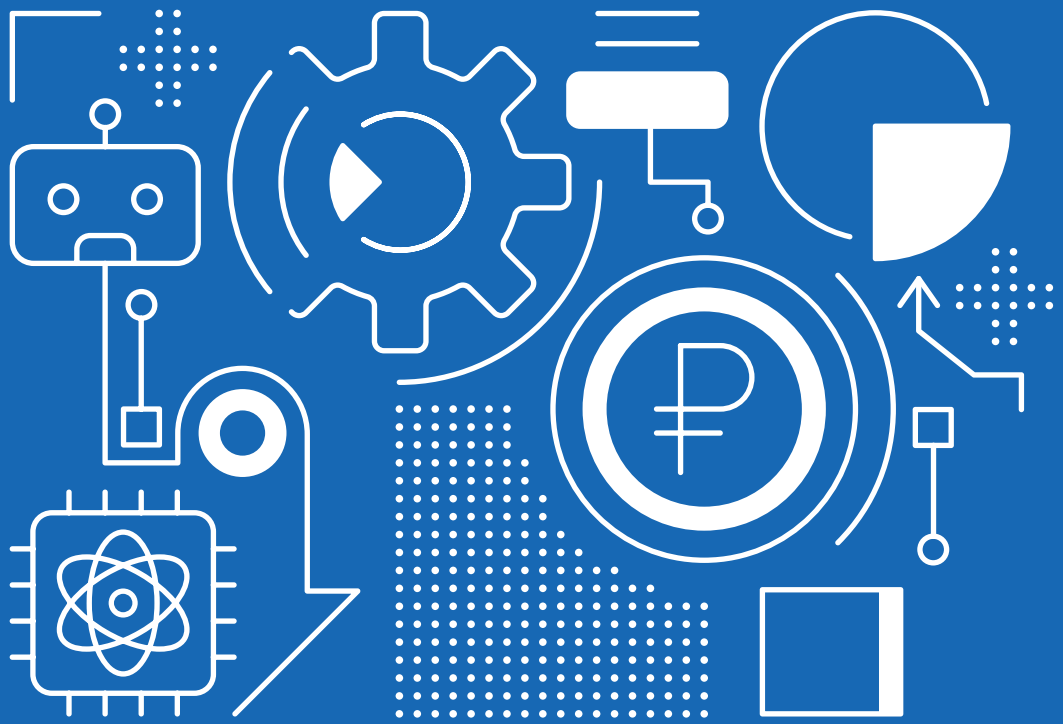
– высокая (технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии, технологии оптимизации передачи данных для VR/AR)
– умеренная (интерфейсы обратной связи и сенсоры для VR/AR, технологии графического вывода, средства разработки VR/AR-контента и технологии совершенствования пользовательского опыта (UX) со стороны разработчика)
– низкая (платформенные решения для пользователей: редакторы создания контента и его дистрибуции)

Ожидаемые сроки массового распространения технологий в России



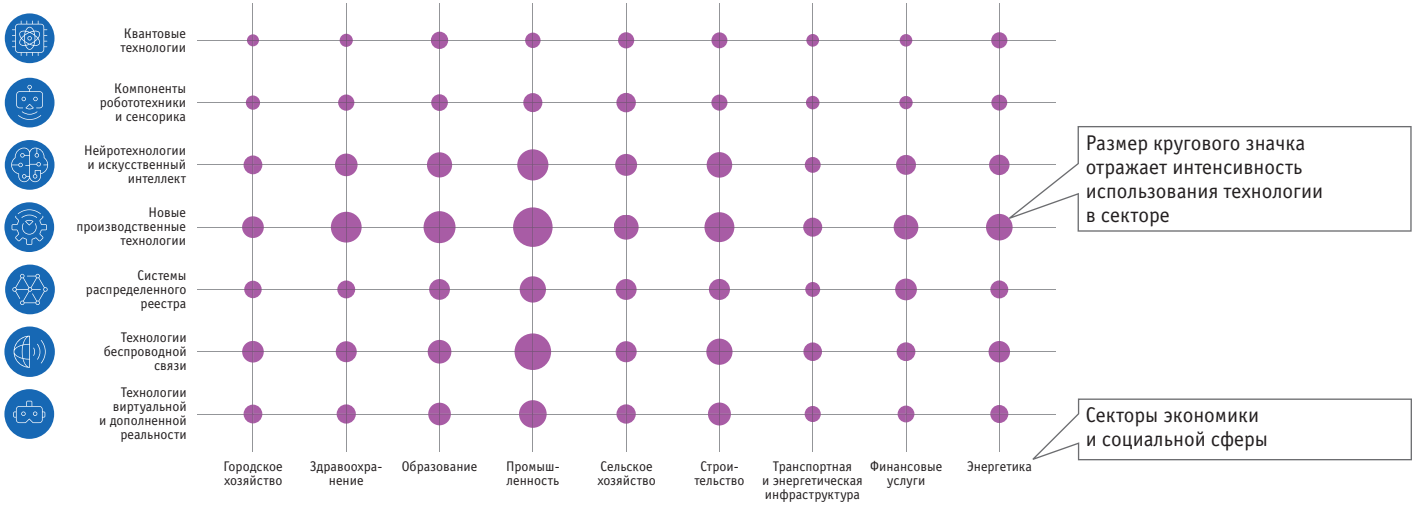
Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОНОМИКЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

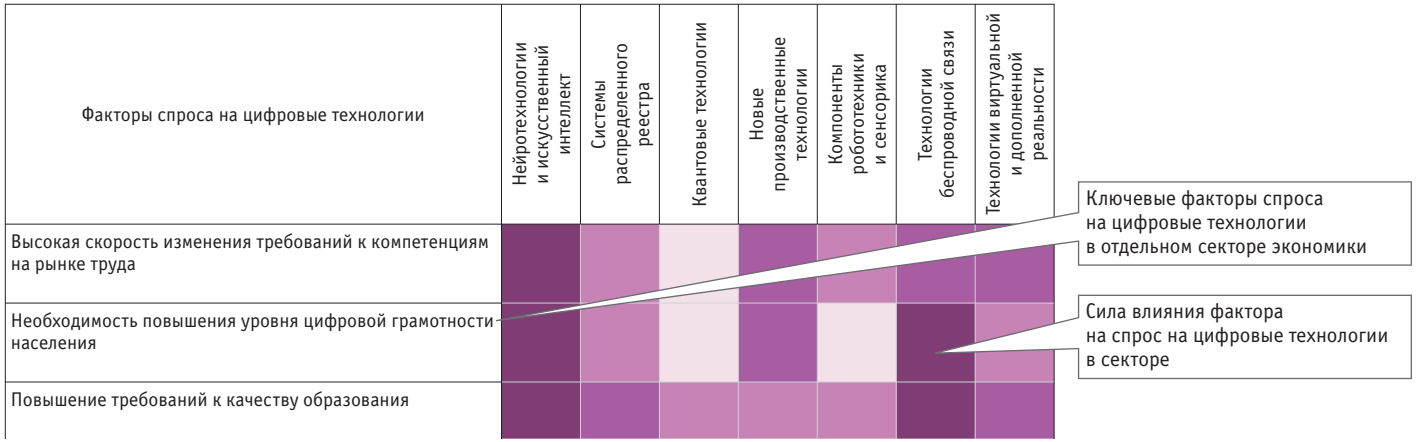


Методические комментарии

Матрица востребованности технологий



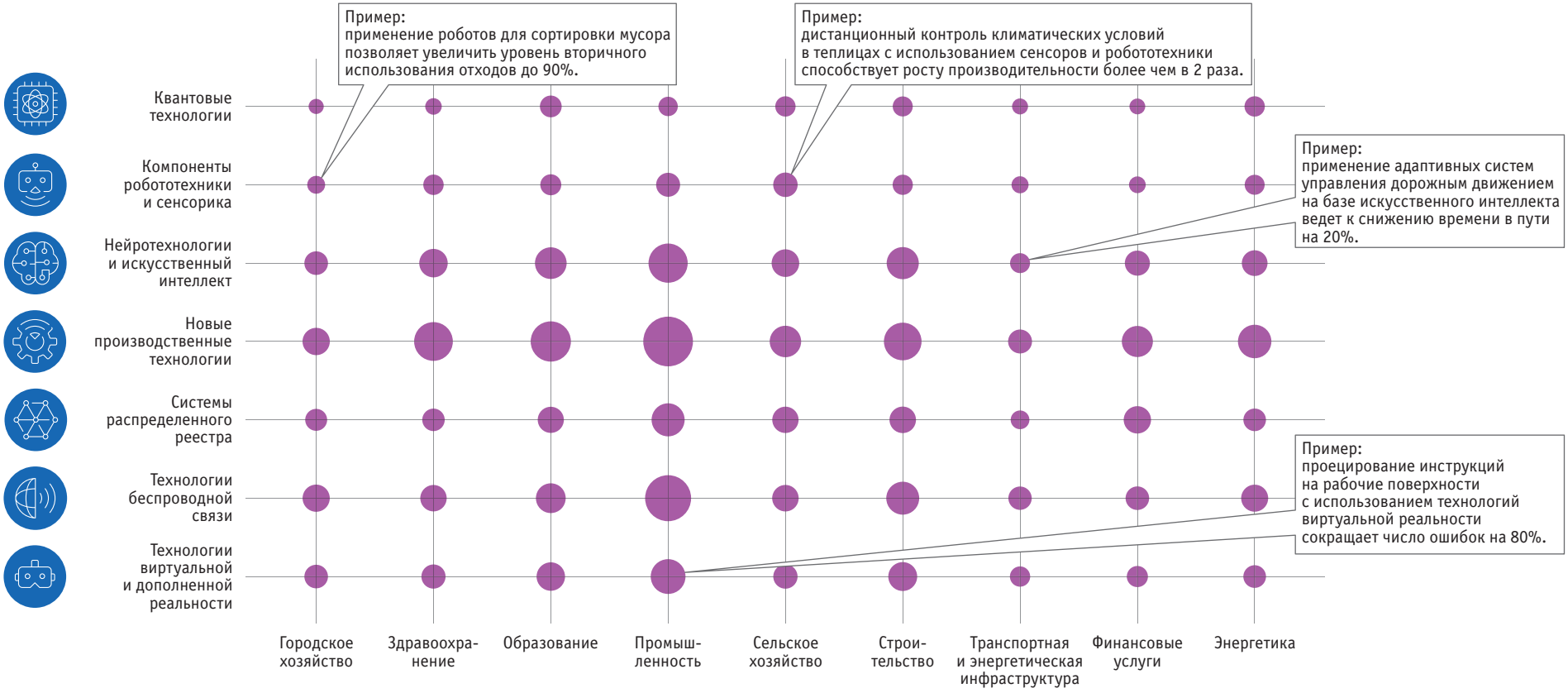
Факторы спроса на цифровые технологии



- **Матрица востребованности технологий** отражает уровень использования цифровых технологий в отдельных секторах экономики и социальной сферы.
- Уровень использования определяется на основе показателей совстречаемости в профессиональных медиа тематик создания или внедрения технологии и тематик, относящихся к сектору экономики (социальной сферы).
- Состав секторов сформирован в соответствии с перечнем приоритетных отраслей, установленных в Указе Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

- По каждому сектору выявлены **ключевые факторы спроса на технологии**.
- Для этого использована Система мониторинга глобальных технологических трендов, разработанная ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (https://issek.hse.ru/trendletter/).
- Чем темнее цвет, тем выше значимость фактора.

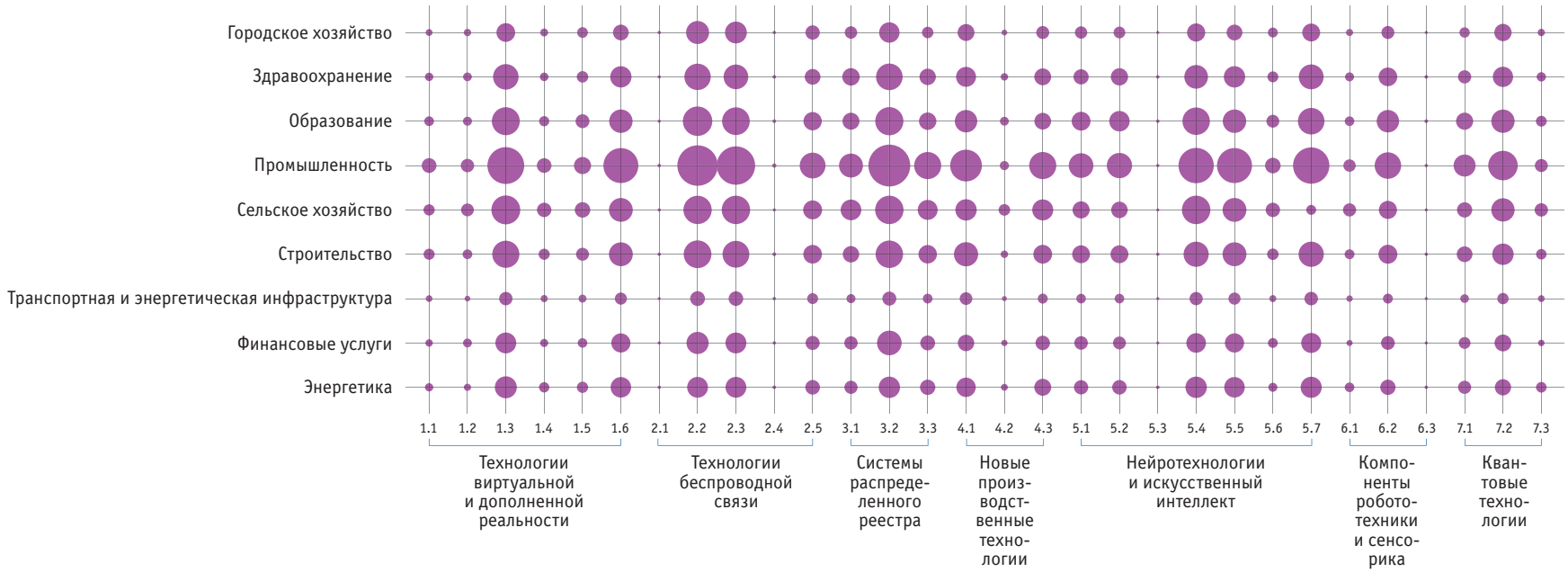
Возможности применения цифровых технологий в секторах экономики и социальной сферы по технологическим направлениям



Применение цифровых технологий в различных секторах обеспечивает **повышение эффективности** за счет **снижения роли человеческого фактора, индивидуализации продукции, повышения качества и доступности услуг, сокращения издержек.**

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

Возможности применения цифровых технологий в секторах экономики и социальной сферы по видам технологий



Технологии виртуальной и дополненной реальности

1.1 – Интерфейсы обратной связи и сенсоры для VR/AR
1.2 – Редакторы создания контента и его дистрибуции
1.3 – Средства разработки VR/AR-контента и технологии совершенствования пользовательского опыта
1.4 – Технологии графического вывода
1.5 – Технологии захвата движений в VR/AR и фотограмметрии
1.6 – Технологии оптимизации передачи данных для VR/AR

Технологии беспроводной связи

2.1 – LPWAN (Low Power Wide Area Network)
2.2 – PAN (Personal Area Network) RFID (HF и UHF метки)
2.3 – WAN (Wide Area Network)
2.4 – WLAN (Wireless Local Area Network)
2.5 – Спутниковые технологии связи

Системы распределенного реестра

3.1 – Технологии обеспечения целостности и непротиворечивости данных
3.2 – Технологии организации и синхронизации данных
3.3 – Технологии создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов

Новые производственные технологии

4.1 – Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (Smart Design)
4.2 – Манипуляторы и технологии манипулирования
4.3 – Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)

Нейротехнологии и искусственный интеллект

5.1 – Компьютерное зрение
5.2 – Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг
5.3 – Нейропротезирование
5.4 – Обработка естественного языка
5.5 – Перспективные методы и технологии искусственного интеллекта
5.6 – Распознавание и синтез речи
5.7 – Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Компоненты робототехники и сенсорика

6.1 – Сенсоры и обработка сенсорной информации
6.2 – Сенсоры и цифровые компоненты робототехнических комплексов для человеко-машинного взаимодействия
6.3 – Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования

Квантовые технологии

7.1 – Квантовые вычисления
7.2 – Квантовые коммуникации
7.3 – Квантовые сенсоры и метрология

Источник: Система интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ).

Здравоохранение

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Требования потребителей по повышению качества и доступности медицинских услуг							
Необходимость снижения издержек							
Широкое распространение носимых устройств							
Рост популярности здорового образа жизни среди населения							
Необходимость повышения качества лекарственных препаратов и скорости их вывода на рынок							
Перевод медицинской документации в электронную форму							
Необходимость повышения эффективности бюджетных расходов на здравоохранение							

В здравоохранении наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- новые производственные технологии
- компоненты робототехники и сенсорика
- технологии беспроводной связи

Перспективные области применения:

- предиктивное здравоохранение
- телемедицина
- «второе мнение» при постановке диагноза
- голосовые ассистенты для врачей
- 3D-моделирование и печать органов
- роботизированная хирургия
- индивидуальные лекарства

Образование

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Высокая скорость изменения требований к компетенциям на рынке труда							
Необходимость повышения уровня цифровой грамотности населения							
Повышение требований к качеству образования							
Потребность в индивидуализации обучения							
Необходимость внедрения новых форматов образовательного процесса							
Необходимость более тесной коммуникации между учащимися							
Необходимость повышения информационной безопасности в сфере образования							
Переход к электронному ведению документации в области образования							

В образовании наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- технологии беспроводной связи
- технологии виртуальной и дополненной реальности

Перспективные области применения:

- индивидуальные образовательные траектории
- иммерсивный образовательный опыт
- дистанционное обучение
- индивидуальные образовательные помощники
- интерактивные образовательные комплексы

Промышленность

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Необходимость роста производительности труда на промышленных предприятиях							
Необходимость обновления производственной базы и повышения качества производимой продукции							
Требование по повышению гибкости производства и кастомизации продукции							
Развитие цифровых компетенций работников промышленности							
Повышение требований к безопасности на промышленном производстве							
Повышение требований к экологичности промышленного производства							

В промышленности наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- новые производственные технологии
- компоненты робототехники и сенсорика
- нейротехнологии и искусственный интеллект
- технологии беспроводной связи

Перспективные области применения:

- «умные» предприятия
- промышленные аватары с управлением через нейроинтерфейсы
- 3D-печать
- цифровые двойники предприятий
- предиктивное обслуживание оборудования
- отслеживание цепочек поставок на основе блокчейна

Сельское хозяйство

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Необходимость повышения производительности труда в сельском хозяйстве							
Нехватка квалифицированных специалистов в области сельского хозяйства							
Низкая эффективность сельскохозяйственного оборудования							
Необходимость снижения издержек сельскохозяйственных предприятий							
Требование к повышению качества продукции и экологизации сельского хозяйства							
Снижение урожайности ввиду роста агроклиматических рисков							

В сельском хозяйстве наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- новые производственные технологии
- технологии беспроводной связи

Перспективные области применения:

- точное земледелие
- беспилотный транспорт для обработки и возделывания полей
- мониторинг перемещений сельскохозяйственной техники и животных
- роботизированный уход за урожаем
- эффективные удобрения с заданными свойствами
- виртуальные модели местности и рельефа

Городское хозяйство

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Ускорение темпов урбанизации и неравномерность развития инфраструктуры городской среды							
Необходимость оптимизации работы городских служб							
Повышение требований к безопасности в городе							
Рост вовлеченности горожан в решение вопросов городского развития							
Увеличение объемов производимого мусора и потребностей в его переработке							
Распространение концепции устойчивого развития							

В городском хозяйстве наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- новые производственные технологии
- компоненты робототехники и сенсорика
- технологии беспроводной связи

Перспективные области применения:

- предиктивное обслуживание объектов городского хозяйства
- цифровые двойники ключевых объектов инфраструктуры
- прогнозирование экологической обстановки
- «умная» сортировка мусора
- предсказание чрезвычайных ситуаций
- видеонаблюдение с распознаванием лиц

Строительство

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Расширение объемов строительства вследствие роста численности городского населения							
Потребность в увеличении темпов строительства и снижении затрат							
Необходимость повышения качества строительства							
Дефицит квалифицированных специалистов							
Проактивный подход к обеспечению безопасности строительства							
Необходимость улучшения свойств возводимых зданий в соответствии с возросшими требованиями покупателей жилья							
Необходимость повышения прозрачности и эффективности рынка недвижимости							

В строительстве наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- новые производственные технологии
- технологии беспроводной связи

Перспективные области применения:

- цифровые модели зданий (BIM)
- 3D-печать домов
- строительные материалы с заданными свойствами
- беспилотная строительная техника
- виртуальные 3D-модели рельефа
- экзоскелеты для строителей
- роботизированные строительные системы

Транспорт

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Интенсификация транспортного потока в городах							
Развитие беспилотного транспорта							
Повышение требований к качеству и доступности транспортных услуг, снижению их стоимости							
Необходимость снижения транспортно-логистических издержек							
Потребность в повышении степени связанности территории							
Необходимость обеспечения высокого уровня информационной безопасности транспортных систем							

В транспортном комплексе наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- технологии беспроводной связи
- новые производственные технологии
- компоненты робототехники и сенсорика

Перспективные области применения:

- интеллектуальные транспортные системы
- беспилотный автотранспорт
- дроны
- оптимизация маршрутов и расписаний транспорта
- шеринговые платформы
- предиктивный ремонт транспортной инфраструктуры
- обеспечение прозрачности логистических цепочек

Энергетика

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Рост спроса на продукцию энергетического сектора и необходимость внедрения энергоэффективных технологий							
Потребность в повышении эффективности процесса производства и сбыта электроэнергии							
Необходимость повышения надежности систем энергоснабжения							
Усиление экологических требований и развитие альтернативных источников энергоресурсов							
Стремление к минимизации потерь электроэнергии и сокращению разрыва между производством и потреблением энергии							
Необходимость повышения прозрачности цепочек создания стоимости							

В энергетике наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- новые производственные технологии
- технологии беспроводной связи
- системы распределенного реестра

Перспективные области применения:

- «умные» сети
- удаленный мониторинг и предиктивное обслуживание инфраструктуры
- создание новых видов топлива
- виртуальное проектирование объектов энергетики
- предвидение экстренных ситуаций

Финансовые услуги

Факторы спроса на цифровые технологии	Нейротехнологии и искусственный интеллект	Системы распределенного реестра	Квантовые технологии	Новые производственные технологии	Компоненты робототехники и сенсорика	Технологии беспроводной связи	Технологии виртуальной и дополненной реальности
Повышение требований потребителей к качеству банковских услуг							
Усиление конкуренции для традиционных банковских сервисов и необходимость снижения издержек							
Потребность в кастомизации банковских продуктов и услуг							
Необходимость повышения уровня прозрачности и безопасности финансовых транзакций							
Необходимость повышения финансовой грамотности населения							
Увеличение долговой нагрузки граждан							

В секторе финансовых услуг наибольший спрос на следующие цифровые технологии:

- нейротехнологии и искусственный интеллект
- технологии беспроводной связи
- системы распределенного реестра

Перспективные области применения:

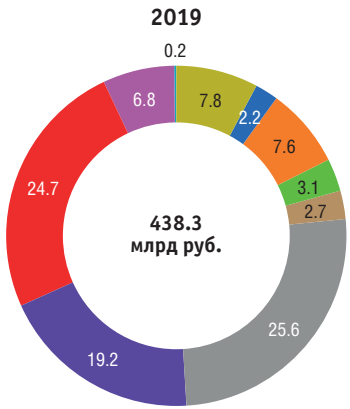
- удаленная аутентификация
- дистанционное обслуживание
- криптовалюты
- персонализированные коммуникации с клиентами
- автоматизация заключения контрактов (смарт-контракты)
- виртуальные банковские отделения

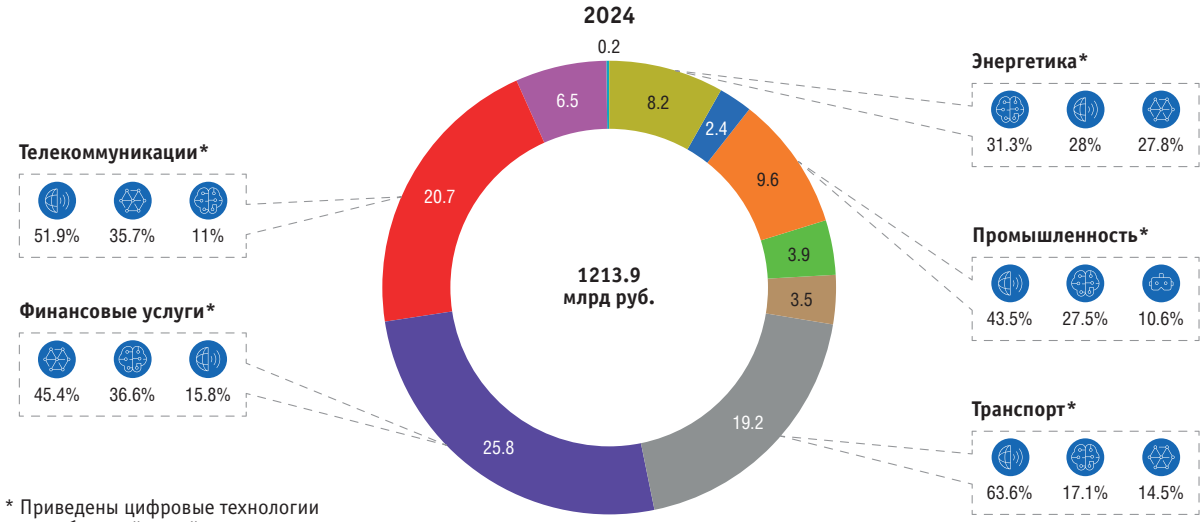
Структура спроса секторов российской экономики на цифровые технологии в перспективе до 2024 г.

Алгоритм оценки перспективного спроса секторов российской экономики на цифровые технологии

Динамика значимости цифровых технологий для секторов российской экономики в 2015–2020 гг. → Динамика уровня готовности цифровых технологий → Оценки скорости адаптации цифровых технологий в секторах экономики → Масштабы спроса на цифровые технологии

Наибольший спрос в секторах экономики и социальной сферы ожидает **технологии беспроводной связи, системы распределенного реестра, нейротехнологии и искусственный интеллект.**





* Приведены цифровые технологии с наибольшей долей в структуре спроса сектора.

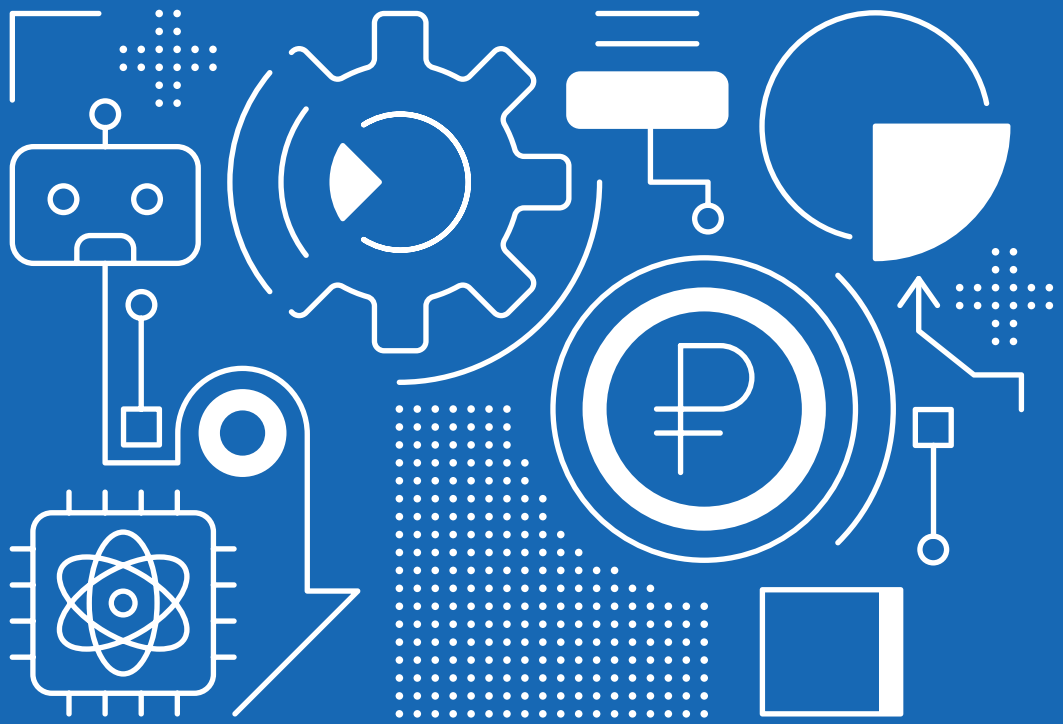
Секторы экономики (%)

- Энергетика
- Здравоохранение
- Промышленность
- Агропромышленный комплекс
- Строительство
- Транспорт
- Финансовые услуги
- Телекоммуникации
- Образование и наука
- Городское хозяйство

Цифровые технологии

- Нейротехнологии и искусственный интеллект
- Системы распределенного реестра
- Квантовые технологии
- Новые производственные технологии
- Компоненты робототехники и сенсорика
- Технологии беспроводной связи
- Технологии виртуальной и дополненной реальности

ЦИФРОВАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Методические комментарии

Конъюнктурный мониторинг цифровой активности в обрабатывающей промышленности

- **Цель мониторинга** – исследование процессов цифровизации отраслей на основе обобщения предпринимательских мнений и намерений относительно внедрения в деятельность предприятий обрабатывающей промышленности прорывных бизнес-моделей и технологий, потенциальных выгод и преимуществ от цифровых решений, кратко- и среднесрочных перспектив цифровой трансформации.

- **Мониторинг цифровой активности проводится** Центром конъюнктурных исследований ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в рамках Программы фундаментальных исследований по теме «Конъюнктурный мониторинг делового климата, экономических настроений и цифровой активности в экономике России» (первое пилотное обследование состоялось в середине 2018 г., второе – в середине 2019 г.).

- **Выборка и данные**
  - Общая совокупность единиц наблюдения – более 1200 предприятий из 30 российских регионов, входящих в раздел «С» классификации ОКВЭД 2.
  - Выборка репрезентативна по всем единицам наблюдения, многомерна, стратифицирована, а также представительна по основным экономическим параметрам 30 регионов России.
  - Все полученные в ходе обследования данные носят качественный характер.

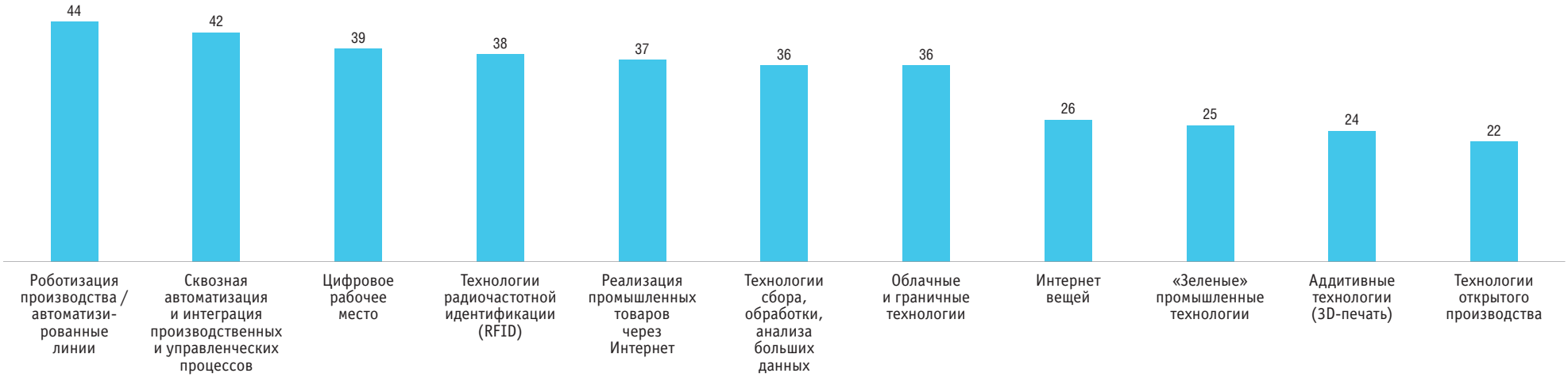
Уровень цифровой активности предприятий

В 2018–2019 гг. **доля предприятий, внедряющих цифровые технологии, выросла в 1.8 раза**

Доля предприятий, внедряющих цифровые технологии, %

Применение цифровых технологий на предприятиях обрабатывающей промышленности

(в % от общего числа предприятий)



Ключевые тенденции

- По оценкам респондентов, в 2019 г. **возросла значимость цифровых технологий для развития производства.**
- **Более 25% руководителей отметили увеличение востребованности цифровых технологий** на производстве.
- **Более 60% руководителей сочли сложившийся уровень цифровой активности «нормальным»,** т.е. приемлемым для условий в период обследования.
- В 2019 г. **треть предприятий, участвовавших в опросе,** в той или иной степени были **вовлечены в цифровую трансформацию,** наращивали объем цифровых сервисов, стремились к «датацентричности», **тогда как в 2018 г. их доля едва дотягивала до 20%.**

Занятость и цифровые компетенции

В большинстве случаев цифровизация предприятий влечет за собой **увеличение штатной численности ИКТ-специалистов** соответствующего профиля. Основная их часть осуществляют поддержку ИКТ-инфраструктуры и офисного программного обеспечения, систем безопасности данных.

Структура численности специалистов в сфере цифровизации на предприятиях обрабатывающей промышленности

(в % от общего числа предприятий)

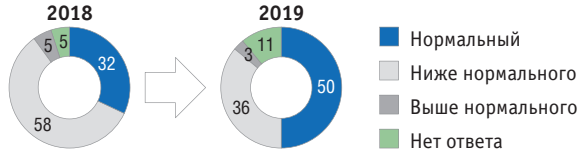
Ключевые тенденции

- **На 80% производств реализация большинства сложных цифровых задач,** для которых требовалось применение профессиональных ИКТ-навыков, **выполнялась с помощью привлеченных специалистов.**
- Тем не менее **в 2019 г. доля штатных сотрудников, занятых разработкой систем и программного обеспечения для управления предприятием, увеличилась до 41%** (против 31% в 2018 г.).
- **Доля внешних специалистов в 2019 г. снизилась до 57%** с 65% в 2018 г. Аналогичная ситуация прослеживалась в части выполнения функций по поддержке систем управления предприятием, разработке и поддержке корпоративных веб-порталов, обеспечению безопасности данных.
- **По сравнению с 2018 г.** практически на всех предприятиях **зафиксирован рост цифровых компетенций штатных сотрудников,** выполняющих не только относительно простые, но и достаточно сложные задачи.

Инвестиции предприятий в цифровые технологии

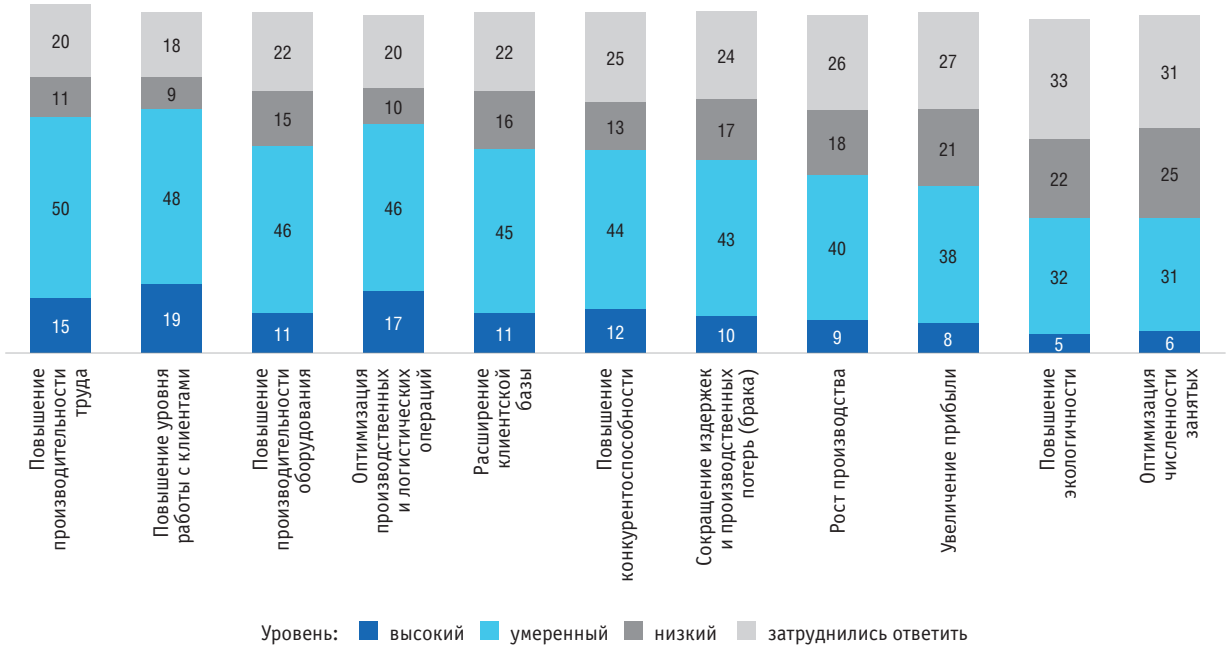
У большинства предприятий наблюдалось повышение цифровой активности в 2019 г.: доля руководителей, сообщивших о «нормальном» уровне инвестиций в технологии, выросла с 32% в 2018 г. до 50%; инвестиционный уровень «ниже нормального» отметили 36% респондентов против 58% годом ранее.

Уровень инвестиций в цифровые технологии, %



Ожидаемые эффекты от инвестиций в цифровые технологии

(в % от общего числа предприятий)



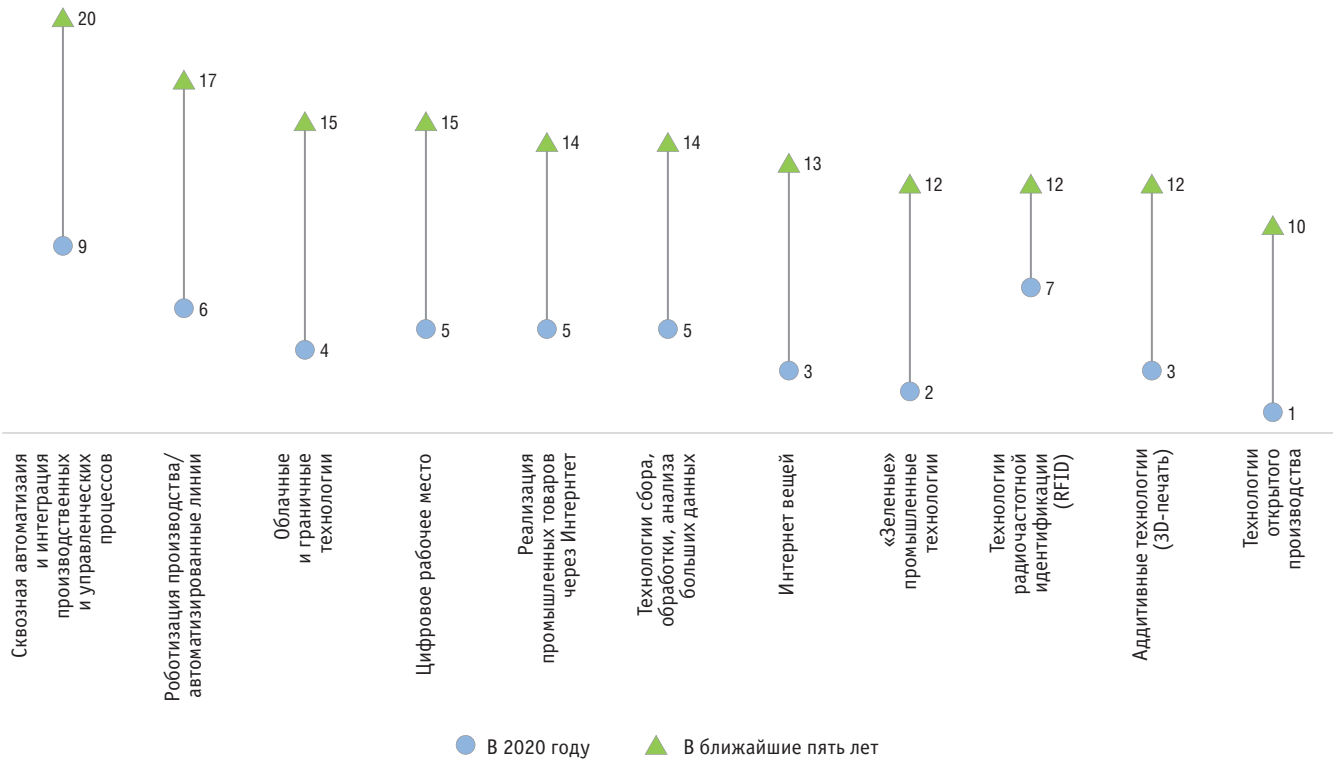
- **Большинство респондентов** рассчитывают на **получение «умеренных» выгод** от внедрения цифровых проектов.
- Наибольшие ожидания от цифровых технологий связаны с **повышением качества работы с клиентами и производительности труда, оптимизацией производственных и логистических операций.**
- **Менее существенные эффекты ожидаются от сокращения численности занятых в связи с роботизацией.** Низкую значимость данного эффекта отметили 25% респондентов, затруднились с ответом почти треть.
- **Практически четверть руководителей не смогли оценить возможные эффекты,** а по некоторым позициям доля таковых достигала 33% (например, в отношении повышения экологичности производства).

Перспективы технологической трансформации

В 2020 г. **менее 10% предприятий обрабатывающей промышленности запланировали внедрение цифровых технологий.** Респонденты более оптимистичны при рассмотрении отдаленной перспективы инвестирования в цифровые технологии и ожидают заметного прогресса в течение **ближайших пяти лет.**

Динамика внедрения цифровых технологий, планируемого в 2020 г. и в ближайшие пять лет, на предприятиях обрабатывающей промышленности

(в % от общего числа предприятий)



- **В краткосрочном периоде намечается внедрение** технологий, направленных на развитие сквозной автоматизации и интеграцию производственных и управленческих процессов, технологий RFID, роботизации производства (в 2020 г. ожидают внедрение на 6–9% предприятий).
- **К 2025 г. существенно вырастет доля предприятий, внедряющих цифровые технологии.** Так, если в 2020 г. технологии открытого производства, «зеленые» технологии, 3D-печать и Интернет вещей планировались к внедрению только на 1–3% производств, то в течение следующих пяти лет их намерены внедрить 10–13% предприятий.

Заключение

Развитие цифровых технологий – необходимое условие экономического роста и повышения благосостояния общества.

Научные исследования и разработки в области цифровых технологий в России до последних лет развивались менее интенсивно, чем в ряде ведущих стран мира, однако текущая динамика опережает среднемировую. По ряду направлений (например, квантовым технологиям) Россия обладает значимыми заделами в фундаментальной науке. В сфере прикладных исследований участие бизнеса еще не столь заметно. Успешным исключением стало развитие искусственного интеллекта: в этой области российские компании активно патентуют свои разработки, в том числе и за рубежом.

Цифровые технологии сегодня востребованы практически во всех секторах экономики и социальной сферы, способствуя переводу бизнес-процессов в цифровую среду. Заметно растут доля компаний, осуществляющих проекты цифровой трансформации, и объемы инвестиций в их реализацию, увеличивается численность специалистов, расширяются их цифровые компетенции. Все это формирует позитивные ожидания бизнеса, связанные с эффектами использования цифровых решений.

Более широкое распространение цифровых технологий ожидается в среднесрочной перспективе. Для вовлечения предприятий, в том числе малых и средних, в цифровую трансформацию предстоит снизить разрыв между лидерами и аутсайдерами. В настоящее время отмечается существенная дифференциация секторов экономики по масштабам и темпам внедрения цифровых технологий. Снижению рисков «цифрового разрыва» могут способствовать механизмы поддержки в рамках национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации», направленные на реализацию технологических приоритетов и внедрение цифровых технологий.

Перспективная повестка цифрового развития не исчерпывается перечнем технологий, закрепленных в дорожных картах «сквозных» цифровых технологий и высокотехнологичных направлений. В приложении представлены рекомендации по расширению перечня «сквозных» цифровых технологий за счет новых направлений, отличающихся высокими социально-экономическими эффектами.

Приложение. Рекомендации по расширению перечня «сквозных» цифровых технологий

Технологические направления	Индексы iFORA*			Объем мирового рынка, млрд долл. США	Ведущие российские организации
	Научные статьи	Патенты	Рыночная аналитика		
Геоинформационные и навигационные технологии (пространственные данные)	●	●	●	Пространственные данные – 339 (2019 г.) Геоаналитика – 86.3 (к 2023 г.) Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – 76 (к 2020 г.)	Российские космические системы, АО «Роскартография», НП «ГЛОНАСС», ПАО «Ростелеком», ГК «Геоскан»
Технологии фотоники	●	●	●	Фотоника – 780 (к 2023 г.) CAGR** 7.0%	АО «Швабе», НИИ «Полюс», АО «Росэлектроника», РФЯЦ-ВНИИЭФ
Технологии облачных, туманных, граничных, росистых вычислений	●	●	●	Туманные вычисления – 0.203 (к 2023 г.) CAGR 55.6%	ПАО «Ростелеком», ПАО «Сбербанк», ООО «Мэйл.Ру Груп», ЗАО «КРОК инкорпорейтед», 1С, ИППИ РАН
Кибербиологические системы (в том числе нейротехнологии)	●	●	●	Нейрокомпьютерные интерфейсы – 2.3 (к 2025 г.) CAGR 11.3%	ООО «ЭкзоАтлет», ООО «Моторика», Викиум, Нейроботикс, МГУ, НИУ ВШЭ
Технологии аутентификации и идентификации (в том числе биометрические технологии)	●	●	●	Биометрические системы – 65.3 (к 2024 г.) CAGR 14.6%	ООО «Центр речевых технологий», Университет ИТМО, МФТИ
Аддитивные технологии (3D- и 4D-печать)	●	●	●	Аддитивное производство – 7.5 (к 2023 г.) CAGR 13.8% (рост производительности труда до 30 раз, коэффициента использования материалов – до 98%, снижение массы до 50%)	ФГУП «ВИАМ», ФГУП «НАМИ», СПбПУ, ГК «Росатом», ФГУП «ЦАГИ», АО «ОРКК», НИУ ВШЭ
Суперкомпьютерные и грид-технологии	●	●	●	Оборудование и программное обеспечение для суперкомпьютеров – 35 (к 2021 г.)	АО «Росэлектроника», АО «МЦСТ», АО «НИЦЭВТ», МГУ, РФЯЦ-ВНИИЭФ

- - - - Среднее значение по всем цифровым технологиям

● Показатель для предлагаемого технологического направления

* Учитывают показатели значимости и динамичности для предложенного технологического направления относительно среднего значения по всем цифровым технологиям.

** CAGR – совокупный среднегодовой темп роста.

Рекомендации по расширению перечня «сквозных» цифровых технологий: глоссарий

Геоинформационные технологии

Программно-технические средства обработки и передачи информации, позволяющие реализовать функциональные возможности геоинформационной системы

Технологии фотоники

Множество информационных, коммуникационных, производственных, энергетических и других технологий, базирующихся на эффективной передаче энергии и/или информации потоком одинаковых или почти одинаковых фотонов

Облачные сервисы

Технологии распределенной обработки данных, в которых компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как Интернет-сервис

Туманные вычисления

Технологии, обеспечивающие доступ к масштабируемым вычислительным ресурсам, распределенным между конечными устройствами и облачными или дата-центрами

Граничные вычисления

Технологии обработки и хранения данных на конечном устройстве, обеспечивающие очень низкую (практически нулевую) задержку передачи данных за счет отсутствия необходимости передачи информации на большие расстояния от центров обработки данных до конечных устройств

Росистые вычисления

Технологии, основанные на концепции микросервисов, которые предоставляются устройствами конечного пользователя без помощи централизованных облачных сервисов

Кибербиологические системы

Системы, обеспечивающие взаимодействие между мозгом человека и периферийными электронными устройствами

Технологии аутентификации и идентификации (в том числе биометрические технологии)

Технологии проверки подлинности пользователя путем измерения физиологических параметров и характеристик человека, особенностей его поведения

Аддитивные технологии

Технологии послойного создания трехмерных объектов на основе их цифровых моделей («двойников»), позволяющие изготавливать изделия сложных геометрических форм и профилей

Суперкомпьютерные технологии

Технологии, обеспечивающие высокопроизводительные вычисления за счет использования принципов параллельной и распределенной (грид) обработки данных и высокой пропускной способности

Список литературы

НИУ ВШЭ (2018a) Вклад цифровизации в рост российской экономики // Информационный бюллетень. Серия «Цифровая экономика». Режим доступа: https://issek.hse.ru/news/221125086.html (дата обращения: 13.05.2020).

НИУ ВШЭ (2018b) Технологическое будущее российской экономики, Москва, 10–13 апреля 2018 г. / гл. ред. Л.М. Гохберг. Режим доступа: https://issek.hse.ru/data/2018/04/19/1150483972/Technology_future_of_Russian_economy.pdf (дата обращения: 30.04.2020).

НИУ ВШЭ (2019a) Индикаторы цифровой экономики: 2019: стат. сборник. Режим доступа: https://www.hse.ru/primarydata/ice2019 (дата обращения: 21.05.2020).

НИУ ВШЭ (2019b) Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение / науч. ред. Л.М. Гохберг. Режим доступа: https://issek.hse.ru/data/2019/04/10/1174567204/Цифровая_экономика.pdf (дата обращения: 08.05.2020).

НИУ ВШЭ (2019c) Индекс цифровизации бизнеса // Информационный бюллетень. Серия «Цифровая экономика». Режим доступа: https://issek.hse.ru/news/244878024.html (дата обращения: 21.05.2020).

НИУ ВШЭ (2020) Цифровая экономика: 2020: краткий стат. сборник. Режим доступа: https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/323871553 (дата обращения: 30.04.2020).

China Institute for Science and Technology Policy at Tsinghua University (2018) China AI Development Report. Режим доступа: http://www.sppm.tsinghua.edu.cn/eWebEditor/UploadFile/China_AI_development_report_2018.pdf (дата обращения: 23.04.2020).

GOV.UK (2019) AI Sector Deal. Режим доступа: https://www.gov.uk/government/publications/artificial-intelligence-sector-deal/ai-sector-deal#key-commitments (дата обращения: 13.05.2020).

European Commission (2018) European Commission Digital Strategy: A digitally transformed, user-focused and data-driven Commission. Режим доступа: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/strategy/decision-making_process/documents/ec_digitalstrategy_en.pdf (дата обращения: 08.05.2020).

European Commission (2019a) G20 Ministerial Statement on Trade and Digital Economy. Режим доступа: http://trade.ec.europa.eu/doclib/press/index.cfm?id=2027 (дата обращения: 23.04.2020).

European Commission (2019b) Transport in the EU: Current Trends and Issues. Режим доступа: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2019-transport-in-the-eu-current-trendsand-issues.pdf (дата обращения: 20.04.2020).

European Commission (2020) Digital Transformation Scoreboard 2018. EU businesses go digital: Opportunities, outcomes and uptake. Режим доступа: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/content/welcome (дата обращения: 23.04.2020).

FAO (2019) Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas. Режим доступа: http://www.fao.org/3/ca4887en/ca4887en.pdf (дата обращения: 21.05.2020).

Federal Ministry of Education and Research (2018) Quantum technologies – from basic research to market. Режим доступа: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Quantum_technologies.pdf

ITU (2018) Measuring the Information Society Report. Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017_Volume1.pdf (дата обращения: 08.05.2020).

ITU (2019a) Digital Infrastructure Policy and Regulation in the Asia-Pacific Region. Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2019/RRITP2019/ASP/ITU_2019_Digital_Infrastructure_5Sep2019FNL.pdf (дата обращения: 13.05.2020).

ITU (2019b) Digital Skills Insights. Режим доступа: https://academy.itu.int/sites/default/files/media2/file/Digital%20Skills%20Insights%202019%20ITU%20Academy.pdf (дата обращения: 30.04.2020).

ITU (2019c) Focus Group on Technologies for Network 2030. Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/net2030/Pages/default.aspx (дата обращения: 23.04.2020).

ITU (2019d) Measuring digital development. Facts and figures 2019. Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2019.pdf (дата обращения: 21.05.2020).

National Archives and Records Administration (2019) Blockchain White Paper. Режим доступа: https://www.archives.gov/files/records-mgmt/policy/nara-blockchain-whitepaper.pdf (дата обращения: 23.04.2020).

NSF (2019) National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots. Режим доступа: https://www.nsf.gov/pubs/2020/nsf20522/nsf20522.pdf (дата обращения: 13.05.2020).

Observer Research Foundation (2018) AI and National Strategies. Режим доступа: https://www.orfonline.org/wp-content/uploads/2018/11/Ai_Book.pdf (дата обращения: 21.04.2020).

OECD (2018) Toolkit for Measuring the Digital Economy. Режим доступа: http://www.oecd.org/g20/summits/buenos-aires/G20-Toolkit-for-measuring-digital-economy.pdf (дата обращения: 23.04.2020).

OECD (2019a) Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives. Режим доступа: http://www.oecd.org/going-digital/going-digital-synthesis-summary.pdf (дата обращения: 21.05.2020).

OECD (2019b) Vectors of Digital Transformation. OECD Digital Economy Papers. No. 273.

OECD (2019c) Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. Режим доступа: https://www.oecd.org/going-digital/measurement-roadmap.pdf (дата обращения: 21.05.2020).

Quantum Digital (2018) Quantum Global Solutions. Режим доступа: https://qgs.global/wp-content/uploads/2018/07/Quantum-Digital-Hong-Kong.pdf (дата обращения: 30.04.2020).

The American Society of Mechanical Engineers (2019) Accelerating US Robotics for American Prosperity and Security. Режим доступа: https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/aboutasme/get%20involved/advocacy/policy-publications/ps-19-01-accelerating-us-robotics-general-position-paper.pdf (дата обращения: 13.05.2020).

The Federal Government (2018a) Artificial Intelligence Strategy. Режим доступа: https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html?file=files/downloads/Nationale_KI-Strategie_engl.pdf (дата обращения: 08.05.2020).

The Federal Government (2018b) The High-Tech Strategy 2025. Режим доступа: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Research_and_innovation_that_benefit_the_people.pdf (дата обращения: 23.04.2020).

The White House (2018a) National Strategic Overview for Quantum Information Science. Режим доступа: https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/09/National-Strategic-Overview-for-Quantum-Information-Science.pdf (дата обращения: 13.05.2020).

The White House (2018b) Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing. Режим доступа: https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf (дата обращения: 27.04.2020).

The White House (2018c) Summary of the 2018 White house summit on Artificial Intelligence for American Industry. Режим доступа: https://www.whitehouse.gov/wpcontent/uploads/2018/05/Summary-Report-of-White-House-AI-Summit.pdf (дата обращения: 13.05.2020).

UN (2019) The Case for a Digital Ecosystem for the Environment: Bringing together data, algorithms and insights for sustainable development. Режим доступа: https://www.un-spbf.org/wp-content/uploads/2019/03/Digital-Ecosystem-final.pdf (дата обращения: 30.04.2020).

UNCTAD (2019) Digital Economy Report 2019. Режим доступа: https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=2466 (дата обращения: 23.04.2020).

WEF (2018a) An Action Plan to Accelerate Building Information Modelling (BIM) Adoption. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf (дата обращения: 28.04.2020).

WEF (2018b) Our Shared Digital Future: Building an Inclusive, Trustworthy and Sustainable Digital Society. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Our_Shared_Digital_Future_Report_2018.pdf (дата обращения: 13.05.2020).

WEF (2019a) The Global Competitiveness Report. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (дата обращения: 08.05.2020).

WEF (2019b) The Global Risks Report 2019. 14th Edition. Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf (дата обращения: 30.04.2020).

WEF (2020) Digital Transformation Initiative. Режим доступа: http://reports.weforum.org/digital-transformation (дата обращения: 14.05.2020).

World Bank (2018) Competing in the Digital Age. Режим доступа: http://documents.worldbank.org/curated/en/860291539115402187/pdf/Competing-in-the-Digital-Age-Policy-Implications-for-the-Russian-Federation-Russia-Digital-Economy-Report.pdf (дата обращения: 13.05.2020).

Основные публикации ИСИЭЗ НИУ ВШЭ по вопросам цифровой экономики

Аналитические доклады

- Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение
- Перспективная модель государственной статистики в цифровую эпоху
- Технологическое будущее российской экономики
- Прогноз научно-технологического развития России: 2030
- Тенденции развития Интернета (*серия докладов*)
- Информационное общество: востребованность ИКТ населением
- Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации

https://issek.hse.ru/analitreports

Ежегодные статистические сборники

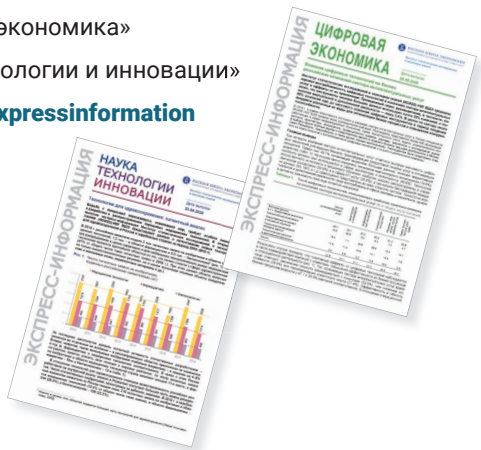
- Цифровая экономика
- Индикаторы цифровой экономики
- Информационное общество: тенденции развития в субъектах Российской Федерации
- Наука. Технологии. Инновации
- Индикаторы науки
- Индикаторы инновационной деятельности
- Образование в цифрах
- Индикаторы образования

https://www.hse.ru/primarydata

Экспресс-информация

- Серия «Цифровая экономика»
- Серия «Наука, технологии и инновации»

https://issek.hse.ru/expressinformation



Система интеллектуального анализа больших данных iFORA

https://ifora.hse.ru

Мониторинг глобальных технологических трендов

- Атлас технологий будущего
- Атлас профессий будущего
- Трендлеттеры

https://issek.hse.ru/trendletter

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

Редактор *М. Ю. Соколова*
Дизайн обложки *О. В. Васильев, И. В. Цыганков*
Компьютерный макет *О. Г. Егин, Т. Ю. Кольцова, В. В. Пучков*

Подписано в печать 30.10.2020. Формат 60×90 $^{1}/_{8}$. Бумага мелованная.
Печ. л. 14.5. Уч.-изд. л. 15.35. Тираж 400 экз. Заказ № 228.

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Отпечатано в ООО «Верже-РА»
129323, Москва, Сельскохозяйственная ул., д. 43/1
Тел.: +7 (495) 727-00-08

По вопросам приобретения книги обращаться
в Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ:
101000, Москва, Мясницкая ул., 20
Тел.: +7 (495) 621-28-73, issek.hse.ru, issek@hse.ru

ИНСТИТУТ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ НИУ ВШЭ

Адрес: 101000, Москва, Мясницкая ул., 20
Тел.: +7 (495) 621-28-73
issek.hse.ru
issek@hse.ru