



*Национальная Ассоциация
Участников Рынка Робототехники*

Аналитическое исследование: Мировой рынок робототехники

Январь
2016

Краткое содержание

Рынок робототехники подразделяется на сегменты промышленной и сервисной робототехники. В обоих сегментах рынка наблюдается стабильный рост. В промышленной робототехнике с 2010 по 2014 гг. средний рост продаж в год составлял 17%. В 2014 г. было продано 229 тыс. робототехнических комплексов для использования в промышленности и 70% мировых продаж пришлось на 5 стран: Китай, Япония, США, Республика Корея и Германия. Данные страны имеют ряд государственных программ, направленных на поддержку и развитие робототехнической отрасли (Глава 10). Наибольшие продажи промышленных роботов в 2014 г. наблюдались в автомобилестроении (98 тыс. шт.) и в производстве электроники (48,4 тыс. шт.).

Сервисные роботы подразделяются по использованию на профессиональных и персональных. Рост продаж сервисных роботов для профессионального использования составил 11,5%, достигнув 24 207 робототехнических единиц в 2014 г. Долю в 45% от данного числа занимают роботы специального и военного назначения (11 000 единиц). В 2014 г. было продано 4,7 млн. сервисных роботов для персонального использования, что свидетельствует о росте в 28%. Объем продаж возрос до \$ 2,2 млрд.

Во всем мире, по данным The Robot Report, существует более 343 компаний, производящих промышленных роботов, более 347 компаний, занимающихся интеграцией робототехнических комплексов в производственный процесс, более 886 компаний, производящих сервисных роботов для профессионального использования, и 204 компании, производящих сервисных роботов для персонального использования. В Главе 2 представлены наиболее крупные игроки на данных рынках. В Главе 5 рассматриваются мировые образовательные и научные центры, чье число приближается к 340 организациям. Более подробно рассматриваются такие научные центры, как DARPA и MIT. В ходе библиометрического анализа (Глава 8) были выявлены ведущие зарубежные научные центры по числу публикаций: Гарвардский университет (США), Массачусетский технологический институт (США), Китайская академия наук, Университет Калифорнии (США). Анализ тематик 100 наиболее цитируемых научных публикаций в области робототехники показал, что существует два ярко выраженных тематических кластера: базовые технологии робототехники и робототехника в медицине.

В Главе 3 рассматриваются ключевые технологии робототехники и направления перспективных исследований и разработок, такие как получение энергии из внешней среды, роботы, способные менять форму и производить саморемонт, мультимодальные интерфейсы, анализ и синтез жестов, «роевой» интеллект, гибкие производственные

модули и др. Дается соотношение технологий робототехники и сфер применения, а также влияние прогресса в различных областях науки на развитие робототехники по областям.

В Главе 4 приводятся прогнозы различных аналитических центров: International Federation of Robotics (IFR), Myria Research, Boston Consulting Group, Tractica, PwC, MarketsandMarkets, Bank of America Merrill Lynch. В целом, по данным IFR, прогнозируется значительный рост всех сегментов рынка робототехники: продажи промышленных роботов в 2018 году ожидаются в размере 400 тыс. шт., продажи сервисных роботов для профессионального использования за период 2015-2018 составят 152 375 шт. и \$ 19,6 млрд., а продажи сервисных роботов для персонального использования составят 35 млн. шт. и \$ 12,2 млрд. Myria Research считает, что рынок робототехники и интеллектуальных операционных систем, а также их экосистема, включая аппаратное, программное обеспечение и сферу обслуживания, достигнут уровня в более чем \$ 320 млрд. к 2020 году. В исследовании Myria Research общий объем рынка робототехники и интеллектуальных операционных систем в 2015 г. оценивается в \$ 63 млрд., а в 2025 г. – \$ 1.2 трлн. Аналитики Myria Research считают, что в течении 10 лет появится новая должность – начальник робототехнического отдела (как сейчас IT-директор), в связи с широким распространением использования робототехники в компаниях и важностью данных технологий для оптимизации процессов, протекающих в организациях. Myria Research дает рекомендации по оценке потенциала использования робототехники для компаний-потребителей робототехники и для поставщиков робототехнических решений. PwC считает, что с распространением роботов появится «смешанная рабочая сила», которую будут составлять тесно взаимодействующие люди и роботы.

Глава 6 посвящена робототехнике в России. В 2014 году произошел значительный спад продаж промышленных роботов до 340 шт., в то время как в 2013 году было приобретено предприятиями 615 промышленных роботов. Доля российского рынка промышленных роботов составляет 0,15%. В России производством промышленных роботов занимаются ООО «Волжский машиностроительный завод» (ООО «ВМЗ») и ОАО «Башкирская машиноиспытательная станция». В начале декабря в СМИ появилась новость о ликвидации ООО «ВМЗ». В 2016 году планируется строительство в Башкирии нового предприятия для производства промышленных роботов и их комплектующих. Также в Главе 6 приводится описание 14 российских компаний-интеграторов и 14 компаний, производителей сервисных роботов. Представлен список из 138 российских компаний, занимающихся робототехникой или связанной с ней областью, список из 66 высших учебных заведений, где осуществляется подготовка по направлениями «Роботы и

робототехнические системы» (220402) и/или «Мехатроника и робототехника» (15.03.06), и список из 28 научных центров. Дается описание 5 научных центров (ЦНИИ РТК, Научно-Учебный Центр «Робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Центр разработки робототехнических систем МГТУ «СТАНКИН», Научно-производственное объединение «Андроидная техника», ОАО «ВНИИТрансмаш»).

Проведенный Ассоциацией опрос выявил специфику российского рынка робототехники. Как наиболее перспективную область применения промышленной робототехники респонденты отметили военную промышленность, но автомобильная и электронная промышленность, лидеры по применению промышленных роботов, не были отмечены респондентами как перспективные, что свидетельствует об ориентации российских компаний на нужды военно-промышленного комплекса, а не на гражданский сектор. Как наиболее перспективную область сервисной робототехники респонденты назвали медицину, а также автономные транспортные средства и использование роботов для безопасности/охраны. Ответы респондентов на вопрос об ограничениях, препятствующих развитию робототехники структурированы по группам «Образование и культура», «Технологии», «Экономика», «Государство», «Наука». В качестве главных причин почти все респонденты выделили отсутствие квалифицированных специалистов в области робототехники и слабость образовательной инфраструктуры (устаревшие образовательные программы, слабая учебная инфраструктура и т.п.). Среди других важных причин были названы: отсутствие собственных технологических решений, непонимание ситуации на международном и российском рынке робототехники и непонимание спроса на робототехническую продукцию, недостаточность финансирования, небольшой объём рынка венчурных инвестиций внутри РФ, затрудненность экспорта/импорта технологических продуктов и их комплектующих, отсутствие понятных и прозрачных механизмов финансирования исследований, бюрократические препоны и др..

В Главе 7 отмечены главные международные робототехнические мероприятия в других странах и России в 2015 и 2016 гг. В отдельную таблицу выделены робототехнические соревнования, их место и время проведения, организаторы, участники, типы соревнующихся роботов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ РЫНКИ РОБОТОТЕХНИКИ	8
1.1. Промышленные роботы.....	8
1.1.1. Продажи промышленных роботов по миру	8
1.1.2. Продажи промышленных роботов по регионам	9
1.1.3. Продажи промышленных роботов по странам	9
1.1.4. Продажи промышленных роботов по отраслям промышленности.....	13
1.1.5. Плотность роботизации как показатель для оценки потенциала использования промышленных роботов.....	15
1.2. Сервисные роботы	19
1.2.1. Сервисные роботы для профессионального использования	19
1.2.2. Сервисные роботы для персонального использования	22
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ РЫНКА РОБОТОТЕХНИКИ	24
2.1. Основные игроки рынка промышленных роботов.....	24
2.1.1. Производители.....	24
2.1.2. Интеграторы	29
2.2. Основные игроки рынка сервисных роботов	29
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИИ.....	31
3.1. Ключевые компоненты и примеры перспективных решений	31
3.2. Технологические драйверы развития рынка робототехники	34
3.3. Технологии и сферы применения робототехники.....	35
ГЛАВА 4. ТРЕНДЫ И ПРОГНОЗЫ РЫНКА РОБОТОТЕХНИКИ	37
4.1. International Federation of Robotics	37
4.1.1. Основные тренды промышленной робототехники	37
4.1.2. Прогноз рынка промышленной робототехники	38
4.1.3. Прогноз продаж сервисных роботов для профессионального использования в 2015-2018 гг.	39
4.1.4. Прогноз продаж сервисных роботов для личного и домашнего использования в 2015-2018 гг.	40
4.2. Myria Research	41
4.3. Tractica	46
4.4. PwC.....	50
4.5. MarketsandMarkets	51

4.6. Bank of America Merrill Lynch	52
4.7. Сравнительные таблицы прогнозов	53
4.8. Долгосрочные глобальные тренды как драйверы развития робототехники	54
4.9. Барьеры для развития и внедрения робототехники	55
4.9.1. Низкая мотивация у предпринимателей к внедрению роботов	55
4.9.2. Отсутствие необходимой «жесткой» и «мягкой» инфраструктуры	55
4.9.3. Осознание рисков, потенциальные проблемы безопасности	56
4.9.4. Страх потери рабочих мест	56
ГЛАВА 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ	59
5.1. DARPA	59
5.2. MIT	67
ГЛАВА 6. РОБОТОТЕХНИКА В РОССИИ	71
6.1 Промышленная робототехника	71
6.1.1. Производители	74
6.1.2. Интеграторы	74
6.2. Сервисная робототехники	81
6.2.1. Образовательная робототехника	81
6.2.2. Сервисные роботы для работы в общественных местах	82
6.2.3. Сервисные роботы для досуга	83
6.2.4. Сервисные роботы-помощники	83
6.2.5. Мобильные роботы	83
6.2.6. Безопасность	84
6.2.7. Программное обеспечение для сервисных роботов	85
6.2.8. Аппаратное обеспечение для сервисных роботов	88
6.3. Российские компании	88
6.4. Образовательные центры	92
6.5. Научные центры	95
6.5.1. Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК)	97
6.5.2. Научно-Учебный Центр «Робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана	99
6.5.3. Центр разработки робототехнических систем МГТУ «СТАНКИН»	100
6.5.4. Научно-производственное объединение «Андроидная техника»	101
6.5.5. ОАО «ВНИИТрансмаш»	101
6.6. Опрос российских компаний	103

6.6.1. Наиболее перспективные области применения робототехники	103
6.6.3. Наиболее значимые «обеспечивающие» технологии и продукты для рынка робототехники	106
6.6.4. Лидеры робототехники в Российской Федерации	108
6.6.5. Мировые лидеры робототехники	109
6.6.6. Причины, ограничивающие развитие робототехники в России.....	110
6.7. РВК о состоянии робототехники в России	112
ГЛАВА 7. ОСНОВНЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В МИРЕ И РОССИИ ..	115
ГЛАВА 8. КРАТКИЙ БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	122
ГЛАВА 9. КРУПНЫЕ СДЕЛКИ В ОБЛАСТИ РОБОТОТЕХНИКИ	126
ГЛАВА 10. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ	128
ГЛАВА 11. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ	131
11.1 Промышленные роботы	133
11.2 Сервисные роботы	134
БИБЛИОГРАФИЯ	138

Глава 1. Основные рынки робототехники

Рынок робототехники делится на два больших сегмента: промышленная и сервисная робототехника. Сервисная робототехника делится, в свою очередь, на два больших блока по сфере применения: для профессионального использования и для персонального использования. Подробная сегментация рынка робототехники представлена в Главе 11. В Таблице 1 приведены ключевые показатели промышленной и сервисной робототехники за 2013 и 2014 гг., которые подробно рассматриваются в 1.1 и 1.2.

Таблица 1. Ключевые показатели рынков промышленной и сервисной робототехники (для профессионального использования).

Показатель	2013 г.	2014 г.
Число проданных промышленных роботов	179 тыс. шт.	229 тыс. шт.
Число проданных сервисных роботов	21 тыс. шт.	24,2 тыс. шт.
Мировой рынок промышленной робототехники	\$29 млрд.	\$32 млрд.
Мировой рынок сервисной робототехники	\$3.57 млрд.	\$ 3,77 млрд.
Общее количество инсталляций промышленных роботов	До 1,6 млн. шт.	До 1,9 млн. шт.
Общее количество произведенных сервисных роботов	До 150 тыс. шт.	До 172 тыс. шт.

Источник: World Robotics 2015

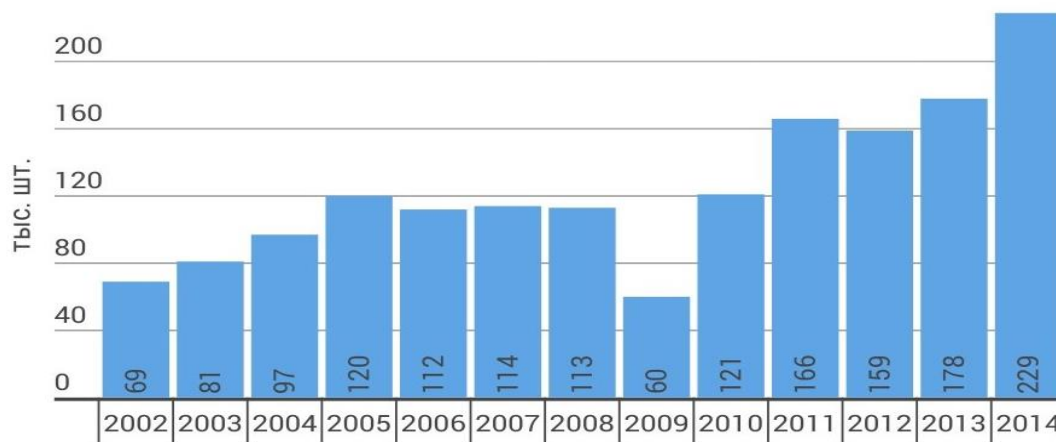
1.1. Промышленные роботы

1.1.1. Продажи промышленных роботов по миру

С 2010 года спрос на промышленные роботы значительно вырос в связи со стабильным трендом автоматизации производства и техническими усовершенствованиями промышленных роботов. Между 2010 и 2014 гг. средний рост продаж составляет 17% в год. Никогда раньше продажи роботов не увеличивались так сильно. Между 2005 и 2008 гг. средние продажи роботов были около 115 тыс. шт. Между 2010 и 2014 это число выросло до 171 тыс. шт. Увеличение поставок произошло приблизительно на 48 %, что

является признаком значительного увеличения спроса на промышленных роботов по всему миру.

Рисунок 1. Мировые поставки промышленных роботов



Источник: World Robotics 2015

1.1.2. Продажи промышленных роботов по регионам

Азия (включая Австралию и Новую Зеландию) – самый крупный рынок в 2014 году: было продано около 139 300 промышленных роботов, что на 41 % больше, чем в 2013 году. Это самый высокий уровень продаж за всю историю третий год подряд. В других регионах продажи тоже побили прошлые рекорды.

Вторым по размеру в 2014 году стал европейский рынок, где продажи увеличились на 5% до 45 000 шт., что является новым рекордом для региона. Около 32 600 промышленных роботов было продано в Америку, что на 8% больше, чем в 2013 г.

Таблица 2. Продажи промышленных роботов в 2014г.

	Продажи в 2014 году, шт.	Рост
Азия	139 300	41 %
Европа	45 000	5 %
Америка	32 600	8 %

Источник: World Robotics 2015

1.1.3. Продажи промышленных роботов по странам

70 % мировых продаж в 2014 году пришлось на 5 стран: Китай, Япония, США, Республика Корея и Германия.

Китай. В Китае было продано 57 096 промышленных роботов, что на 56% больше, чем в 2013 году. Из них китайскими поставщиками была произведена установка около

16 000 роботов – по информации от China Robot Industry Alliance (CRIA). Объем продаж был на 78% выше, чем в 2013 году. Частично это связано с тем, что увеличилось число компаний, которые впервые предоставили свои данные о продажах в 2014 году. Иностранные поставщики промышленных роботов в Китае увеличили свои продажи на 49% до 41 100 единиц, включая роботов, изготовленных международными производителями в Китае. Китай – крупнейший рынок промышленных роботов и самый быстрорастущий рынок в мире. Такое быстрое развитие является уникальным для истории робототехники. Еще никогда ни на каком другом рынке не было зафиксировано такого динамического роста в столь короткий промежуток времени. В широком наборе отраслей все больше наблюдается инвестирование в автоматизацию производства. В период между 2010 и 2014 гг. общий объем поставок промышленных роботов увеличивался в среднем примерно на 40% за год.

Япония. Почти 29 300 промышленных роботов было продано в Японии (+17%), что позволяет говорить о достижении самого высокого уровня продаж с 2008 года. С 2013 года Япония стала вторым по величине рынком по годовым продажам. Продажи роботов в Японии имели тенденцию к снижению с 2005 года, когда пик продаж составлял 44000 единиц роботов, до 2009 года, когда продажи упали до 12 800 единиц. В период между 2010 и 2014 годами продажи увеличивались в среднем на 8% за год.

США. Рынок промышленных роботов США, третий по величине в мире, продолжает увеличиваться на 11%, достигнув пика в 26 200 единиц. Драйвер этого роста – продолжающаяся тенденция автоматизации производства с целью укрепления позиций американской промышленности на мировом рынке и сохранения производства в домашнем регионе, а в некоторых случаях и с целью возвращения производства из других регионов.

Корейская республика. Поставки в Республику Корея увеличились на 16% до 24 700 единиц в 2014 году, немного не дотянув до рекорда 2011 года – 26 536 единиц. Как и в 2013 году, существенно увеличились закупки промышленных роботов у поставщиков автомобильных компонентов (в частности, в производстве электрических компонентов, например, батарей и т.п.), в то время как почти все другие отрасли купили меньше роботов в 2014 году. В течение 2010-2014 гг. годовой объем продаж роботов в Республике Корея был более или менее стабилен.

Германия. Германия является пятым по величине рынком промышленных роботов. В 2014 году продажи роботов увеличились на 10% до 20 100 единиц, что стало продажным рекордом. Поставки роботов в Германию увеличивались за 2010–2014 гг. в

среднем на 9%, несмотря на существующую в стране высокую плотность роботов. Основным драйвером роста продаж в Германии была автомобильная промышленность.

Таблица 3. Страны-лидеры в приобретении промышленных роботов.

	2014 г., шт [↕]	Рост по сравнению с [↕] 2013 г.	Средний рост 2010-2014 гг. [↕]
Китай	57 096	56%	40%
Япония	29 300	17%	8%
США	26 200	11%	нет данных
Республика Корея	24 700	16%	нет данных
Германия	20 100	10%	9%

Источник: World Robotics 2015

Другие важные азиатские рынки. С 2013 года Тайвань занимает 6 место среди самых важных рынков промышленных роботов в мире по оценке годовых поставок в страну. Инсталляция робототехнических систем значительно увеличивалась между 2010-2014 гг. – в среднем на 20% в год. В 2014 году объем продаж роботов увеличился на 27% до 6 900 единиц. Тем не менее, количество установленных роботов в Тайване значительно ниже, чем в Германии, которая занимает 5 место с 20 100 единицами.

Таиланд также является растущим рынком промышленных роботов в Азии, занимая 8 место в 2014 г. среди других рынков. Было установлено 3 700 роботов – лишь 2% от общего числа мировых поставок. В Индию в 2014 году было продано около 2 100 промышленных роботов, что является новым пиком для страны. Поставки роботов в другие страны Южной Азии (Индонезия, Малайзия, Вьетнам, Сингапур и др.) увеличивались в 2014 году: 10 140 единиц в 2014 году по сравнению с 661 единицами в 2013 году. Большинство этих роботов было экспортировано корейскими поставщиками. Предполагается, что большая часть корейских роботов была отправлена в Китай и Тайвань для использования в производстве электроники и автомобильных электронных частей.

Другие важные европейские рынки. Италия является вторым по величине рынком промышленных роботов в Европе после Германии и занимает 7 место в общемировом рейтинге по поставкам промышленных роботов. Продажи увеличились на 32% – до 6 200 единиц в 2014 году. С 2001 года это второй столь высокий уровень годовых продаж, что является явным знаком восстановления экономики Италии. В период

между 2010 и 2013 гг. годовой объем продаж в Италии был довольно слабым в связи с кризисной ситуацией в стране. Во Франции также восстановился рынок промышленных роботов – 3 000 (+36%). В Испании продажи промышленных роботов снизились на 16% до 2 300 единиц. После значительных инвестиций между 2011 и 2013 гг. продажи в автомобильной промышленности заметно снизились, тогда как другие отрасли продолжали увеличивать инвестирование в робототехнику. Продажи промышленных роботов в Великобритании снизились в 2014 году до 2 100 единиц после значительных инвестиций в автомобильную промышленность в 2011 – 2012 гг. Поставки роботов в Бельгию и Нидерланды, где до 2013 года наблюдалась тенденция к росту, снизились в 2014 году. Продажи в Швеции в 2014 году также снизились. Продажи роботов в Чехии и Польше существенно увеличились, в то время как другие рынки Центральной и Восточной Европы снизились в 2014 году. Продажи промышленных роботов в Турции в 2014 году продолжают расти.

Другие важные рынки Америки. Поставки роботов в Мексику снизились на 9% до почти 2 500 единиц в 2014 году. Мексика является преимущественно центром автомобильной промышленности, продукция которой экспортируется в основном в Южную Америку и в США. В период между 2010 и 2013 гг., поставки роботов значительно выросли. В Канаде поставки роботов увеличились на 4% до 2 300. Несмотря на тенденцию в росте продаж роботов с 2010 года, объем продаж в Канаде по-прежнему ниже пиковых уровней 2005 и 2007 гг., когда устанавливалось около 3 000 роботов в год. Причиной может быть то, что производители автомобилей расширяют мощности в США и в Мексике, а не в Канаде. Продажи роботов в Бразилии снизились до 1 300 роботов, что на 9% меньше, чем в 2013 году.

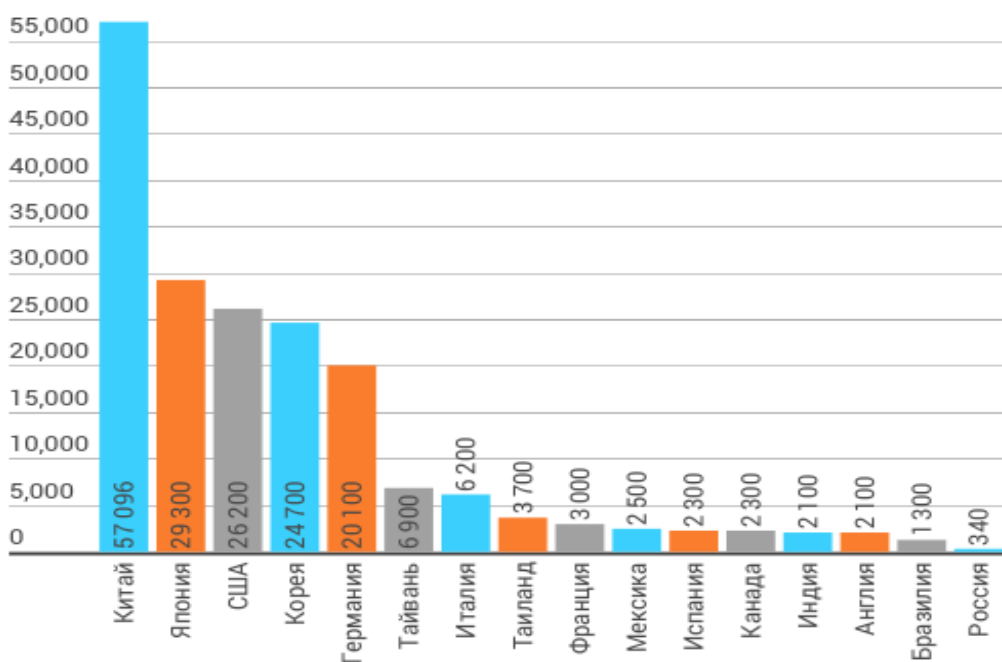
Другое, страна назначения не указана. Данная категория включает:

- Экспорт из Северной Америки в другие страны без указания точного назначения;
- Оценки компаний, которые не состоят в International Federation of Robotics напрямую;
- Экспорт Республики Кореи в другие страны без указания точного назначения.

Количество роботов, отнесенных в категорию «Другое, страна назначения не указана», значительно увеличилось в 2014 году. Причина в том, что значительное число роботов, собранных и упакованных в Республике Корея и о которых было сообщено, фактически были вывезены в другие места. Конечные места назначения неизвестны, поэтому данные об этих роботах включены в категории «другие страны Азии» и «другие, страны назначения не указаны». Предполагается, что большинство из этих роботов были отправлены в Китай и Тайвань для производства электроники и автомобильных

электронных компонентов. Также возможно, что некоторая часть была установлена в Европе или в Америке.

Рисунок 2. Продажи промышленных роботов по странам.



Источник: World Robotics 2015

1.1.4. Продажи промышленных роботов по отраслям промышленности

Основные драйверы роста мировых продаж промышленных роботов – автомобильная промышленность и электрика/электроника.

С 2010 года автомобильная промышленность – самый важный клиент производителей промышленных роботов, значительно увеличивающий инвестирование в промышленных роботов по всему миру. В 2014 году был зафиксирован новый пик продаж – на предприятиях было установлено около 98 000 новых роботов, на 43% больше, чем в 2013 году. Доля автомобильной промышленности от общего числа поставок промышленных роботов равняется примерно 43%. В период между 2010 и 2014 гг. продажи роботов в автомобильной промышленности возрастали за год в среднем на 27%. Инвестиции в новые производственные мощности на развивающихся рынках и инвестиции в модернизацию производства в основных странах – производителях автомобилей вызвали рост продаж робототехнических установок. В 2014 году большая часть роботов была продана производителям элементов автомобильной электроники для производства аккумуляторов и других электронных деталей в автомобилях.

Продажи роботов для производства электрики и электроники (в том числе компьютеров, аппаратуры, радио, телевизоров, устройств связи и др.) значительно увеличились в 2014 году и выросли на 34% до 48 400 единиц. Доля от общего объема

поставок – около 21%. Растущий спрос на электронику и новые продукты, а также необходимость автоматизировать производство были движущими факторами для ускоряющегося спроса.

Изменение продаж промышленных роботов за 2011-2014 гг. для других отраслей приведено на графике.

Рисунок 3. Продажи промышленных роботов по отраслям промышленности.



Источник: World Robotics 2015

Продажи во всех отраслях промышленности, за исключением автомобилестроения и электроники/электрики, увеличились на 21% в 2014 году. Между 2010 и 2014 годами, средний темп роста составил 17%. Темп роста продаж автомобильной промышленности в данный период равнялся 27%, а электрической/электронной промышленности – 11%. Это явный признак того, что число продаж увеличилось не только в областях – основных потребителях промышленных роботов (автомобилестроение и производство электрики и электроники), но что в других отраслях промышленности в последние годы также значительно увеличилось число использования робототехнических установок. Поставщики роботов сообщают, что число клиентов в последние годы значительно увеличилось. Однако, число заказанных клиентами роботов часто очень мало.

По всему миру в 2014 году значительно увеличилось использование промышленных роботов в производстве – на 11% до 1,5 млн единиц. Тренд значительного увеличения использования роботов в производстве наблюдается с 2010 года.

Мировой рынок вырос до \$ 10,7 млрд., рост объема продаж в 2014 году составил 13%. Стоит отметить, что в данные подсчеты не включается стоимость программного обеспечения, периферийных устройств и инженерных систем. Но если включить данные расходы в расчеты, то фактическая величина рынка увеличится в 3 раза. Следовательно, при данной оценке, стоимость мирового рынка промышленных робототехнических систем в 2014 году составила \$32 млрд.

1.1.5. Плотность роботизации как показатель для оценки потенциала использования промышленных роботов

Во многих странах наблюдается высокий потенциал использования промышленных роботов.

В целях анализа распространения многофункциональных промышленных роботов в разных странах сравнение количественных показателей, например, общего числа единиц робототехники на рынке, может вводить в заблуждение. Для того, чтобы учитывать различия в масштабах производящей промышленности, предпочтительно использовать показатель плотности роботизации. Эта плотность выражается в отношении количества многофункциональных роботов на 10 000 работников, задействованных в обрабатывающей, автомобильной промышленности или в промышленности "в общем", куда включаются все промышленные отрасли за исключением автомобильного производства.

Приблизительная мировая плотность роботов равняется 66 установленным промышленным роботам на 10 000 работников сферы обрабатывающей промышленности. Производства с самым высоким уровнем автоматизации – это производства в Республике Корея, Японии и Германии. За счет продолжения расширенной установки роботов на протяжении последних нескольких лет в 2014 году Республика Корея была первой по уровню плотности роботов (478 промышленных робота на 10 000 работников). Продолжает снижаться плотность роботов в Японии: в 2014 году она достигла отметки в 314 единиц. В Германии наблюдается обратная динамика: плотность роботов выросла до 292 единиц. Соединенные Штаты Америки входят в пятерку крупнейших мировых рынков роботизированного производства: плотность в США в 2014 году составила 164 единицы техники на 10 000 рабочих. Китай – самый большой рынок робототехники в мире с 2013 года – достиг отметки в 36 единиц техники на 10 000 рабочих, что демонстрирует высокий потенциал для дальнейшей установки роботов в этой стране.

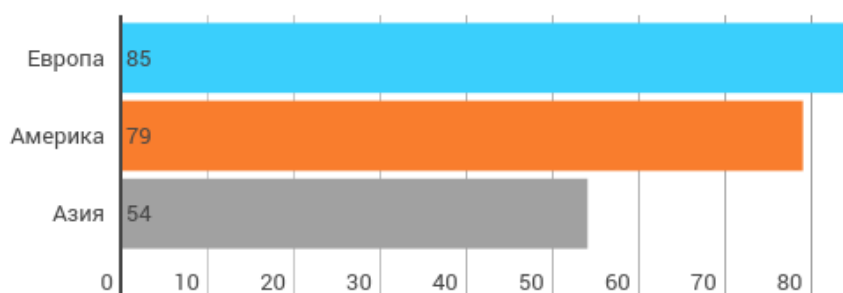
Рисунок 4. Плотность роботизации стран-лидеров и среднее значение.



Источник: World Robotics 2015

В 2014 году плотность роботизации по регионам составила: 85 в Европе, 79 в Америке, 54 в Азии.

Рисунок 5. Плотность роботизации по регионам.



Источник: World Robotics 2015

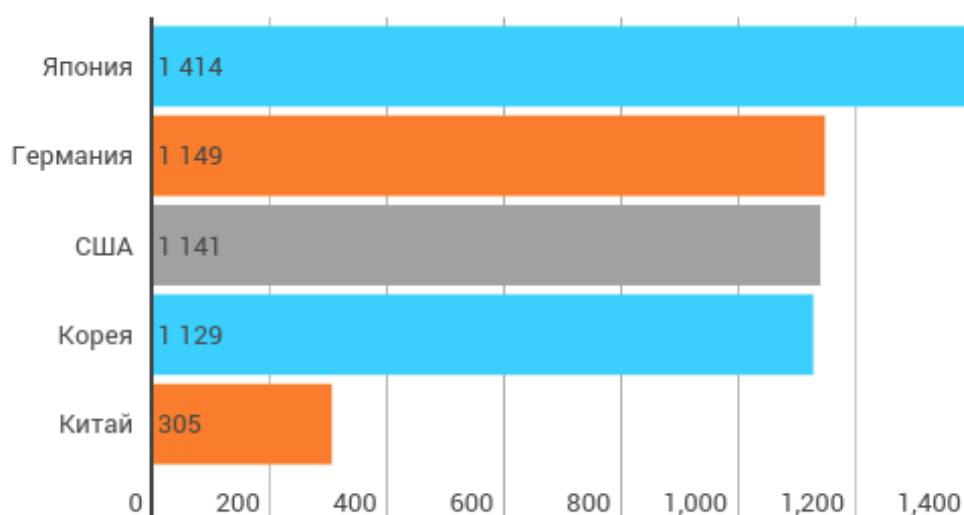
Оценка количества промышленных роботов в эксплуатации на 10 000 работников в автомобильной и другой промышленности выявляет возможность высокого уровня роста уровня автоматизации.

Несмотря на общее сокращение показателей уровня плотности роботов, на данный момент в Японии самый высокий показатель по плотности использования робототехники в автомобильной промышленности (1 414 единиц техники установлено на 10 000 рабочих). Далее следуют Германия (1 149 единиц техники на 10 000 рабочих), Соединенные Штаты Америки (1 141 единиц техники на 10 000 рабочих) и Республика Корея (1 129 единиц техники на 10 000 рабочих).

С 2007 года значительно возросла плотность робототехники в автомобильной промышленности в Китае (305 единиц техники), однако она все еще находится на среднем уровне. Причиной этому служит большое количество рабочих, задействованных в данной сфере. Согласно "Китайскому статистическому ежегоднику" на 2013 год в автомобильной промышленности работали около 3,4 млн. людей (включая производство автомобильных запчастей). В 2014 году в Китае было произведено около 20 млн. машин, что стало рекордом для страны и составило примерно 30% всех произведенных в мире автомобилей. Необходимая модернизация и дальнейший прирост мощностей значительно увеличат установку роботов в ближайшие годы: потенциал для установки робототехники на этом рынке по-прежнему огромен.

Плотность роботизации на рынке Соединенных Штатов Америки умеренно возрастала в период с 2010 по 2014 гг. с отметки в 1 104 единиц техники на 10 000 рабочих автомобильной промышленности до 1 141 единиц техники на 10 000 работников сферы. Количество используемых промышленных роботов по всему миру, тем не менее, значительно увеличилось за этот период. Причиной таких показателей послужило увеличение количества задействованных в сфере людей (в 2014 году количество работников увеличилось на 29% по сравнению с показателями 2010 года).

Рисунок 6. Плотность роботизации в автомобильной промышленности.

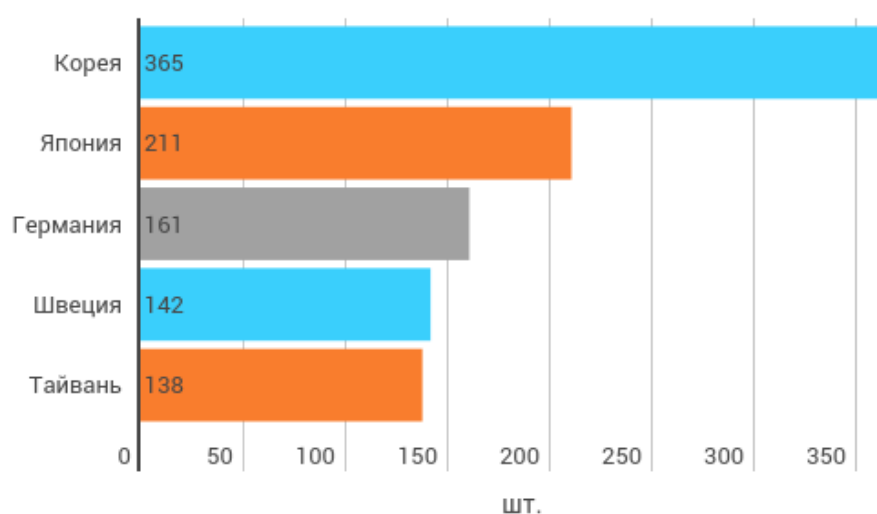


Источник: World Robotics 2015

Уровень плотности роботизации в промышленности по-прежнему сравнительно низок. Несмотря на это страны с развитой электронной промышленностью имеют более высокие показатели. Возглавляет список Республика Корея: 365 роботов на 10 000 работников, за ней следуют Япония – 211 роботов на 10 000 работников, Германия – 161 робот на 10 000 работников и Швеция – 142 робота на 10 000 работников. Германия и

Швеция не имеют важных производственных площадок в сфере электронной промышленности. Относительно высокий уровень плотности в обеих странах обусловлен диверсифицированным распределением промышленных роботов по всей индустрии. Плотность робототехники в промышленности Тайваня (которую, в основном, составляет сфера производства электроники) уже значительно выросла за прошедшие годы, что делает Тайвань пятым номером в списке с показателем в 138 единиц техники на 10 000 рабочих. Уровень плотности робототехники в промышленности других стран более низок: большая часть развивающихся рынков находится на уровне ниже 30 единиц техники на 10 000 рабочих.

Рисунок 7. Плотность роботизации в электронной промышленности.



Источник: World Robotics 2015

В общем и целом, это указывает на то, что почти во всех рассмотренных странах по-прежнему наблюдается большой потенциал в использовании промышленных роботов. В странах с развивающейся экономикой и в некоторых странах с традиционной экономикой потенциал так же достаточно велик в сфере автомобильной промышленности. Продолжение модернизации и обновления производственных мощностей гарантирует продолжение инвестирования в промышленных роботов и в странах, достигших на данный момент высокого уровня автоматизации. Перераспределение производства может повлечь сокращение инвестиций в отдельной стране. В этом случае инвестиции в робототехнику будут направлены в область новых производств в других странах.

1.2. Сервисные роботы

1.2.1. Сервисные роботы для профессионального использования

По сравнению с 2013 годом количество продаж сервисных роботов для профессионального использования выросло в 2014 году на 11,5% (продано 21 712 и 24 207 единиц техники соответственно). Объем продаж вырос на 3% и достиг \$ 3,77 млрд. Статистика насчитывает около 172 000 сервисных роботов, использующихся в профессиональных целях с 1998 года. Установить точное количество единиц техники, находящихся в эксплуатации к настоящему моменту не представляется возможным по причине дифференциации в сроках эксплуатации различных роботов. Некоторые, такие, как, например, подводные роботы, могут использоваться более 10 лет, в то время как средний срок использования промышленных роботов равняется 12 годам. Тем не менее, существуют роботы, которые пригодны к работе в течение достаточно короткого срока (сервисные роботы защиты).

Доля сервисных роботов военного и специального назначения (11 000 единиц) составляет 45% от общего числа сервисных роботов, проданных для профессионального использования в 2014 году. Самым важным видом является беспилотный летательный аппарат, их продажи возросли на 7% (до 9 022 единиц техники). Было продано также 1 619 единиц наземной беспилотной техники, в это число вошли, например, роботы для работы с взрывоопасными объектами, продажи которых сократились на 9% по сравнению с 2013 годом. Общая стоимость роботов военного и специального назначения может быть установлена только приблизительно – около \$ 1,023 млн. – на 13,5% выше, чем в 2013 году. Это позволяет назвать цифру роста продаж профессиональных сервисных роботов военного и специального назначения – 27%. Тем не менее, настоящее количество сервисных роботов в профессиональном использовании, равно как и их стоимость, могут быть значительно выше.

В 2013 году было продано 4 790 роботов для дойки. В 2014 этот показатель возрос до 5 180, что позволяет говорить об увеличении продаж на 8%. В 2014 году было продано 160 единиц сельскохозяйственной техники других видов, таких как роботизированные заборы для автоматизированного контроля выпаса или мобильные роботы для очистки фермы (прирост по сравнению с предыдущим годом составил 33%). Около 5 700 единиц сервисных роботов для выполнения профессиональных операций вне помещений было продано в 2014 году, что составляет долю в 24% от общего числа сервисных роботов для профессионального использования. Объем продаж сервисных роботов для выполнения профессиональных операций вне помещений увеличился на 12% и достиг уровня в \$ 989

млн., составляя при этом около 26% объема продаж профессиональных сервисных роботов. На рынке также закрепляются и другие виды роботов, используемые в сельскохозяйственных работах, например, агроботы. Уровень автоматизации фермерского дела и сельского хозяйства возрастает. 69% всех проданных в 2014 году профессиональных сервисных роботов составляют роботы для выполнения операций вне помещений и роботы военного назначения.

Продажи медицинских роботов упали на 5% по сравнению с показателями 2013 года – 1 224 единицы. При этом объем продаж медицинских роботов составляет 5% от общего объема всех сервисных роботов для профессионального использования. Среди применяемых в медицине роботов самыми важными считаются роботы для проведения хирургических операций (978 единиц продано в 2014 году, что указывает на снижение продаж на 6%). Суммарный объем продаж медицинских роботов снизился до \$ 1,317 млн. и составил 35% от объема продаж профессиональных сервисных роботов. Медицинские роботы являются самым дорогим видом сервисных роботов со средней ценой в \$ 1 млн. за единицу техники с учетом необходимых принадлежностей и обслуживания. По этой причине поставщики медицинских роботов так же предоставляют лизинговые контракты на свое оборудование.

2 644 роботов для логистических систем было установлено в 2014 году, то есть на 27% больше, чем в 2013, что является 7% от общей стоимости сервисных роботов для профессионального использования. Продажи автоматических управляемых тележек увеличились на 29% по сравнению с 2013 годом. Предполагаемое количество недавно введенных в эксплуатацию систем значительно выше. Общий объем продаж логистических систем оценивается приблизительно в \$ 261 млн. Производство медицинских роботов и роботов для логистических систем является хорошо развитой структурой с вероятным потенциалом роста. Около 1 800 мобильных роботов общего использования, то есть на 150% больше, чем в прошлом году, было продано в 2014 году. Продажи других типов логистических систем достаточно низки, либо по ним не было получено достоверной информации. Состояние продаж в 2014 г. по основным областям применения приведены в Таблице 4.

Таблица 4. Продажи сервисных роботов по областям применения.

	Продажи 2014 г., шт. ⚡	Рост продаж ⚡	Общая стоимость ⚡
Специального и военного назначения	11 000	27%	\$ 1,023 млн.
Для работ вне помещений	5 700	33%	\$ 989 млн.
Медицина	1 224	-5%	\$ 1,317 млн.
Логистика	2 644	27%	\$ 261 млн.

Источник: World Robotics 2015

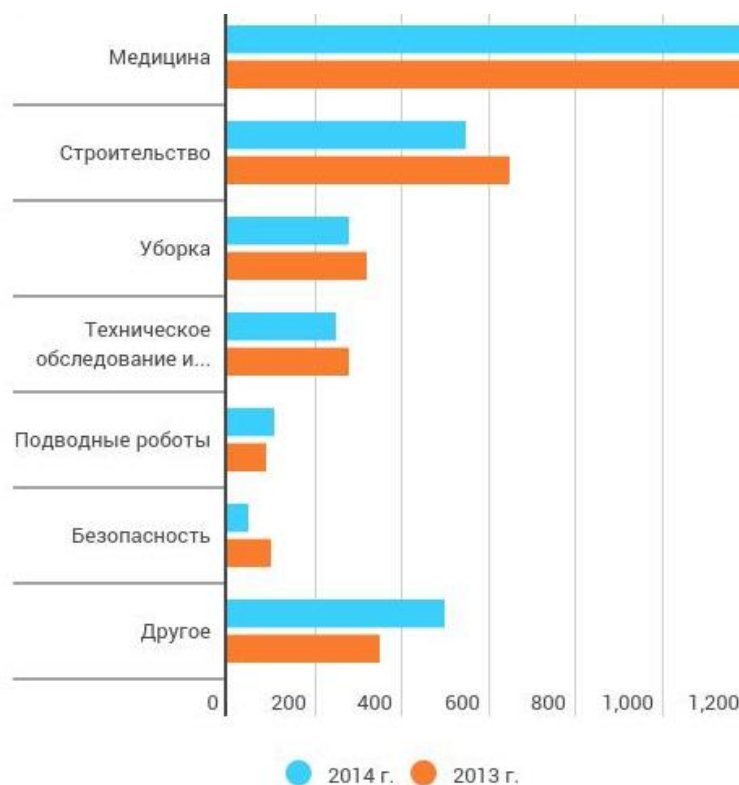
На Рисунке 8 ниже приведена информация о приобретении сервисных роботов в 2013 и в 2014 гг. для профессионального использования в различных областях.

Рисунок 8. Количество приобретенных сервисных роботов по областям применения (1).



Источник: World Robotics 2015

Рисунок 9. Количество приобретенных сервисных роботов по областям применения (2).



Источник: World Robotics 2015

1.2.2. Сервисные роботы для персонального использования

В 2014 году было продано 4,7 млн. сервисных роботов для персонального и домашнего использования, что превышает показатели 2013 года на 28%. Объем продаж возрос до \$ 2,2 млрд.

Пока основная часть сервисных роботов для персонального и домашнего использования относится к бытовым роботам (роботы для вакуумной уборки, чистки пола, стрижки газона, а также роботы-игрушки, обучающие, мультимедийные, роботы для исследований и др.).

В 2014 году было продано 4,416 робототехнических кресла-каталки – этот показатель составляет 542% от показателя предыдущего года. Одной из причин такого значительного прироста является более полное заполнение рынка. Многочисленные национальные исследовательские проекты концентрируются в этой области развития рынка сервисных роботов. В противоположность бытовым роботам и роботам для досуга, это высокотехнологичные продукты.

Обозрение рынка роботов для персональной транспортировки не могло быть выполнено на соответствующем уровне по причине малого количества доступной информации. Тем не менее, эта сфера представляется активно развивающейся в будущем, равно как и рынок систем домашней безопасности и видеонаблюдения.

Что касается сервисных роботов для досуга, в 2014 году было продано 1,3 млн. единиц, то есть на 40% больше, чем в 2013. Разнообразные компании, особенно азиатские, предлагают дешевые "роботы-игрушки". Однако среди них можно обнаружить значительно более "сложные" продукты для рынка домашнего досуга (например, LEGO® Mindstorms®).

Глава 2. Основные игроки рынка робототехники

2.1. Основные игроки рынка промышленных роботов

Основными игроками рынка промышленной робототехники являются производители и интеграторы.

2.1.1. Производители

По данным The Robot Report по всему миру существует более 340 компаний, производящих промышленных роботов.

Компанией China.org.cn составлен рейтинг компаний-производителей промышленных роботов на основе используемых технологий, репутации бренда, финансовых показателей.

Таблица 5. Компании-лидеры рынка промышленной робототехники.

	Страна	Выручка	Количество произведенных роботов, шт.
ABB	Швейцария	\$10,1 млрд.	250 000
Yaskawa	Япония	\$1.13 млрд.	300 000
Kuka	Германия	\$941.6 млн.	80 000
Fanuc	Япония	\$1.51 млрд.	250 000
Kawasaki	Япония	\$ 1,13 млрд.	120 000
Epson	Япония	.\$ 1,03 млрд.	45 000
Stäubli	Швейцария	\$ 1,03 млрд.	нет данных
Nachi Fujikoshi	Япония	\$153.945 млн.	100 000
Comau	Италия	нет данных	32 000
Adept	США	\$54,2 млн.	25 000

Источник: China.org.cn

№1 ABB

ABB является международной компанией с штаб-квартире в Цюрихе (Швейцарии) и занимается автоматизацией производства и робототехникой. С более чем сорокалетним опытом деятельности, ABB Robotics является мировым лидером в производстве промышленных роботов.

ABB Robotics имеет около 4 600 сотрудников в 53 странах по всему миру и установила более 250 000 роботов. Исследовательские центры и заводы компании расположены в Швеции, Норвегии, Мексике, Японии, США и Китае.

Выручка ABB Discrete Automation and Motion division, где робототехника составляет значительную часть, составила \$10,1 млрд. в 2014 г.

№2 Yaskawa

Yaskawa Electric Corporation, основанная в 1915 г. в г. Китакусю (Япония), является производителем сервоприводов, контроллеров движения, приводов переменного тока, выключателей и промышленных роботов. Первого полностью электрического промышленного робота компании под именем "Motoman" выпустили в 1988 г., он до сих пор широко используется по всему миру. Роботы компании Yaskawa используются для дуговой и точечной сварки, обработки поверхностей, сборки, окраски и в других производственных процессах.

Yaskawa производит около 20000 роботов каждый год, и установила более 300 000 промышленных роботов по всему миру. Продажи промышленных роботов составили примерно 136 млрд. иен (\$ 1,13 млрд.) в течение финансового года, который завершился в марте 2015 года, в соответствии с информацией на сайте компании.

№3 Kuka

Kuka (Аугсбург, Германия) является ведущим производителем промышленных роботов и решений для автоматизации производства. Компания разработала своего первого промышленного робота в 1973 году. Роботы Kuka используются в автомобильной промышленности, производстве пластмасс, металлообработке, электронной промышленности и других отраслях. Компания произвела более 80 000 роботов.

Kuka обладает 25 филиалами по всему миру. Доход от продаж составил 834,6 млн евро (\$ 941 600 000), в течение 2014 финансового года, в соответствии с финансовым отчетом компании.

№4 Fanuc

Fanuc Corporation (Япония) занимается автоматизацией, робототехникой и компьютерными системами числового программного управления. Является одним из крупнейших производителей промышленных роботов в мире.

Роботы Fanuc используются в аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, в производстве потребительских товаров и во многих других отраслях. На сайте компании сообщается, что было установлено более 250 000 промышленных роботов по всему миру.

Продажи роботов Fanuc достигли 182 млрд. иен (\$ 1,51 млрд.) в 2014 финансовом году, в соответствии с финансовым отчетом компании.

№5 Kawasaki

Kawasaki Heavy Industries является международной корпорацией, базирующейся в Японии, занимающаяся производством мотоциклов, кораблей, тракторов, двигателей, авиационно-космической техники и промышленных роботов.

Обладая 45-летним опытом разработки роботов, компания установила более 120 000 роботов по всему миру, в соответствии с информацией на сайте компании. Роботы Kawasaki используется в сборке, обработке, сварке, окраске, герметизации и в многих других производственных процессах.

Kawasaki Precision Machinery Company, частью которой является производство робототехники, имела консолидированный чистый объем продаж 135,7 млрд. иен (\$ 1,13 млрд.) в течение 2014 финансового года, закончившегося 31 марта 2015 г., в соответствии с финансовым отчетом компании.

№6 Epson

Epson Robots является одним из подразделений японской корпорации Seiko Epson, одного из крупнейших производителей компьютерных принтеров и устройств, работающих с изображениями. На счету компании более 45 000 промышленных роботов, установленных по всему миру. Первые роботы Epson создавались для заводов, производящих часы, после чего компания стала развивать модельный ряд высокоточных, высокоскоростных и компактных роботов.

Продажи подразделения Epson Sensing and Industrial Solutions компании Epson, одной из задач которой является производство робототехники, достигли 16,181 млн. иен (\$ 136 млн.) по данным финансового отчета компании.

№7 Stäubli

Швейцарская промышленная группа Stäubli разрабатывает и производит механотронные изделия в области текстильного оборудования, быстроразъемных систем и робототехники. Подразделение, занимающееся промышленными роботами, было создано в 1982 году. Насчитывая более 4000 сотрудников, Stäubli имеет собственные подразделения в 25-х странах мира и сеть дистрибьюторов в 50-ти странах мира.

Сочетая в себе высокую продуктивность и точность, роботы Stäubli предназначены для любых индустриальных применений. Широкая гамма выпускаемого оборудования включает как маленькие роботы SCARA с 4-мя координатами перемещения, так и большие транспортные роботы способные манипулировать грузами до 190 кг. Роботы оснащены контролерами, программным обеспечением промышленного применения с высочайшим качеством и техническими характеристиками. Stäubli роботы используются в изготовлении пластмасс, электроники, солнечных батарей и многих других областях

Годовой оборот всей компании составляет более 1 млрд. швейцарских франков (\$ 1,03 млрд.) по данным на сайте компании.

№8 Nachi Fujikoshi

Nachi Fujikoshi Corporation – японская компания, которая славится своими промышленными роботами, машинными компонентами, инструментами и системами. Компания начала производить роботов в 1969 г. и установила более 100 000 роботов по всему миру.

Роботы Nachi Fujikoshi используются в точечной и дуговой сварке, обработке поверхностей и в других производственных процессах.

Продажи компании составили \$153.945 млн. в течение 2014 финансового года по данным финансовой отчетности компании.

№9 Comau

Comau – итальянская международная компания, локализованная в Турине (Италия), с более чем тридцатилетним опытом деятельности. Принадлежит группе FIAT. Comau Robotics производит роботов и предлагает робототехнические решения.

Роботы Comau используются в точечной и дуговой сварке, работ с металлом, погрузки и разгрузки в многих других производственных процессах.

Более 32 00 роботов компании Comau были установлены по всему миру, говорится в докладе компании, опубликованном в 2013 году.

№10 Adept robots

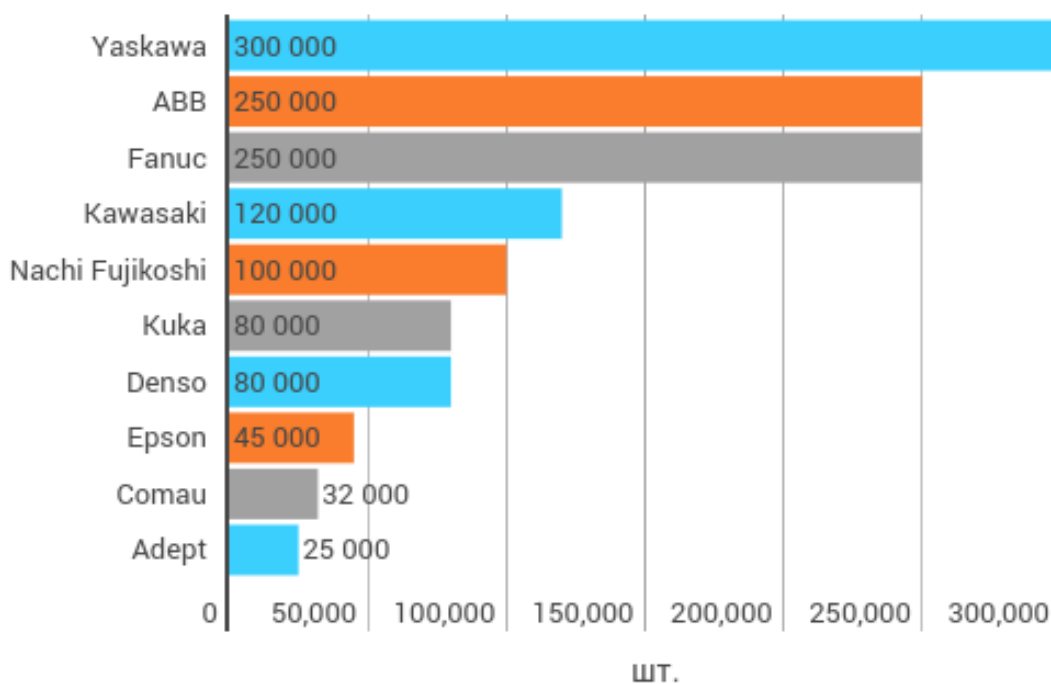
Adept Technology Inc., базирующаяся в Калифорнии (США), является ведущим поставщиком интеллектуальных робототехнических систем. Основанная в 1983 году, Adept является одним из крупнейших в США производителей промышленных роботов. Роботы Adept используются в высокоскоростном и высокоточном производстве, для упаковки и для автоматизации производственных процессов.

По всему миру установлено более 25 000 промышленных роботов Adept по данным сайта компании. Выручка компании за 2015 финансовый год составила примерно \$54,2 млн.

* * *

На Рисунке 10 приведен общий рейтинг зарубежных производителей промышленных роботов по количеству произведенных роботов.

Рисунок 10. Рейтинг производителей промышленных роботов по количеству произведенных роботов.



2.1.2. Интеграторы

Интеграторы – инженерные фирмы, которые проектируют, строят и устанавливают робототехнические системы, а также осуществляют перепродажу или дистрибуцию для других компаний. Некоторые из этих компаний выступают партнерами для производителей промышленных роботов, другие компании консультируют и предлагают робототехнические решения, после сравнения роботов от различных производителей и выбора наиболее подходящего для требуемого решения.

По данным The Robot Report по всему миру существует более 345 компаний–интеграторов. В данный список вошли не все российские компании, занимающиеся интеграцией промышленных роботов в производственный процесс.

В Таблице 6 представлен список 10 самых крупных системных интеграторов по данным System Integrator Giants в 2014. Список сформирован по объему выручки компаний.

Таблица 6. Топ 10 компаний-интеграторов

	Компания	Страна	Выручка (USD)
1.	M+W Auromation	Германия	\$ 150 000 000
2.	Wood Group Mustang	США	\$ 125 000 000
3.	Larsen & Toubro	Индия	\$ 92 000 000
4.	Moverick Technologies	Великобритания	\$ 66 000 000
5.	Prime Contols L.P.	США	\$ 62 500 000
6.	RedViking	США	\$ 50 000 000
7.	Mangan Inc.	США	\$ 40 946 179
8.	Optimation Technology Inc.	США	\$ 40 000 000
9.	Leidos Engineering LLC	США	\$ 38 900 000
10.	Autopro Automation Consulting	Канада	\$ 38 736 400

Источник: System Integrator Giants of 2014

2.2. Основные игроки рынка сервисных роботов

Рынок сервисных робототехники развивается за счет непрерывного технологического развития автономности и безопасности роботов, увеличения спроса со стороны городских домохозяйств (для осуществления домашней уборки, для обеспечения безопасности дома и видеонаблюдения, для помощи в уходе за детьми и пожилыми людьми) и увеличения потребности в сервисных робототехнических системах для профессионального использования (военное использование, сельское хозяйство, медицина, на море, в воздухе и в других областях).

По данным The Robot Report в мире существует более 886 компаний, производящих сервисных роботов для профессионального использования, и более 204 компаний, производящих сервисных роботов для персонального использования.

Ключевыми игроками рынка сервисной робототехники по мнению аналитической компании MarketsandMarkets являются следующие компании:

- Intuitive Surgical (США);
- DJI (Китай);
- iRobot Corporation (США);
- Google Inc. (США);
- Honda (Япония);
- GeckoSystems (США);
- Northrop Grumman Corporation (США);
- ECA Group (Франция);
- Kongsberg Maritime (Норвегия).

Ожидается рост рынка сервисной робототехники до \$18,02 млрд. к 2020 году за счет роста профессионального использования сервисных роботов. Профессиональное использование сервисной робототехники занимает большую долю в общем количестве использования сервисных роботов в 2014 г. На этом рынке ожидается рост в 2015-2020 гг. в связи с увеличением использования роботов для выполнения различных задач с или без прямого взаимодействия с человеком.

Глава 3. Технологии

3.1. Ключевые компоненты и примеры перспективных решений

Робототехнические системы состоят из таких ключевых компонентов, как элементная база, обеспечивающие подсистемы, управляющие системы и подсистемы, функциональные подсистемы. В Таблице 7 приведены ключевые компоненты робототехнических систем и связанные с ними примеры перспективных исследований и разработок.

Таблица 7. Ключевые компоненты и примеры перспективных исследований.

Ключевые компоненты		Примеры перспективных исследований и разработок
Обеспечивающие подсистемы	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Элементная база ▪ Приводы и сервоприводы ▪ Материалы и формы (манипуляторы, робототехнические платформы, экзоскелеты, антропоморфные, метаморфные, микро- и нанороботы) 	<ul style="list-style-type: none"> • Легкие материалы, устойчивые к экстремальным воздействиям внешней среды • «Мягкие» роботы (обеспечивают безопасность человеко-машинного и межмашинного взаимодействия) • Управление движением многоосевых объектов • Роботы, способные менять форму и производить саморемонт
Управляющие системы и подсистемы	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Операционные системы (проприетарные и с открытым кодом, включая мобильные) ▪ Системы управления (для программируемых, телеуправляемых, коллаборативных, автономных роботов) 	<ul style="list-style-type: none"> • Беспроводная подзарядка и технологии, получения энергии из внешней среды. • Энергообеспечение длительных автономных действий • Микроробототехника
Функциональные Подсистемы	<ul style="list-style-type: none"> ▪ «Органы чувств»: сенсорика, системы восприятия, машинное зрение и т.п. 	<ul style="list-style-type: none"> • Мультимодальные (использующие все виды информации и апеллирующие ко всем органам чувств) и «умные», в т.ч. адаптируемые под пользователя, интерфейсы • Анализ и синтез жестов • «Тактильная сенсорика» – сенсоры, способные реагировать на прикосновение подобно коже • Анализ изображений с учетом изменчивости (точка зрения,

		освещенность и т.д.) • Сенсорные сети
Функциональные подсистемы	■ Подсистемы взаимодействия, коммуникации, в т.ч. человеко-машинного взаимодействия и M2M (робот-робот, машина-машина) ■ Когнитивная система (обучение, планирование, принятие решений, поведение)	• Интеллектуальные ролевые модели взаимодействия роботов и людей, эффективные гибридные социально-технические сети • Гибкие производственные модули – самодостаточные сегменты производства для создания готовой продукции • «Роевой» интеллект
	■ Подсистемы позиционирования и навигации ■ Подсистемы (пере)движения в различных средах: внутри и вне помещения, по поверхности суши и воды, под водой, в воздухе, в космическом пространстве ■ Подсистемы манипулирования объектами	• Движение в динамической среде (включая экстремальное маневрирование) • Навигация в условиях радиоэлектронного противодействия • Манипулирование неоднородными объектами изменяющейся формы • Захват мягких и хрупких объектов • Биомеханические системы (в т.ч. роботизированные протезы, экзоскелеты)

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники.

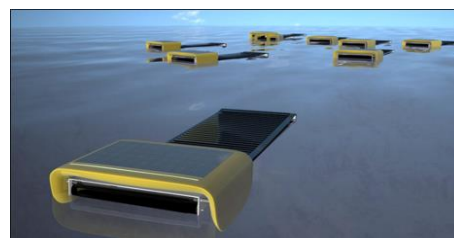
Ниже приведены примеры перспективных технологических решений в разных областях применения робототехники.

1. SEASWARM

Разработчик: Massachusetts Institute of Technology (MIT), США;

Решаемые задачи: сбор нефтепродуктов с поверхности океана;

- Использование роевого интеллекта;
- Автономная навигация по поверхности воды;
- Коммуникация с использованием GPS и WiFi;
- Вес нефти, которую способен абсорбировать запатентованный MIT наноматериал, в 20 раз превышает собственный вес материала.



2. ROOMBOTS

Разработчик: Федеральная политехническая школа Лозанны, Швейцария;

Решаемые задачи: создание «умной» мебели, способной двигаться, осуществлять самопересборку и переконфигурацию;

- Способность каждого элемента передвигаться как автономно (off-grid), так и в составе системы элементов (on-grid);
- Возможное применение: помощь пожилым людям и лицам с ограниченными возможностями.



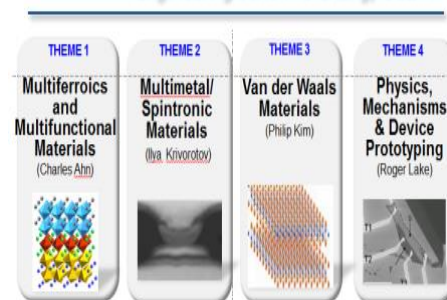
3. Проект STARnet

Разработчик: консорциум компаний и университетов, США;

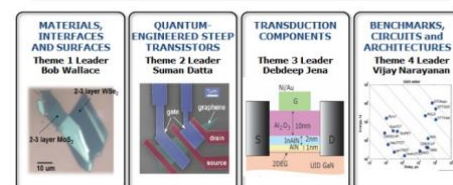
Решаемые задачи: одна из задач – создание линейки приложений, использующих роевой интеллект и способных действовать в условиях городской среды;

- В рамках проекта ведутся также разработки в области спинтроники, мягких вычислений, энергоэффективности (низкого потребления энергии), наноматериалов, параллельных вычислений;
- Одна из целей – увеличение энергоэффективности в 10000 раз.

FAME Function Accelerated *nano*Material Engineering Jane P-C Chang, UCLA



LEAST Center for Low Energy Systems Technology Alan Seabough, U. Notre Dame



4. Микроробот Jasmine

Разработчик: Университет Штутгарта, Германия;

- Использование роевого интеллекта;
- Размер – 30 мм, стоимость компонентов – около 100 евро;
- ПО и документация – под лицензией GPL.



5. Микроробот Kilobot

Разработчик: исследовательская группа самоорганизующихся систем Гарвардского университета, США;

- Диаметр – 33 мм;
- Питание от небольшой батареи;
- Оригинальная схема движения за счет вибрации в двух ортогональных плоскостях.

6. Ко-боты

Расширение продуктовых линеек за счет ко-роботов – тренд для производителей промышленных роботов в 2013–2014 годах.

Разработчики: Universal Robots (UR5), KUKA (LBR iiwa), Rethink Robotics (Baxter) и др;

Решаемые задачи: манипуляторы, оснащенные системами машинного зрения и безопасные для человека;



- Простота настройки движений и отсутствие необходимости в ограждениях;
- Возможность использования малым и средним бизнесом.

3.2. Технологические драйверы развития рынка робототехники

В целом на развитие робототехники влияют следующие **научно-технические направления**:

- | | |
|--|----------------------------|
| • Искусственный интеллект; | • Новые материалы; |
| • Обработка естественного языка, анализ и синтез речи; | • Новые источники энергии; |
| • Анализ больших данных; | • Биотехнологии; |
| • Облачные вычисления; | • Бионика; |
| • «Интернет вещей»; | • Когнитивные науки; |
| • Промышленный интернет; | • Нейронауки; |
| • Новые технологии производства; | • Нанотехнологии; |
| | • Микроэлектроники. |

Прорывы в «обеспечивающих» направлениях (искусственный интеллект и нейронауки, элементы питания, беспроводные коммуникации, вычислительные мощности, системы хранения, навигационные системы) становятся основой для бурного развития робототехники. Все более широкое проникновение интернета и увеличения числа гаджетов обеспечивают возможность контроля роботов (включая программирование и перепрограммирование) с использованием мобильных устройств, а также возможность для самих роботов делегировать задачи смартфонам и планшетами в режиме аутсорсинга. Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) и

Американская экономическая ассоциация (The American Economic Association) отмечают, что в 2015 году сфера робототехники приблизилась к моменту «кембрийского взрыва». Важными технологическими трендами в этом контексте являются глубокое обучение и «облачная роботика». Использование облачных технологий позволяет обрабатывать большие массивы данных и реализовывать коммуникацию между роботами в режиме реального времени. Кроме того, в результате применения облачных технологий и новых алгоритмов обучения работы могут учиться друг у друга и у людей (на основе реального опыта), а также моделировать широкий спектр ситуаций в виртуальном мире и формировать «компендиумы» лучших практик, которыми затем можно обмениваться.

Другим важным драйвером являются резкое падение себестоимости производства роботов, в том числе за счет новых технологий и подходов, таких как 3D-печать функциональных компонентов, применение композитных материалов, использование программного обеспечения с открытым кодом, модальная архитектура и повторное использование компонентов.

3.3. Технологии и сферы применения робототехники

Таблица 8. Оценка влияния прогресса в различных областях науки на развитие робототехники по отраслям.

Область применения	Компьютерное зрение	Понимание речи	Сенсорные сети	Бионические системы	Медицинские роботы	Системы навигации	Источники питания	Микророботы
Промышленность	С	Н	С	Н	Н	С	Н	Н
Добыча природных ресурсов	В	Н	С	Н	Н	В	Н	Н
Сельское хозяйство	В	Н	С	Н	Н	В	Н	Н
Логистика	В	Н	С	С	Н	В	С	Н
Строительство	В	Н	В	С	Н	В	С	С
Здравоохранение	С	С	С	В	В	С	Н	С
Образование	В	В	С	Н	С	Н	Н	Н
Военные расходы и безопасность	В	С	В	В	С	В	В	С
Уход за инвалидами	Н	В	В	В	В	С	В	С
Работа на дому	С	В	В	Н	Н	С	В	Н
Досуг и игры	В	В	В	С	Н	С	В	В

Примечание. Уровни развития: В – высокий, С – средний, Н – низкий.

Источник: Экспертно-аналитический отчет. РВК

Таблица 9. Матрица технологий робототехники и сфер применения.

Сегмент рынка Технологии										
	Промышленные	Военные	Сельскохозяйственные	Медицинские	Логистические	Для атомной промышленности	Инспекционные и охранные	Бытовые	Развлекательные	Персональные
Системная интеграция										
Взаимодействие с человеком										
Системы восприятия и зрения										
Человеко-машинный интерфейс										
Системы позиционирования										
Системы манипулирования										
Познавательные и обучающие системы										
Материалы										
Мобильность и навигация										
Энергообеспечение										
Приведение в действие										
Сенсорика										
Безопасность										
Стаи роботов и Интернет вещей										
Коммуникация в режиме реального времени										
Контроль										

Источник: ЦСР «Северо-Запад»

Глава 4. Тренды и прогнозы рынка робототехники

4.1. International Federation of Robotics

4.1.1. Основные тренды промышленной робототехники

Основными трендами рынка промышленной робототехники на 2015-2018 гг., по данным International Federation of Robotics (IFR), являются:

- Совершенствование взаимодействия человека и робота: роботы помогают рабочим выполнять широкий круг задач, повышают качество производственного процесса, увеличивают продуктивность, выполняют самую опасную, утомительную и грязную часть работы, исполнение которой человеком невозможно или опасно;
- Упрощение использования роботов открывает большие возможности во всех сферах промышленности, в том числе для малого и среднего бизнеса, для мелко- и среднесерийной производства;
- Индустрия 4.0, связывающая реальное производство с виртуальной реальностью, будет играть значительную роль в мировой промышленности;
- Глобальная конкуренция требует продолжения модернизации производственных мощностей;
- Оптимизация энергопотребления и использование новых материалов, таких как углеродные композиты, потребуют продолжения переоборудования производства;
- Растущие потребительские рынки формируют запрос на расширение производственных мощностей;
- Снижение срока использования продукции и ее растущее разнообразие влекут необходимость в гибкой автоматизации;
- Рост спрос на простых в использовании роботов с ограниченным применением, коротким жизненным циклом и низкой ценой. Частично он поступает от производителей электроники (смартфоны, планшетные компьютеры и пр.), например, для выполнения простых низкоуровневых задач, которые не требуют высокой точности;

- Одновременно с этим, продолжающееся улучшение качества продукции формирует запрос на сложные высокотехнологичные роботизированные системы.

Основной рост ожидается в Азии, особенно в Китае, Тайване, Корее, Индии и большей части других Южно-азиатских рынков. Китай останется основным драйвером роста и расширит свое влияние. Продолжительная необходимость в повышении уровня автоматизации была отмечена китайскими производителями и правительством. Установка робототехники ускорится, несмотря на снижение уровня ежегодного прироста ВВП. Более одной трети всех мировых поставок в 2018 году придется на Республику Китай. Ожидается продолжение роста производства в Северной Америке и увеличение продаж в Бразилии. Наберут обороты поставки в страны Западной Европы.

Основной потребитель – автомобильная промышленность – продолжит значительные вложения в установку робототехники. Поставки роботов может замедлиться на некоторых рынках, однако автомобильная промышленность по-прежнему будет драйвером в сфере новых технологий. Возрастающий мировой спрос на электронику, новую продукцию и технологии стимулирует инвестиции в переоборудование текущих процессов и увеличение производственных мощностей в электрике/электронике, в частности в Азии. Значительное количество роботов по-прежнему будет продаваться по низким ценам в ближайшие годы. Вероятны также запросы на робототехнику в других областях промышленности, особенно в машиностроении, резиновой, пластмассовой и металлообрабатывающей промышленности, фармацевтике, индустрии пищевой продукции и напитков.

4.1.2. Прогноз рынка промышленной робототехники

По оценкам IFR, мировой уровень инсталляции робототехники возрастет как минимум на 15% и составит 264 000 в 2015 году. Поставки роботов увеличатся на 11% в Америке, на 21% – в Азии и Австралии, при этом продажи роботов в Европе вырастут на 9%.

С 2016 по 2018 гг. снова ожидается рост установки промышленных роботов, минимум на 15% в среднем каждый год: на 10% в Америке и Европе, на 18% в Азии и Австралии. Продажи по миру достигнут отметки в 400 000 единиц техники в 2018 году.

Таблица 10. Прогноз продаж промышленных роботов.

Показатель	2015 г.	2018 г.
Число продаваемых роботов в год	264 000	400 000
Рост	15%	15%

Источник: World Robotics 2015

Между 2015 и 2018 гг. около 1,3 млн. новых промышленных роботов будет установлено на заводах по всему миру.

Мировая индустрия робототехники готова к выполнению этих задач. Осуществлено расширение производственных мощностей, налажено производство по сборке роботов на самых важных рынках – в Китае и США.

Установлено, что использование промышленных роботов по всему миру повысится с уровня в 1 480 800 единиц техники в конце 2014 года до 2 327 000 единиц к концу 2018 года, что позволит говорить о ежегодном росте в 12% между 2015 и 2018 гг. Общемировой запас увеличится на 12% в 2015 году и составит приблизительно 1,7 млн. единиц. Этот прогноз предполагает некоторые риски: спад в мировой экономике может выразиться в снижении инвестиций. Тем не менее, так как инвестирование в автоматизацию необходимо, вложения предполагаемо продолжатся, хотя возможно и сместятся на более поздние сроки.

4.1.3. Прогноз продаж сервисных роботов для профессионального использования в 2015-2018 гг.

По данным IFR, предполагается установка около 152 400 сервисных роботов для профессионального использования в 2015-2018 гг. по всему миру. В продажах ожидается увеличение числа роботов в эксплуатации до 152 375 единиц общей стоимостью до \$ 19,6 млрд.

В том числе будет продано 58 800 роботов для военных задач, 28 600 роботов для дойки, что составит 60% от общего объема прогнозируемых продаж сервисных роботов в настоящий момент.

Предсказывается рост сектора производства мобильных платформ общего использования. Поставщики сервисных роботов устанавливают количество проданных мобильных платформ в 16 000 единиц. Значительно возрастут продажи для логистических систем. Планируется продажа 14 500 единиц, в том числе 13 300 автоматических управляемых тележек. Примерно 700 роботов для спасения и безопасности будет продано в 2015-2018 годах, в основном – роботы наблюдения и защиты. В то же время будет повышен уровень продаж роботов для профессиональной уборки до 6 650 единиц техники, по большей части – системы для очистки пола. Предполагается продажа 7 800 медицинских роботов, а также 4 000 роботов для наблюдения и осуществления поддержки.

Таблица 11. Прогноз продаж сервисных роботов для профессионального использования в 2015-2018 гг.

Область применения	Число роботов (Стоимость)
Всего	152 375 (\$ 19,6 млрд)
Военные роботы	58 000
Роботы для дойки	28 600
Мобильные платформы	16 000
Роботы для логистики	14 500
Роботы для обеспечения безопасности и проведения спасательных операций	700
Роботы для профессиональной уборки	6 650
Медицинские роботы	7 800
Другие роботы	20 125

Источник: World Robotics 2015

Как уже было указано, эти прогнозы составлены, в основном, на индивидуальных планах продаж различных компаний и организаций. С точки зрения Департамента статистики IFR эти цифры стоит рассматривать скорее как тренды, указывающие на направление развития рынка, нежели как предполагаемую статистику продаж.

4.1.4. Прогноз продаж сервисных роботов для личного и домашнего использования в 2015-2018 гг.

По данным IFR, ожидается, что между 2015 и 2018 гг. будет продано около 35 млн. сервисных роботов для персонального использования.

Все больше роботов-пылесосов и других роботов для очистки полов будет использоваться в домах по всему миру. Считается, что в период 2015-2018 гг. будет продано до 25,2 млн. единиц техники, включая роботы для стрижки газона (496 500).

Продажа роботов-помощников гуманоидного типа планируется в количестве 8 100 единиц. Тем не менее, до настоящего момента не наблюдалось значительных продаж роботов-помощников для выполнения ежедневных заданий в сфере производства, офисной или сфере домашнего досуга. Несколько японских компаний, таких, как HONDA, Kawada, Toyota и некоторые другие, а также американские, корейские и европейские компании, находятся в процессе разработки роботов-помощников общего назначения, помимо разработок в сферах досуга и игр. Первые поставки этих гуманоидных роботов в

международные лаборатории и университеты начались в 2004 году для исследований и как платформы для дальнейшего развития. Таким образом, этот прогноз представляется реалистичным на установленный временной период, особенно учитывая последние успехи в испытаниях.

Планируется, что уровень продажи всех типов роботов для домашних работ (роботы-пылесосы, роботы для стрижки газонов, для чистки окон и др.) может достигнуть отметки в 25,9 млн. в 2015-2018 гг. с соответствующим объемом продаж в \$ 12,2 млрд. Объемы рынка роботов-игрушек планируются в размерах 6 млн. изделий, большая часть которых по понятным причинам отличается низкой стоимостью. Ожидается продажа около 3 млн. роботов для образования и исследований.

9 млн. экземпляров роботов для досуга и отдыха всех типов будет реализовано при соответствующем объеме продаж в \$ 7.6 млрд. Также будет продано 12 400 единиц роботов для престарелых людей. Этот рынок должен существенно развиваться в течение ближайших 20 лет.

Таблица 12. Прогноз продаж сервисных роботов для персонального использования в 2015-2018 гг.

Область применения	Число проданных роботов	Стоимость
Всего	35 000 000	-
Роботы для домашних работ	25 900 000	\$ 12,2 млрд.
Роботы для досуга и отдыха	9 000 000	\$ 7,6 млрд.
Роботы для ухода за пожилыми людьми	12 400	-

Источник: World Robotics 2015

4.2. Myria Research

Технологии робототехники и интеллектуальных операционных систем RIOS (Robotics & Intelligent Operational Systems) неуклонно оказывают влияние на организацию различных секторов экономики, в особенности на производство, складирование, логистику и транспорт, здравоохранение и др. Технологии робототехники станут стратегическими инструментами бизнеса в следующем десятилетии, использование которых потребует более структурированных и специализированных подразделений внутри организаций. От организаций потребуются создание робототехнических отделов, на подобие существующих финансовых, юридических, IT-отделов.

Myria Research считает, что рынок RIOS и его экосистема, включая аппаратное и программное обеспечение, сферу обслуживания, достигнут уровня в более чем \$ 320

млрд. к 2020 году. В исследовании Myria Research общий объем рынка в 2015 г. оценивается в \$ 63 млрд., а в 2025 г. – \$ 1.2 трлн.

Boston Consulting Group оценивает размеры рынка робототехники \$ 26.9 млрд. в 2015 г., \$42.9 млрд. в 2020 г. и \$ 66.9 млрд. в 2025 г., но в данную оценку не включаются цена инженерного и технического обслуживания, периферийных устройств и переподготовки кадров.

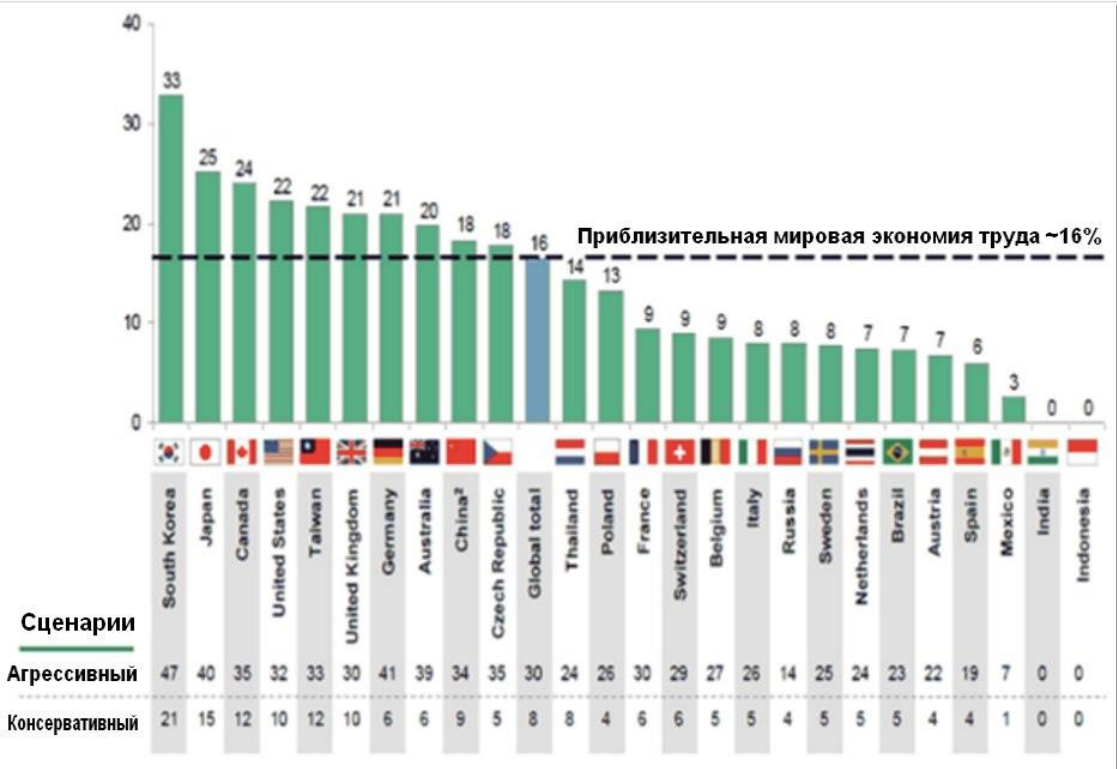
Таблица 13. Прогнозы от Myria Research и Boston Consulting Group объемов рынка робототехники в 2015, 2020 и 2025 гг.

Рынок		2015 г.	2020 г.	2025 г.
Myria Research	Технологии RIOS	\$63млрд.	\$320 млрд.	\$1.2 трлн.
	+ экосистема			
Boston Consulting Group	Робототехника	\$26.9 млрд.	\$42.9 млрд.	\$66.9 млрд.

Источник: Myria Research

К 2025 году 25% задач, которые могут быть автоматизированы, будут автоматизированы с помощью робототехники, что сократит на 16% расходы на рабочую силу.

Рисунок 11. Сокращение расходов на рабочую силу благодаря использованию передовых промышленных роботов (% , 2025).

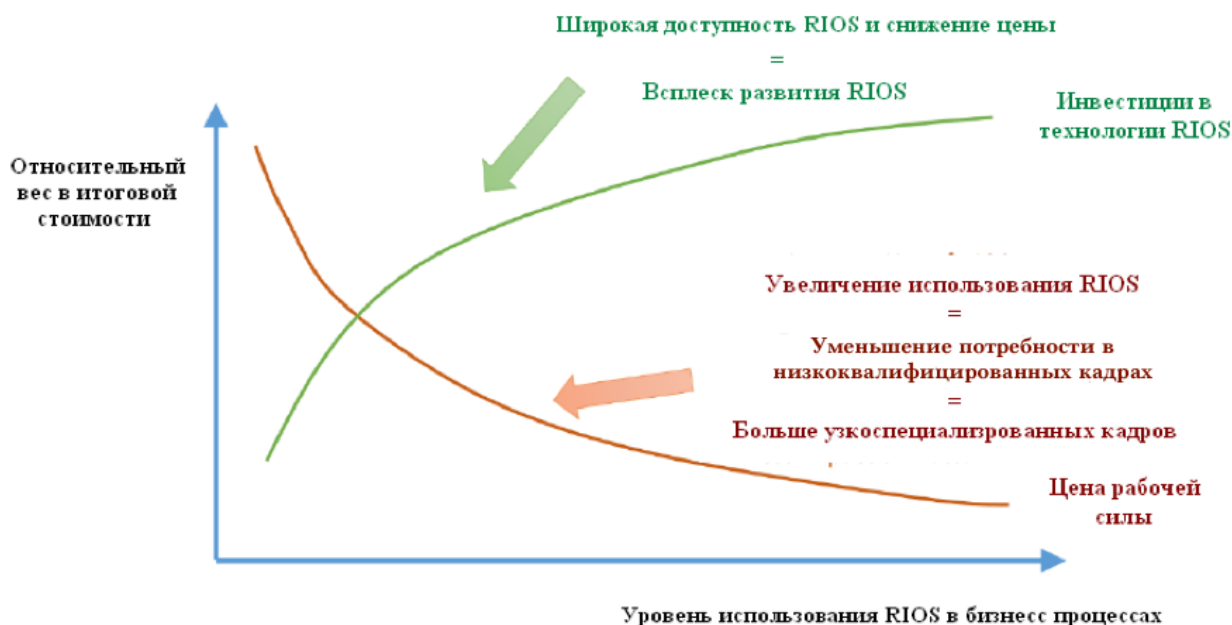


Источник: Boston Consulting Group

Данные Myria Research строятся на среднегодовом темпе роста в 30% до 2020 г. и на 40% среднегодовом росте между 2020 и 2025 гг., что вполне реально для новой отрасли («доткомы» обладали таким ростом в 80-х, мобильные телефоны и смартфоны обладали даже более высоким темпом роста в 90-е и 2000-е гг.). Такой рост можно объяснить двумя ключевыми факторами:

- 1) Коммодитизация и широкая доступность технологий RIOS (особенно робототехники) приводят к снижению цены и хорошо отразятся на соотношении цена/производительность, что влечет всплеск развития RIOS;
- 2) Постоянный рост затрат на рабочую силу в течении многих лет будет подталкивать производителей к использованию передовых механизмов, что является начальной стадией вытеснения основных профессий/рабочих мест (это будет осуществляться там, где существует дефицит рабочей силы, или из-за небезопасности условий труда, или недостаточных физических способностей человека). В то же время увеличение использования RIOS означает уменьшение необходимой численности низкоквалифицированных работников и увеличение спроса на узкоспециализированных сотрудников.

Рисунок 12. Уровень использования RIOS в бизнес-процессах и относительный вес RIOS в итоговой стоимости продукта.



Источник: Myria Research

Аналитики Myria Research считают, что рост RIOS не будет постоянным до 2020 года, и ожидают резкое изменение кривой «инвестиции в технологии RIOS», которое

начнется в течение 2-3 лет (около 2017-2018 гг.) в производстве и логистике/транспорте, после чего в других отраслях (в течение 4-6 лет).

Следует отметить, что в начале 2020-ых гг. «роботические» (по крайней мере полуавтоматические) транспортные средства, в том числе оборудование для строительства и горной промышленности, складские «тележки», грузовики, поезда, самолеты, и, конечно, дроны, станут относительно распространенными. Это приведет к созданию такой должности как Начальник робототехнических систем (Chief Robotics Officer, CRO) в отраслях, где активно будет развиваться RIOS. Например, на промышленных и инженерно-ориентированных предприятиях (производство, добыча нефти и газа, логистика и транспорт и т.п.) CRO будет докладывать о проделанной работе начальнику службы эксплуатации, а у более перспективного руководства, некоторые CRO будут отчитываться главному директору. Такое изменение произойдет в ближайшие 10 лет, когда RIOS получит широкое распространение на предприятиях и в обществе.

Myria Research прогнозирует, что к 2025 году свыше 60% компаний из списка Global 1000 самых разных отраслей (промышленность, логистика, сельское хозяйство, горнодобывающая отрасль, добыча нефти и газа) будут обладать должностью CRO и связанный с робототехникой персонал как часть своей организации. Это важное внутреннее изменение в структуре организации будет меняться и развиваться в зависимости от сферы применения решений на основе RIOS. В то время как развитие специализированных отделов для работы с RIOS в компаниях уже началось в некоторых специфичных областях, дальнейшее развитие будет зависеть от финансовых факторов, особенно от роста и важности приобретения RIOS, интеграции усилий и необходимости точного управления рентабельностью инвестиций. В большинстве вышеперечисленных отраслей уже происходят большие вложения в автоматизацию операционных систем. Одновременно, робототехнические решения (и интеграция с другими технологиями и IT) становятся более сложными и критически важными, что приводит поставщиков робототехники к созданию более полных и комплексных робототехнических и интеллектуальных операционных систем (RIOS). Они будут непосредственно влиять на возможности развития бизнеса и трансформации организации. CRO будут необходимы для управления многообразием роботов, рассчитывая расходы на них, и, в особенности, налаживая взаимодействие робототехники и других технологий, людей-операторов и др. И в таком ключе CRO будет выдвигаться из тени в центр внимания корпорации.

В связи с этим Myria Research дает рекомендации для компаний-пользователей робототехники и для поставщиков.

Рекомендации для конечных пользователей RIOS:

- Оценить потенциал использования RIOS-решений своей организации (и ее будущих конкурентов) в настоящий момент, в краткосрочной перспективе (3-5 лет) и долгосрочной перспективе (5–10+ лет), сравнив предполагаемые улучшения в цене/производительности (на 10-15% при скромных расчетах и на 20-30% при оптимистичных расчетах) и увеличение накладных расходов, стоимости рабочей силы (упражнение сценарного планирования);
- Изучите необходимость CRO в пределах своего сценария и как/когда данная позиция потребуется на Вашем предприятии;
- Развивайте группу (например, часть R&D), которая будет следить за развитием будущих RIOS-решений;
- Оцените жизнеспособность (видение, стратегия, финансы, инвесторы) поставщиков и потенциальных поставщиков в данный момент и в краткосрочной перспективе, основываясь на их общих подходах и решениях для интересующей Вас отрасли. Кроме того, оцените, насколько похожими будут решения, принятые существующими и будущими конкурентами, и спроектируйте, как они могут использовать CRO и робототехнический отдел в своей организационной структуре для получения конкурентного преимущества.

Рекомендации для поставщиков робототехники и интеллектуальных систем:

- Необходимо понять, как робототехнические решения могут повлиять на бизнес клиентов (на выручку и прибыль, на основу бизнеса или на отдельные стороны деятельности), чтобы осознавать, когда и где компании будут создавать робототехнические подразделения и/или назначать CRO, и в чье подчинение они будут входить. Важно также помочь потенциальному CRO развивать убедительные робототехнические проекты;
- Стоит разработать рыночный подход, основанный на том, как RIOS-решения повлияют на разные отрасли (стратегически, тактически, критически или даже вторично), в том числе и у существующих, и у потенциальных конкурентов своих клиентов, чтобы понять восприятие клиентами RIOS в их отрасли. Такой метод должен использоваться для регуляции маркетинговой стратегии, корректировки подхода к продажам и позиционирования. Оценивать клиента необходимо основываясь на его зрелости и готовности инвестировать и внедрять инновации, чтобы максимизировать потенциальные результаты и избежать несоответствий и разочарований

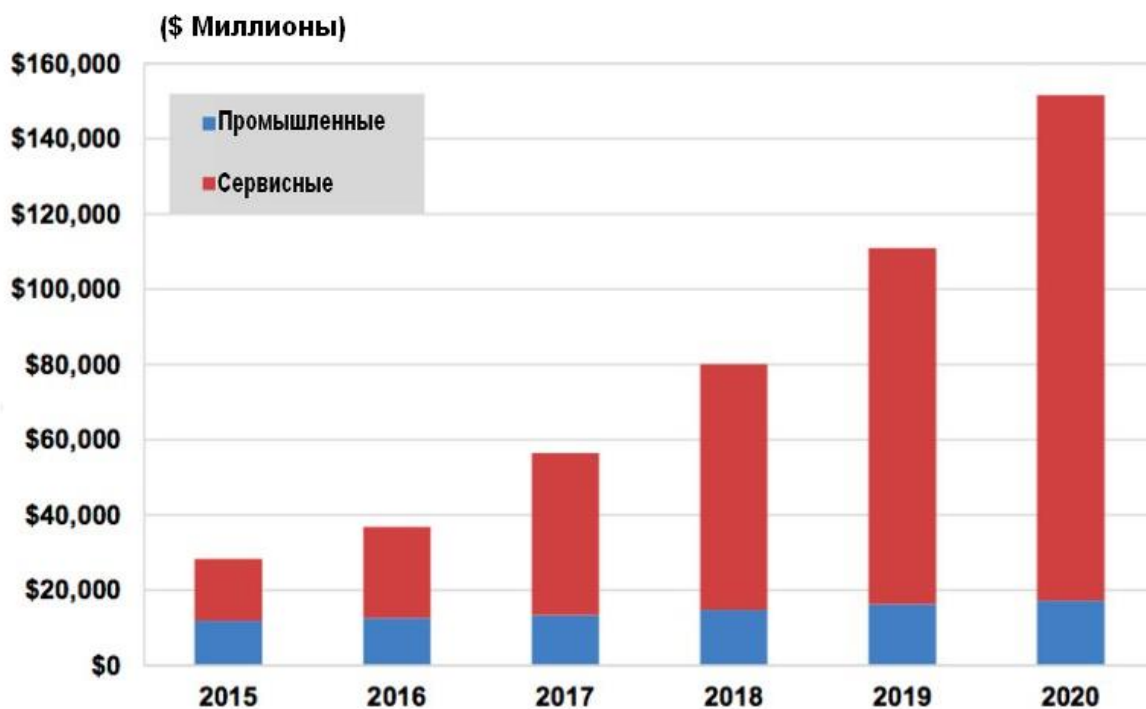
По прогнозу аналитиков компании Myria Research, мировой объем рынка персональных роботов к 2018 году составит \$18 млрд.

4.3. Tractica

Tractica – фирма, занимающаяся анализом рынка и специализирующаяся на взаимодействии человека с технологиями. Исследования мирового рынка Tractica объединяют качественные и количественные методологии для обеспечения всестороннего представления о возникающих рыночных возможностях окружающих пользователя технологий интерфейса, биометрии, цифровой медицины, носимой электроники, автоматизации и робототехники.

Аналитики Tractica считают, что в отрасль робототехники переживает критический перелом, на котором новые и подающие надежды неиндустриальные рынки, такие как автономные транспортные средства, персональная и профессиональная сервисная робототехника, беспилотные летательные аппараты, затмят традиционные рынки, такие как промышленная робототехника. В период между 2015 и 2020 годами будет пересмотрено то, как люди думают о роботах, как они становятся неотъемлемой частью нашей обыденной жизни, создавая предпосылки для следующего десятилетия, которое будет находиться под сильным влиянием робототехники и искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI).

Рисунок 13. Прогноз Tractica объема продаж роботов в 2015-2020 гг.



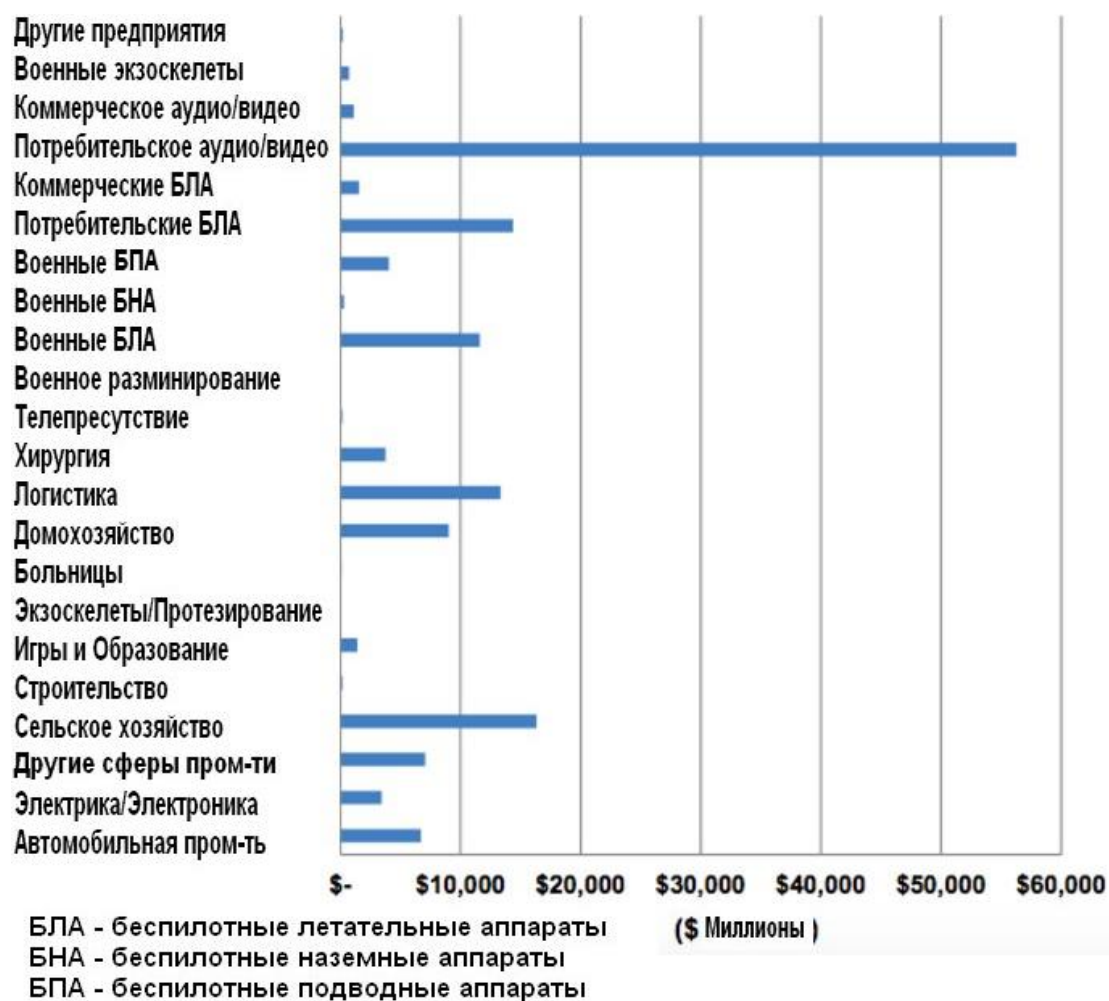
Источник: Tractica

Согласно новому отчету Tractica, на фоне развития технологий и рынка, индустрия робототехники вырастет до \$28.3 млрд. в целом по миру в 2015 г. и до \$151.7 млрд. в 2020 г.. Tractica прогнозирует, что наибольший рост будет у неиндустриальных роботов, которые включают в себя потребительскую и профессиональную робототехнику, медицинскую, военную, беспилотные летательные аппараты и автономные автомобили.

В 2015 году продажи промышленных роботов составляют 58% от общего объема рынка. В 2020 году Tractica ожидает сдвиг рынка от промышленности к потребительскому сектору – будут востребованы автономные транспортные средства, потребительская робототехника, беспилотные летательные аппараты. Эти три области составят 55% от общей выручки рынка робототехники в 2020 году.

К 2020 году Tractica ожидает, что роботы станут неотъемлемой частью в жизни домохозяйств, в образовании, в сфере развлечений и в транспорте. Такие компании как iRobot с пылесосом Roomba сделали бытовые роботы популярными. Однако следующий этап роста робототехники ожидается со стороны таких компаний, как Jibo и SoftBank (Pepper), Sphero и Wonder Workshop. Также ожидается увеличение спроса на потребительские беспилотные летательные аппараты (Parrot, DJI, 3D Robotics). Автономные транспортные средства будут играть большую роль в робототехнике и составят наибольший сегмент к 2020 году по величине выручки. Автомобиль Model S от Tesla стал первым частично автономным транспортным средством. Такие функции частично автономного вождения, как следование своей полосе при поездке по шоссе, смена полосы, вождение в городе, парковка в карман станут доступны в машинах класса люкс к 2020 году. Полностью автономные транспортные средства появятся на дорогах к 2025 году. Tractica прогнозирует, что к 2020 году около 60% машин люкс класса будут иметь частично автоматизированные функции, что приведет к существованию на дороге около 5,5 млн. роботизированных машин, которые будут или в частной собственности, или будут использоваться как такси. По оценкам Tractica, около 39 000 автономных грузовиков и городских шаттлов будут использоваться как коммерческие автономные автомобили. Объем автономных транспортных средств к 2020 г. – \$57.4 млрд.

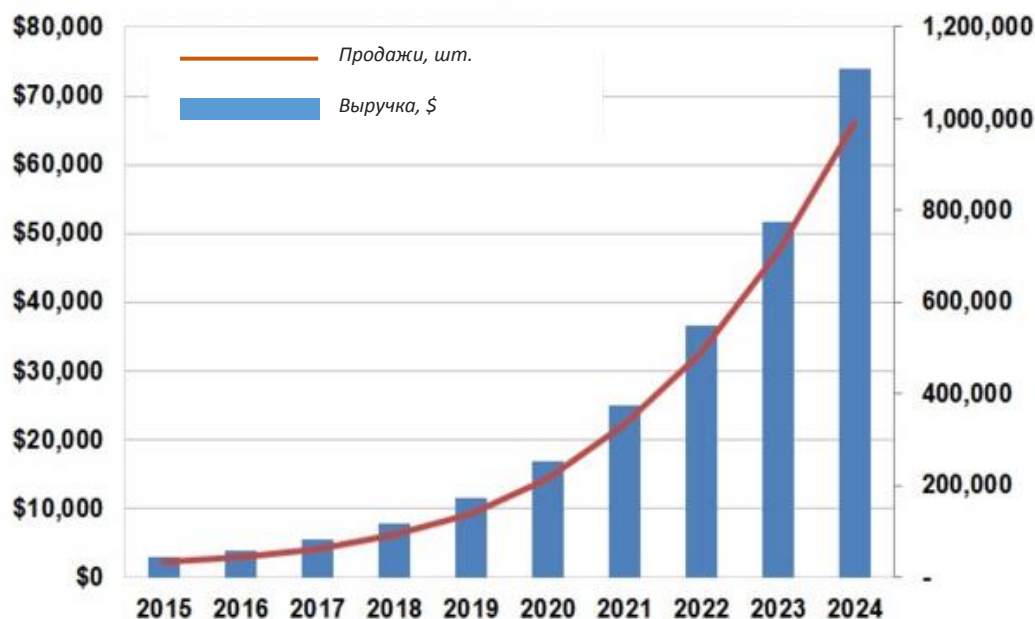
Рисунок 14. Объем мирового рынка по областям применения в 2020 году.



Источник: Tractica

Роботы на предприятиях, то есть профессиональные сервисные роботы помимо медицинских и военных роботов, станут вторым по величине из сегментов робототехники после автономных транспортных средств. Роботами для предприятий являются сельскохозяйственные роботы, логистические роботы, роботы для строительства, роботы телеприсутствия. Выручка от продаж роботов для предприятий вырастет с \$4.2 млрд. в 2015 г. к \$30.2 млрд. к 2020 г. Наиболее видное положение в этом секторе занимают сельскохозяйственные роботы, так как ожидается медленное, но неуклонное утверждение нехватки рабочих рук, рост спроса на производство продуктов питания со стороны увеличивающегося населения Земли, которое приблизится к 8 млрд. в 2020 г. Большая доля роста для сельскохозяйственных роботов лежит в области беспилотных тракторов, возможности которых будут заимствованы из достижений области автономных автомобилей.

Рисунок 15. Прогноз развития рынка сельскохозяйственных роботов от Tractica.



Источник: Tractica

Логистические роботы, особенно роботы для упаковки и оформления заказа в таких онлайн-магазинах как Amazon в Америке, Alibaba, Jingdong в Китае, Flipkart и Snapdeal в Индии, будут широко внедряться. Например, к концу 2015 года Amazon оценивает количество роботов на своих складских помещений в 30 00 штук, что в два раза больше, чем в 2014 году. Растет онлайн-торговля в Китае и Индии. Ожидается, что суммарные поставки логистических роботов в будущем будут превышать сегодняшние поставки промышленных роботов.

Прогнозируется устойчивый рост продаж на 20% ежегодно между 2015 и 2020 гг. у производителей промышленных роботов для производства автомобилей и электроники, а также в других отраслях, таких как сборка, погрузочно-разгрузочные работы, дуговая сварка, работа с пищевыми продуктами. Однако имеется тенденция к уменьшению размера, повышению мобильности и удешевлению роботов, ориентация на коллаборативность в промышленной робототехнике. Такие компании, как Rethink Robotics, продвигают коллаборативность работы человека и робота с помощью более умного программного обеспечения на основе искусственного интеллекта, позволяющего обучаться на практике и исполнять повторяющиеся задачи, такие как сборка, упаковка, погрузка и разгрузка линии. В целом, это окажет влияние на продолжающийся спрос на промышленных роботов, но приведет к давлению на цены промышленных роботов, так как коллаборативные роботы, такие как Baxter от Sawyer от Rethink, стоят приблизительно треть от цены традиционного промышленного робота.

Продажи военных роботов, в том числе беспилотных летательных аппаратов, автономных наземных транспортных средств, автономных кораблей и подводных систем, будут расти: выручка увеличится в 3,5 раз в между 2015 и 2020 гг. Выручка от продаж военной робототехники ожидается около \$16,7 млрд к 2020 году. В сфере военной робототехники существует растущий тренд нанороботов, таких как Black Hornet PD-100 от Prox Dynamics, который является вертолетом размером с насекомое и идеально подходит для наблюдений и сбора разведывательной информации. Министерство обороны США также настаивает на увеличении использования автономных судов в мореплавании, таких как Knifefish от General Dynamics или Remus 100 от Hydroid, и для операций по разминированию в море.

4.4. PwC

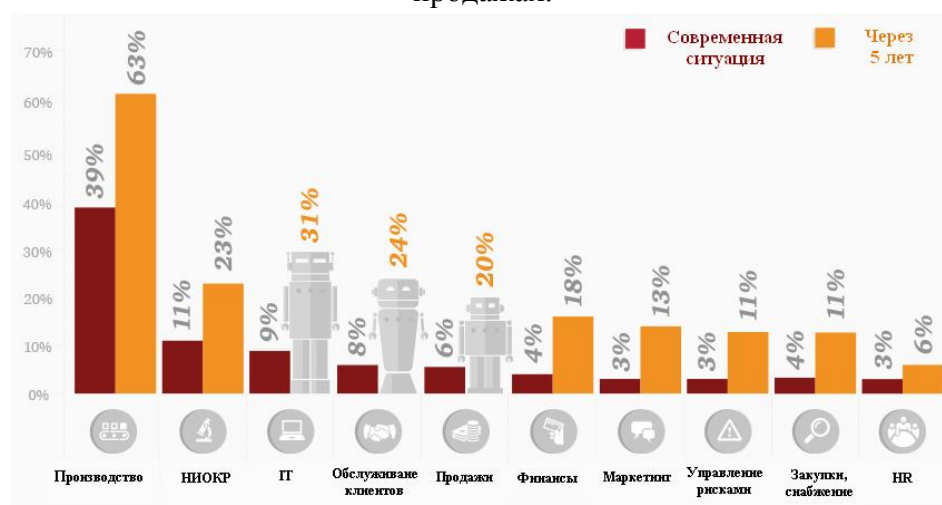
Аналитическая компания PwC провела летом 2014 г. опрос 140 руководителей различных крупных компаний по всему миру о том, как робототехника сегодня влияет на рабочие места и управление компанией и как она повлияет на бизнес в ближайшем будущем.

PwC считает, что робототехника в данный момент развивается в сторону дополнительной и совместимой с людьми модели работы роботов, что PwC называет «смешанной рабочей силой» ('blended workforce').

Ниже представлены основные тренды, которые выделяют PwC:

1. Распространение роботов вне промышленности. Опрашиваемые руководители компаний отменили увеличение в скором времени роли робототехники в IT, в обслуживании клиентов и в продажах;

Рисунок 16. Увеличение роли робототехники в IT, в сфере обслуживания клиентов и в продажах.



Источник: PwC

2. Повышение производительности предприятий при использовании роботов. 94% руководителей, которые уже используют роботов в производстве, отметили, что это увеличило продуктивность их предприятия;
3. Робототехника как движущая сила инноваций. Скорость развития робототехники намного выше, чем скорость улучшения продуктивности человеческого труда. Технологический рывок может улучшить не только существующие бизнес-функции, но и создать новые бизнес-модели и новые роли. 64% опрошенных руководителей рассказали, что робототехника принесла инновации в их бизнес-модель;
4. В течение следующих 5 лет руководители компаний ожидают, что почти 1/5 их задач рабочей силы будет иметь робототехнический элемент. Будет ли эта замена рабочих (58% из опрошенных намереваются сокращать персонал в течение 5 лет) или найдутся новые способы совместной работы, сейчас трудно сказать.

Действительно, невозможно получить ясное представление о влиянии робототехники на бизнес, не задаваясь вопросом о судьбе рабочей силы в привычном нам смысле. Некоторые эксперты дают очень пессимистичные прогнозы. Например, исследователи Оксфордского Университета считают, что к 2034 году робототехника и компьютерные технологии могут заменить 47% рабочих мест в США.

Но в PwC считают, что робототехника приведет к большей коллаборации между машиной и человеком и что робототехника открывает возможности более сложных моделей рабочей силы, где робототехнические устройства выступают для дополнения и улучшения.

4.5. MarketsandMarkets

Рынок сервисной робототехники развивается за счет непрерывного технологического развития автономности и безопасности роботов, увеличения спроса со стороны городских домохозяйств (для осуществления домашней уборки, для обеспечения безопасности дома и видеонаблюдения, для помощи в уходе за детьми и пожилыми людьми) и увеличения потребности в сервисных робототехнических системах для профессионального использования (военное использование, сельское хозяйство, медицина, на море, в воздухе и в других областях).

Ожидается рост рынка сервисной робототехники до \$18,02 млрд. к 2020 году за счет роста профессионального использования сервисных роботов. Профессиональное использование сервисной робототехники занимает большую долю в общем количестве использования сервисных роботов в 2014 г. На этом рынке ожидается рост в 2015-2020 гг. в связи с увеличением использования роботов для выполнения различных задач с или без

прямого взаимодействия с человеком.

4.6. Bank of America Merrill Lynch

Авторы доклада Bank of America Merrill Lynch (BoAML) утверждают, что мы переживанием смену парадигмы, что приведет к изменению способа жизни и работы. Темпы революционных технологических инноваций в последние годы прошли путь от линейного к параболическому. Проникновение роботов и искусственного интеллекта бьет по всем отраслям экономики, становясь неотъемлемой частью нашей повседневной жизни.

BoAML прогнозируют, что объем мирового рынка робототехники и искусственного интеллекта достигнет \$152.7 млрд. к 2020 году. Внедрение данных технологий в некоторых отраслях могут повысить производительность на 30%.

В докладе упоминаются данные исследования Оксфордского Университета, в соответствии с которыми технологическая революция может вытеснить 35% работающих в Великобритании и 47% в США в ближайшие 20 лет.

Аналитики BoAML ожидают рост в следующих отраслях:

- Складская логистика. Роботы используются для перемещения товаров на складе и доставки. Достижения в области распознавания образов и оперирования объектами может позволить использовать роботов на складе для погрузки и разгрузки товаров;
- Горная промышленность. Автоматизация осуществляется вдоль всей цепочки поставок, начиная с роботизированного бурения до автономной погрузки и перевозки;
- Уход за пожилыми людьми. Происходит рост количества людей, нуждающихся в помощи и круглосуточном внимании. Роботы по уходу за пожилыми людьми уже используются в домах престарелых и в больницах. Данные роботы включают в себя и экзоскелеты, которые могут носить пожилые люди для собственного передвижения или медицинские работники, чтобы помогать пожилым подниматься. В 2013 году Япония инициировала программу по оплате 2/3 расходов, связанных с разработкой недорогих роботов для ухода за пожилыми людьми и для улучшения доставки социального обеспечения пожилым людям на дому;
- Телемедицина. Food and Drug Administration является первым роботом удаленного присутствия, использовавшимся в больницах в 2013 г. Робот может управляться дистанционно или используя собственную карту помещений госпиталя, что позволяет в режиме реального времени производить коммуникацию между отсутствующим медиком и присутствующим пациентом через вмонтированные в робота дисплей, микрофон, камеру и динамики;

- Сельское хозяйство. Автоматизация уже широко практикуется для дойки. Сенсоры и дроны с видекамерами позволяют отслеживать температуру почвы, влажность и содержание питательных веществ. Существенная часть сбора урожая фруктов и овощей осуществляется вручную, но возникновение новых методов технического зрения и оперирования с объектами позволит использовать роботов и в этих областях.

4.7. Сравнительные таблицы прогнозов

В таблицах ниже представлено сравнение данных прогнозов из пунктов 4.1 – 4.6.

Таблица 14. Сравнение данных International Federation of Robotics и Myria Research.

Аналитический центр	Область прогнозирования	2015 год	2018 год
International Federation of Robotics	Промышленные роботы	264 000 шт.	400 000 шт.
	Сервисные роботы для профессионального использования	152 375 шт. \$ 19,6 млрд.	
	Сервисные роботы для персонального использования	35 000 000 шт. \$ 12,2 млрд.	
Myria Research	Сервисные роботы для персонального использования	-	\$ 18 млрд.

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

Таблица 15. Сравнение данных прогнозов Myria Research, Boston Consulting Group, Tractica, MarketsandMarkets и Bank of America Merrill Lynch.

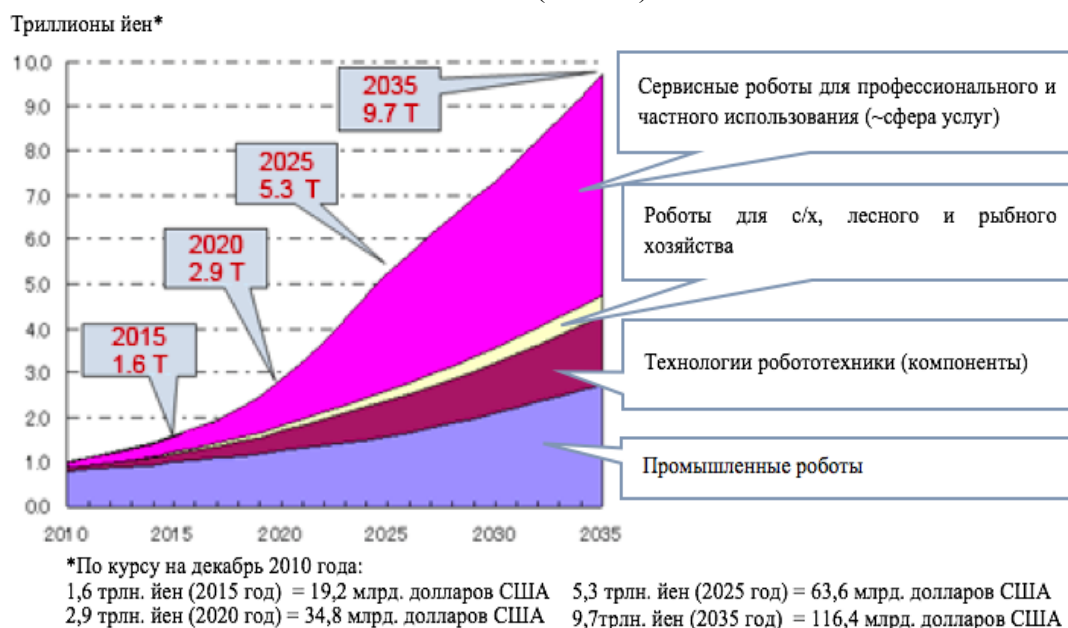
Аналитический центр	Область прогнозирования	2015 г.	2020 г.	2025 г.
Myria Research	Робототехника, искусственный интеллект и их экосистема	\$63млрд.	\$320 млрд.	\$1.2 трлн.
Boston Consulting Group	Робототехника	\$26.9 млрд.	\$42.9 млрд.	\$66.9 млрд.
Tractica	Робототехника	\$28,3 млрд.	\$151,7 млрд.	
MarketsandMarkets	Сервисная робототехника		\$ 18,02 млрд.	
Bank of America Merrill Lynch	Робототехника и искусственный интеллект		\$152.7 млрд.	

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

Такого рода оценки интересно сравнить с долгосрочными прогнозами, в том числе более ранними, от других стейкхолдеров на мировом рынке.

Так, Министерство экономики, торговли и промышленности Японии в 2010 году сформировало следующий прогноз развития рынков робототехники, в том числе сервисных роботов для профессионального и персонального использования, роботов для сельского, лесного и рыбного хозяйства, компонентов и промышленных роботов.

Рисунок 17. Прогноз Министерства экономики, торговли и промышленности Японии (2010 г.).



Таким образом, можно констатировать, что с течением времени прогнозы становятся более оптимистичными, что обосновывается наблюдаемым развитием робототехники.

4.8. Долгосрочные глобальные тренды как драйверы развития робототехники

В качестве драйверов развития робототехники выступает ряд долгосрочных глобальных трендов. В частности, такими трендами являются следующие:

- Демографические изменения, прежде всего, старение население, а также возрастающее число людей с ограниченными возможностями;
- Развитие парадигмы геймификации.

Так, старение населения является драйвером развития робототехники и в социальной сфере (уход за пожилыми – один из перспективных сегментов рынка), и в области промышленности. Необходимость «физической поддержки» стареющей рабочей силы открывает дополнительные возможности и для трудоустройства других социальных групп (женщин, лиц с ограниченными возможностями).

Распространение геймификации создает новые рынки для робототехники, где пользователями являются и взрослые (в том числе. пожилые), и дети. Развитие робототехники для детей, как представляется, будет иметь серьезные долгосрочные последствия, поскольку формируется новое поколение пользователей, с детства привыкшее не только ко взаимодействию с роботами, но даже к их производству. Так, например, в США в рамках государственных программ по развитию компетенций STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) запущены специализированные программы по робототехнике, такие как Boy Scout Robotics и Girl Scout Robotics. Таким образом, геймификация проникает как в процессы использования, так и в процессы создания роботов.

4.9. Барьеры для развития и внедрения робототехники

Несмотря на то, что сфера робототехники во многих странах мира переживает этап бурного развития, по-прежнему имеется ряд существенных барьеров, актуальных на глобальном уровне. При этом речь идет о барьерах как объективной, так и субъективной природы. Во втором случае подразумевается осознание рисков, приводящее к «избегательному поведению» со стороны потенциальных потребителей и общества в целом, что, в свою очередь, замедляет развитие рынка.

Барьеры, отмечаемые различными аналитическими агентствами и экспертными сообществами, можно объединить в группы, представленные ниже.

4.9.1. Низкая мотивация у предпринимателей к внедрению роботов

Препятствиями для широкого внедрения роботов в производство в некоторых секторах являются по-прежнему высокая стоимость вложения, необходимость долгосрочных вложений, высокий уровень сложности в использовании и отсутствие необходимых компетенций. В частности, такого рода факторы снижают мотивацию к автоматизации производства у малых и средних предприятий. Однако, по мнению аналитиков, приближается «точка перегиба»: инвестиции в робототехнику будут окупаться быстрее инвестиций в «человеческий» персонал.

4.9.2. Отсутствие необходимой «жесткой» и «мягкой» инфраструктуры

Для ряда перспективных областей применения, например, для активного использования беспилотных транспортных средств в публичных местах и в воздушном пространстве, в настоящий момент отсутствует необходимая инфраструктура. Ее развитие является сложным процессом и требует больших инвестиций. Прежде всего, это актуально для «смешанных сред» – пространств, где должны функционировать

одновременно роботы и люди. Причем речь идет о развитии как «жесткой», так и «мягкой» инфраструктуры. В частности, имеют место пробелы в сфере правового регулирования, стандартизации, сертификации.

4.9.3. Осознание рисков, потенциальные проблемы в обеспечении безопасности

Страх общества перед развитием сферы робототехники, во многом, носит субъективный характер, однако для него имеются и существенные реальные основания. Так, угрозы для безопасности человека и общества могут возникнуть и в физическом мире (функционирование тяжелых и потенциально неуправляемых «машин» в среде проживания человека, например, на дорогах), и в виртуальной среде (неподконтрольное манипулирование персональными и другими «чувствительными» данными). Роботы, прежде всего, дроны, – идеальная мишень и потенциальное оружие для злоумышленников, в том числе для различных видов терроризма (например, биотерроризм). При этом исследователи констатируют недостаточность развития к настоящему моменту инструментов и моделей тестирования новых разработок в части оценки безопасности применения.

В сфере персональной сервисной робототехники (consumer robotics) субъективное восприятие безопасности тесно связано с психологическим комфортом. По мнению некоторых аналитиков, для многих сегментов рынка (персональные ассистенты, забота о пожилых и т.п.) пока еще не найдены оптимальные решения в части внешнего вида и интерфейсов, которые должны обеспечить простоту и комфорт в использовании роботов. Важнейшей темой в контексте проблемы безопасности в использовании роботов является развитие робототехники в военных целях. На международной конференции по искусственному интеллекту в Буэнос-Айресе в 2015 году физик Стивен Хокинг, основатель Tesla Motors, SpaceX и PayPal Элон Маск, лингвист Ноам Хомский, соучредитель компании Apple Стив Возняк и еще более тысячи известных ученых и бизнесменов подписали открытое письмо, где высказались против развития автономного оружия. В начале 2015 г. Илон Маск выделил \$10 млн. на то, чтобы роботы и искусственный интеллект использовались лишь во благо человечеству.

4.9.4. Страх потери рабочих мест

Одним из ключевых оснований для отрицательного отношения общества к развитию робототехники является страх перед потенциальной потерей большого числа рабочих мест. Потеря рабочих мест относится к возможным реализациям рисков для безопасности общества (см. предыдущий подпункт). Однако эту проблему, в силу ее

важности, следует рассмотреть отдельно. В последние годы аналитическими агентствами, экспертами и общественностью ведутся масштабные дискуссии по данной теме. Различными участниками этой дискуссии были приведены следующие оценки и прогнозы (по данным 2013-2015 гг.):

- По мнению аналитического агентства Gartner, роботы, в том числе дроны, могут занять треть рабочих мест в мире к 2025 году;
- Риски, связанные с роботизацией, затрагивают не только рабочие, но и интеллектуальные профессии. По оценкам Bank of America, роботы-ассистенты займут 25 млн. рабочих мест в финансовой и юридической сферах в ближайшие годы. В производственной сфере в течение ближайшего десятилетия роботы «заберут» 45%+ работ, что позволит сэкономить \$ 9 трлн. на рабочей силе;
- Согласно Oxford Martin School, 47% рабочих мест в странах с развитой экономикой подвержены «риску роботизации» в ближайшие 20 лет;
- BBVA Innovation Center приводит оценки Правительства Японии, согласно которым к 2060 году более 40% населения будет старше 65 лет, что формирует серьезный запрос на роботизацию. Nomura Research Institute (NRI) было проанализировано более 600 профессий. По результатам анализа отмечается, что до 49% из них могут быть роботизированы (подразумевается замена человека роботом);
- Широкое внедрение робототехники в производство – один из ключевых вызовов для программы Made in China 2025. В настоящий момент, например, на предприятии Philips с высоким уровнем роботизации в Дании численность рабочих в 10 раз меньше, чем на аналогичном предприятии в Китае с сопоставимым объемом выпуска продукции;
- По данным Boston Consulting Group, к настоящему моменту роботизированы лишь 10% потенциально автоматизируемых работ; к 2025 году эта доля вырастет до 23%+. Затраты на рабочую силу в ведущих странах существенно снизятся (например, в Южной Корее – на 33%);
- Многие аналитики считают, что развитие робототехники, скорее, создает рабочие места. Более того, появляются новые возможности для трудоустройства представителей ряда социальных групп (женщины, пожилые люди, лица с ограниченными возможностями, см. выше в настоящем отчете). IFR отмечает, что в результате все более широкого внедрения роботов люди будут избавлены от необходимости выполнять рутинные операции и смогут сосредоточиться на творческой деятельности; роботы станут помощниками, которые позволят повысить

производительность и качество производимой продукции, но не приведут к исключению людей из производственных процессов.

- Аналогичным образом, McKinsey указывает, что роботы не заменяют людей, но изменяют облик рабочих мест. Около 60% видов профессиональной деятельности с использованием уже существующих технологий могут быть автоматизированы на 30%+ процентов. Однако лишь менее 5% профессий могут быть автоматизированы полностью.

Глава 5. Образовательные и научные центры

По данным The Robot Report по всему миру существует более 338 образовательных и научных центров, занимающихся робототехникой. Из российских научных центров в этот список вошел лишь ЦНИИ РТК. Списки российских образовательных и научных центров содержится в пунктах 6.4 и 6.5.

Рисунок 18. География образовательных и научных центров



Источник: The Robot Report

5.1.DARPA

DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) – Агентство передовых оборонных исследовательских проектов в структуре Министерства обороны США, целью которого является сохранение технологического превосходства вооруженных сил США, предотвращение внезапного для США появления новых технических средств вооруженной борьбы, поддержка прорывных исследований, преодоление разрыва между фундаментальными исследованиями и их внедрениями в военной сфере.

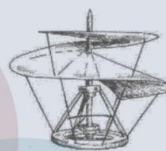
Разрабатываемые новые передовые исследовательские программы DARPA можно разделить на триплет технологий: технологии человека, технологии робототехники и сетевые технологии.

Рисунок 19. Направления передовых исследовательских программ DARPA.

Технологии человека – создание передовых биомедицинских технологий, способных предотвратить смерть человека в результате ранений, заболеваний или инфекций – от диагностики до восстановления или даже полного воссоздания тканей и органов тела.



Технологии робототехники – создание техники, способной к выполнению широкого спектра механических операций, наблюдения и доставки полезной нагрузки в любую точку на Земле, включая миниатюрные манипуляции, высотные перемещения и подводные операции.



Сетевые технологии – оперирование совокупностью объектов, средств и систем, как единым управляемым пространством, в частности сведением информации (технологии C4ISR+), развитием технических средств связи, разведки и обработки информации, в том числе на новых физических принципах.



Источник: DARPA. Программа 2015.

Технологии робототехники – создание техники, способной к выполнению широкого спектра механических операций, наблюдения и доставки полезной нагрузки в любую точку на Земле, включая миниатюрные манипуляции, скоростные и высотные перемещения, наземный автоматический транспорт и подводные операции. **Научные области:**

- Аэромеханика;
- Адаптивные системы управления;
- Распознавание образов;
- Спецхимия;
- Материаловедение (сверхпрочные материалы, управление формой и механическими напряжениями);
- Радиоэлектроника (миниатюризация, компонентная база) ;
- Фотоэнергетика;
- Источники питания;
- Космическое приборостроение;
- Инерциальная навигация.

Сетевые технологии – оперирование совокупностью объектов, средств и систем, как единым управляемым пространством, в частности сведением информации (технологии C4ISR+), развитием технических средств связи, разведки и обработки

информации, а также средства научно-технической разведки, социокультурного анализа и интернет-технологий. **Научные области:**

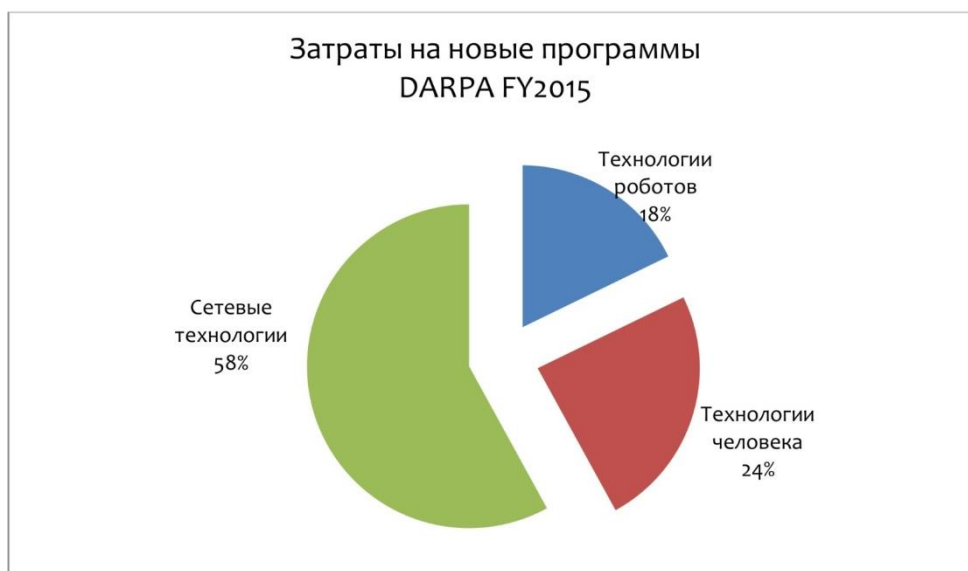
- Волновая электроника;
- Информационные технологии;
- Математика и алгоритмы;
- Визуализация данных;
- Связь;
- Кибертехнологии и защита информации;
- Машинные средства языкового перевода.

Предлагаемый набор технологий в полной мере соответствует ожиданиям в области технологических прорывов и экспоненциального роста в ближайшие 20 лет.

На Таблице 16 приведено распределение затрат по новым программам, которые объявлены DARPA на 2015 год. Программы разделены по трем базовым направлениям и проведено сравнение по объемам финансирования (тыс. долл.).

Таблица 16. Финансирование программ DARPA в 2015 г. по технологическим направлениям.

№	Направление	Количество программ	Расходы, тыс. долл.
1	Технологии роботов	8	60 210
2	Технологии человека	9	82 000
3	Сетевые технологии	21	196 220



Источник: DARPA. Программа 2015

Как можно легко увидеть из Таблицы 16, приоритет финансовых затрат в 2015 году составляют технологии совершенствования сетевых и вычислительных возможностей. Технологии роботов при этом все чаще выходят за пределы программ,

будучи переданными Научно-исследовательскую лабораторию ВМС или Лабораторию Линкольна МТИ. При этом безусловное лидерство в этом году подтверждено за технологиями человека, под развитие которых выделен в этом году специальный отдел. Всего расходы на новые программы 2015 финансового года составляют 10% от годового бюджета DARPA.

Программы 2014 финансового года были, в основном, направлены на создание систем взаимодействия человека и робота и систем взаимодействия человека с виртуальным миром.

Взаимодействие человека и робота. Среди программ этого направления важное место занимает MUCA (Manned-Unmanned Collaborative Autonomy). В настоящее время для управления беспилотным аппаратом требуется отдельный, прошедший специальную подготовку оператор. Программа MUCA ставила задачу дать одному человеку возможность раздавать задачи и управлять действиями целой группы роботов, как это происходит в компьютерной игре Warcraft.

Другая программа IS2 – занималась созданием систем, позволяющих отдельному человеку «играть на опережение» при выполнении специальных операций. Применение систем многоспектрального зрения, датчиков, информационных интерфейсов дает 10-кратное увеличение боевых возможностей. Вероятно, самым реалистичным представлением результатов IS2 станет герой фильма "Универсальный солдат".

Взаимодействие человека с виртуальным миром. Прежде всего, в части ускоренной подготовки кадров. Программа FSL разрабатывает новую систему подготовки специалистов на основе взаимодействия человека и машины, которая будет использовать изменения физиологических и нейро-когнитивных параметров учащегося. Этот результат не позволит в ближайшее время научиться управлять вертолетом за несколько секунд, как это происходило в фильме «Матрица», но изначально на proposer's day задача ставилась именно такая.

Если 2014 финансовый год в DARPA прошёл под знаком боевых роботов, солдат-киборгов и военизированных дронов, то создание нового отдела биологических технологий является ставкой на следующее поколение оборонных технологий, которое будет брать пример с естественных форм жизни.

Одним из основных направлений военного развития DARPA, начиная с 2014 года, стала синтетическая биология.

В Таблице 17 представлены существующие в настоящее время в DARPA направления создания технических новшеств, работа по которым, по всей видимости, продолжится как минимум до 2020 года.

Таблица 17. Прогноз технологических приоритетов DARPA до 2020 года.

Технологии человека	<ul style="list-style-type: none"> • Биологическая защита от неизвестных ранее патогенов; • Терапия нейротравм центральной нервной системы; • Фундаментальные механизмы старения организма; • Системы автоматизированного проектирования живых существ.
Технологии робототехники	<ul style="list-style-type: none"> • Высокоэффективные транспортные средства доставки персонала и грузов; • Автономные операции роботов (подводные, наземные, воздушные); • Энергообеспечение длительных автономных действий; • Навигация в условиях радиоэлектронного противодействия; • Робототехнический транспорт для воздушного и водного пространства, пересеченной местности и дорог общего пользования.
Сетевые технологии	<ul style="list-style-type: none"> • Обработка структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного многообразия для получения человеко-читаемых результатов; • Программные реализации концепции «системы систем»; • Игрофикация управления операциями на боевом пространстве.
Технологии интеграции возможностей человека и робота для действий в реальном мире	<ul style="list-style-type: none"> • Роботы для снижения физической нагрузки на человека • Автоматические средства мониторинга и коррекции здоровья • Расширение возможностей органов чувств за счет использования электронных сенсорных систем
Технологии автоматической коммутации событий реального и виртуального миров	<ul style="list-style-type: none"> • Групповое управление «роем» роботов; • «Информационные сети вещей»; • Адаптивные производственные линии и «микрофабрики»; • Системы дополненной реальности и электростимуляции ЦНС.
Технологии интеграции и взаимного усиления возможностей человека и компьютерных сетей	<ul style="list-style-type: none"> • Системы ускоренного обучения человека; • Системы поддержки принятия решений в науке и медицине; • Системы искусственного интеллекта в проведении киберопераций; • Нестандартные аппаратные средства (нейроморфные чипы, и др.) обработки сложноструктурированных данных.

Интегрированные сетевые технологии преобразования реального мира за счет взаимодействия человека и роботов	<ul style="list-style-type: none"> • Управление конфигурацией когнектома мозга человека и животных; • Единое боевое пространство (объединяющее как виртуальное, так и реальное) с универсальным протоколом проведения операций; • Автономная ресурсо-независимая робототехника и обеспечивающая инфраструктура.
--	--

Источник: DARPA. Программа 2015

Некоторые перспективные программы DARPA

Программа **Complex Adaptive System Composition and Design Environment (CASCADE)** направлена создание и управление сложных взаимосвязанных адаптивных систем и сред. Сложные взаимосвязанные системы становятся неотъемлемой частью военной и гражданской жизни. В военной сфере множество пилотируемых и беспилотных самолетов обмениваются данными и ресурсами в реальном времени, образуя сеть. В гражданской сфере, например в «умных городах», важнейшие элементы инфраструктуры (вода, электросети, транспорт, связь и т.п.) аналогично интегрированы в сложные сети. Динамичные системы, такие как эти, представляют собой нечто большее, чем просто суммы их частей, а также повышают устойчивость при атаке противника или стихийном бедствии. Но данные системы трудно моделировать, их нельзя системно разработать с использованием современных инструментов, которые не обладают задачей оценки и прогнозирования сложного взаимодействия между системой структур и поведением, которое постоянно изменяется во времени и пространстве.

Open Manufacturing ("неограниченное производство"). Программа уменьшает барьеры для внедрения производственных новшеств, разрабатывая доступные, быстрые, адаптивные и энергосберегающие технологии. Прикладные исследования осуществляются в программе под названием "Material Processing and Manufacturing".

Materials Processing and Manufacturing. Программа предусматривает изучение новых подходов в производстве и обработке материалов, что позволит значительно снизить затраты и уменьшить время, необходимое для изготовления военных систем Минобороны США. В рамках программы также предполагается разработка методов, которые позволяют получить новые материалы со свойствами, которые не могут быть получены с помощью традиционных подходов. Также исследуются методы повышения эффективности малых объемов производства. В 2015 финансовом году бюджет программы составил \$21.784 млн.

Multifunctional Materials and Structures. Многофункциональные материалы и структуры. Программа предусматривает разработку материалов и способов их производства, которые специально созданы многофункциональными и/или обладают уникальными механическими свойствами. Исследования данного направления включают разработку реагирующих на внешние воздействия структур, которые могут работать взрывным элементом на легких боеприпасах, новых материалов и соединений, которые предназначены для эксплуатации в условиях функциональной или структурной адаптации свойств к условиям окружающей среды. Помимо этого, предметом исследований станут новые тонкопленочные материалы, полученные осаждением для повышения показателей основных свойств соединений (трение, износ и мембранная проницаемость). Примерами использования Минобороны результатов данного направления являются самолеты, для которых принципиальное значение имеют низкий вес при высоких летных характеристиках, турбины с повышенной эффективностью, эрозионностойкие лопасти и высокотемпературные материалы для использования в условиях гиперзвукового потока. В 2015 финансовом году бюджет программы составил \$15.366 млн.

Materials for Force Protection. Материалы для защиты войск. Программа предусматривает разработку новых материалов, позволяющих значительно повысить баллистическую защиту и взрывозащиту, в том числе против снарядоформирующих зарядов (СФЗ) и кумулятивных зарядов, по всему спектру на театре военных действий. Программа использует как новейшие конструктивные решения, так и новейшие топологические концепции, позволяющие обеспечить усиленную защиту и функциональность, при снижении веса и/или стоимости изделия. В 2015 финансовом году бюджет программы составил \$22,649 млн.

Manufacturable Gradient Index Optics (M-GRIN). Программа расширит область применения градиентной оптики, предоставляя компактным, легким, и рентабельным линзам возможность управления дисперсией и абберацией, что избавит от необходимости создания сложных оптических систем. Ключевым компонентом программы M-GRIN является разработка новых средств проектирования, которые позволят интегрировать динамические свойства материалов, методы изготовления и производственные допуски. В 2015 финансовом году бюджет программы составил \$7.814 млн.

Reconfigurable Structures – перенастраиваемые структуры. Программа разрабатывает интеллектуальные материалы и методы управления, которые позволят военным роботам передвигаться, изменять свою форму и размер для адаптации к изменяющимся задачам боевой операции и условиям внешней среды. В 2015 финансовом году бюджет программы составил \$ 7.800 млн.

Protecting Cyber Physical Systems (PCPS) – защита киберфизических систем. В последнее время получили развитие киберфизические системы – специализированные вычислительные системы, имеющие физические средства взаимодействия (электрические, химические, оптические, механические, биологические и т.п.) с объектом контроля и управления, и выполняющие одну функцию. Повсеместное использование встроенных вычислительных систем в торговле, промышленности и здравоохранении, появление программно-конфигурируемых сетей, использование систем автоматического управления военных и гражданских объектов жизнеобеспечения населения, делают их защиту вопросом национальной безопасности. Программа PCPS предусматривает создание технологий для мониторинга распределённых гетерогенных сетей компонентов промышленных систем управления, включая обнаружение аномалий, которые требуют быстрой оценки, противодействие атакам типа "имитация соединения" (спуфинг) и "отказ в обслуживании".

Robotics Fast Track – программа ускоренного развития робототехники. Стремясь доминировать в робототехнике будущего, Минобороны США должны будут охватить программы, планирующие разработку прорывных достижений в робототехнике, время на создание которых измеряется в месяцах, а не годах, и затраты на реализацию которых составляют тысячи долларов, а не миллионы.

Программа RFT стремится коренным образом изменить технологии робототехники, способствуя развитию нестандартных технических возможностей. Программа предусматривает создание недорогих, крайне практичных составных автоматизированных решений, путем вовлечения новых сообществ разработчиков (профессионалов робототехники и энтузиастов) в научно-исследовательские работы. Результатом должны стать опытные образцы системы и доказательства правильности концепции, создаваемые за несколько месяцев, с минимальными затратами по сравнению с традиционными циклами проектирования. Точно такие же требования предъявляются и к организации и участию в конкурсных процедурах по проектам в рамках программы.

Autonomous Robotic Manipulation Program (ARM), с 2010 г. Цель – создание автономной роботизированной руки, способной без дополнительного вмешательства человека выполнять манипуляции с различными предметами. Бюджет – более 60 млн. На момент анонсирования ARM средняя стоимость роботизированной руки (для военных нужд), составляла около \$50 тыс. В результате реализации программы стоимость составила около \$3 тыс. (для партии от 1 000).

5.2. MIT

В Массачусетском Технологическом Университете (Massachusetts Institute of Technology, MIT) есть множество подразделений, которые занимаются робототехническими разработками, и команды высокомотивированных студентов для участия в робототехнических соревнованиях. Например, Robotics Team имеет около 40 участников и принимает участие в таких соревнованиях как Robo-Ops и NASA Centennial Sample Return Robot Challenge.



Ниже перечислены 4 лаборатории MIT, которые занимаются различными робототехническими исследованиями.

1. Biomimetics Robotics Lab

Робототехническая лаборатория



MIT MECH E
BIOMIMETIC ROBOTICS LAB

Массачусетского Технологического Университета разрабатывает робототехнические системы, которые по своему устройству повторяют устройство биологических организмов. В настоящий момент в данной лаборатории работают 10 сотрудников. Ведутся исследования по **6 направлениям**:

- Оптимальный актуатор (Optimal Actuator);
- Проектирование хвоста для маневренности (Tail Design for Maneuverability);
- Гепард (Cheetah);
- Супер мини гепард (Super Mini Cheetah);
- Движение ноги (Swing leg retraction);
- Биотансегрити (Biotensegrity).

2. Personal Robots Group

Сотрудники этой лаборатории разрабатывают принципы и технологии для персональной



робототехники в целях более эффективного взаимодействия роботов и людей, где роботы выступают в коммуникацию с человеком на равных или в качестве обучающегося для стимулирования более привлекательного взаимодействия. Деятельность лаборатории посвящена исследованию влияния долгосрочных персонализированных взаимодействий человека и робота в применении для улучшения качества жизни, здоровья, творчества, общения и образования. Способность роботов естественно взаимодействовать, учиться и

сотрудничать с людьми была исследована как внутри лаборатории, так и в реальных условиях.

3. Interactive Robotics Group

Группа работает над развитием эффективного взаимодействия между людьми и роботами для решения задач, которые ни роботы, ни люди не способны решить по отдельности. **Направления исследований:**

- **Shared Mental Models for Human-Robot Teaming** (Общая модель мышления для команды из людей и роботов). Цель: повышение эффективности процессов ручной сборки через улучшение взаимодействия человека и робота. Работа осуществляется в сотрудничестве с ABB;
- **Fast Scheduling of Human-Robot Teams with Temporospacial Constraints** (Быстрая координация в команде из роботов и людей). Использование робототехники в традиционно ручных производственных процессах требует высокой координации в режиме реального времени между человеком и роботом для обеспечения безопасности и сложной работы. Задачи должны быть распределены между агентами, скоординированы в пространстве и времени. Исследование проводится совместно с Boeing Research and Technology;
- **Improving the Efficiency of Close Proximity Human-Robot Collaboration** (Повышение эффективности тесного взаимодействия человека и робота). Направлено на считывание человеческих движений и предсказывание действий человека для натуральной синхронизации деятельности робота и человека;
- **Intelligent Machine Participation in Human Meetings** (Интеллектуальный агент для участия в человеческом взаимодействии). Присущие человеку ограничения создают значительные трудности для планирования деятельности команды в динамических и сложных условиях. Стресс, срочность, нехватка ресурсов, предубеждения могут препятствовать четкой координации действий. Интеллектуальные агенты могут находить слабые места в соглашениях между членами команды по планированию времени, а также отслеживать формирование плана в ходе беседы команды. Исследование проводится совместно с Lincoln Laboratory;
- **Mobile Robotic Assistants for Manufacturing Environments** (Мобильные роботизированные помощники в производственных средах). Разработка мобильных конвейеров для оказания помощи работникам на автомобильном конвейере. Робот должны перемещаться в ограниченном и занятом пространстве. Создаются модели поведения человека для улучшения взаимодействия робота и человека.

4. Field and space robotics laboratory

Лаборатория полевой и космической робототехники имеет более 20 научных сотрудников.

Спонсоры:

- NASA,;
- NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL);
- Northrop Grumman;
- Schlumberger;
- US Navy;
- Foster-Miller, Inc.;
- Ford Motor Company;
- The Cambridge-MIT Institute;
- King Fahd University of Petroleum and Minerals (KFUPM);
- Israel IDF-Basic Science Office;
- NASA Institute for Advanced Concepts (NIAC);
- Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA);
- Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA);
- US Army Tank-automotive and Armaments Command (TACOM);
- US Army Research Office;
- Center for Integration of Medicine & Innovative Technology (CIMIT).

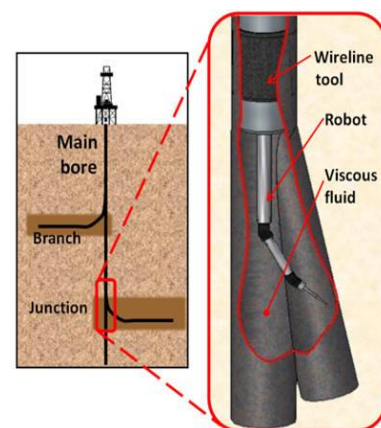
Направления исследований:

- **Mirror Project** (проект «Зеркало»). Форма отражающих поверхностей в космических телескопах и солнечных концентраторах определяет их эксплуатационные характеристики. Производство этих поверхностей требует высокой точности и поэтому затруднительно. Эффективность отражающей поверхности может снизиться из-за таких помех, как ветер или тепловое воздействие. Встраивание простых бинарных актуаторов в структуру зеркала имеет потенциал в упрощении производственных процессов и увеличении производительности системы. Исследование направлено на три основные области: оптимизация структуры конструкции, осуществление контроля, экспериментальная оценка концепции;
- **Smart Power and Water for Challenging Environments** (умное энергообеспечение и вода в сложных условиях). Энергообеспечение и очистка воды в труднодоступных местах, таких как пустыня, для ведения сельскохозяйственных работ, обеспечения курортов и небольших поселений в развивающихся странах может быть технически сложным и дорогостоящим. Данный проект изучает осуществимость создания и контроля маленьких умных энергоблоков для обеспечения чистой воды и электроэнергии в удаленных местах с использованием солнечной энергии;

- Long-Life Micro Fuel Cell Power-Supplies for Field Sensors** (микро-топливные элементы для долгого использования в полевых сенсорах). В настоящий момент необходимо человеческое присутствие для осуществления наблюдения в сфере безопасности, сельском и лесном хозяйствах, но эти задачи могут быть опасными, технически сложными и трудоемкими. Сеть удаленных датчиков является возможным решением для увеличения производительности и экономической эффективности. Дистанционные датчики нуждаются в низком энергопотреблении, но для работы в течение длительного времени требуется много сотен устройств. Современные аккумуляторы непригодны для питания этих устройств, так как они ненадежны, имеют ограниченный срок службы, низкую энергоемкость и не приспособлены к сильным температурным колебаниям. Топливные элементы являются многообещающей альтернативой и могут преодолеть ограничения современных аккумуляторов. Топливные элементы такие как мембраны с протонным обменом (Proton Exchange Membrane) являются электрохимическими устройствами, которые используют реагенты (водород и кислород) для производства электроэнергии, тепла и воды. Топливные элементы высокоэффективны, могут обеспечивать низкое энергопотребление в течении длительного времени и экологически безопасны;

- Sensorless Tactile Exploration: An application to oil well mapping.**

Бессенсорная тактильная разведка для использования в картировании нефтяных скважин. Рост спроса на нефть и передовые способы рекуперации сделали экономически привлекательными восстановление ранее используемых скважин. Данные скважины зачастую имеют ряд перекрестков с расходящимися ответвлениями, глубина которых остается неизведанной. Для их использования необходимо изучить расположение и форму пересечений и ответвлений в минимально возможные сроки. Камеры и лазеры не могут использоваться в нефтяных скважинах. Звуковые датчики имеют низкую точность и проблемы отражения. Технологии проекта могут быть использованы в исследовании газовых труб, канализации и шахтах. В автономной тактильной разведке используется манипулятор, установленных на конце кабеля и направляемый к разветвлению. Манипулятор фиксирует это разветвление и начинает тактильную разведку: робототехнический наконечник манипулятора прощупывает несколько точек поверхности, на основе чего реконструируется геометрия поверхности.

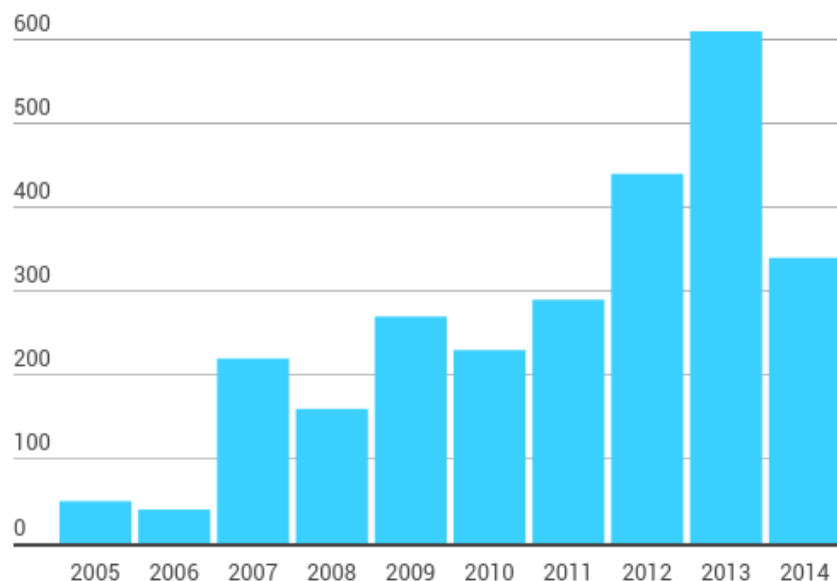


Глава 6. Робототехника в России

6.1 Промышленная робототехника

По данным International Federation of Robotics общее число установленных промышленных роботов в Российской Федерации к 2015 году – около 2 740 шт. На Рисунке 20 показана динамика изменения продаж промышленных роботов в России с 2005 по 2014 год. С 2010 по 2013 год наблюдался стабильный рост продаж промышленных роботов – в среднем около 20% в год. В 2013 году продажи достигли своего максимума – 615 роботов (увеличение на 34% по сравнению с 2012 г.), но в 2014 году произошло резкое падение продаж на 56 % – до около 340 роботов. Причиной этого является сильное изменение валютного курса.

Рисунок 20. Динамика продаж промышленных роботов в Российской Федерации с 2005 по 2014 гг.

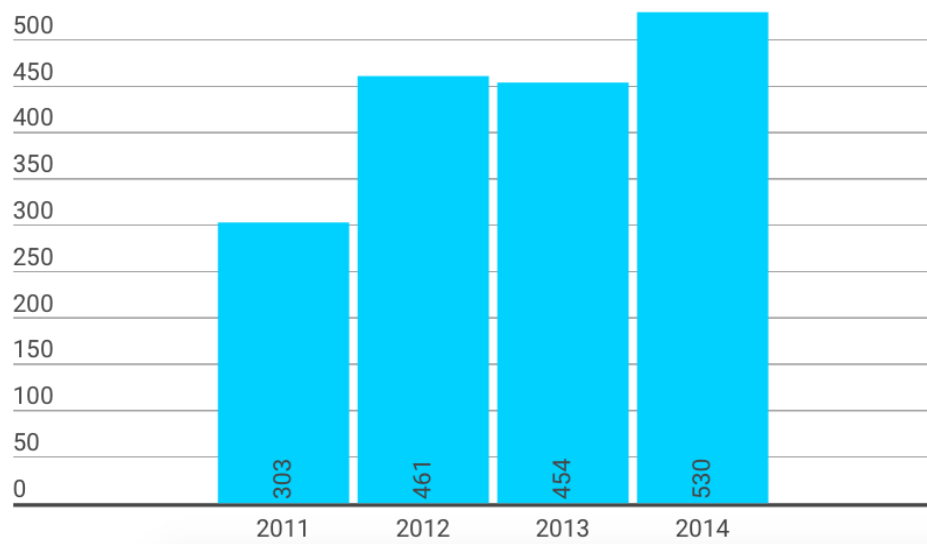


Источник: World Robotics 2015

Данные FANUC о российском рынке промышленных роботов отличаются от данных International Federation of Robotics. FANUC собирает данные о российском рынке с 2011 года, получая данные от других игроков рынка (Kuka, Yaskawa, различные дилеры и др.). FANUC отмечает, что существует явная тенденция к использованию отечественных

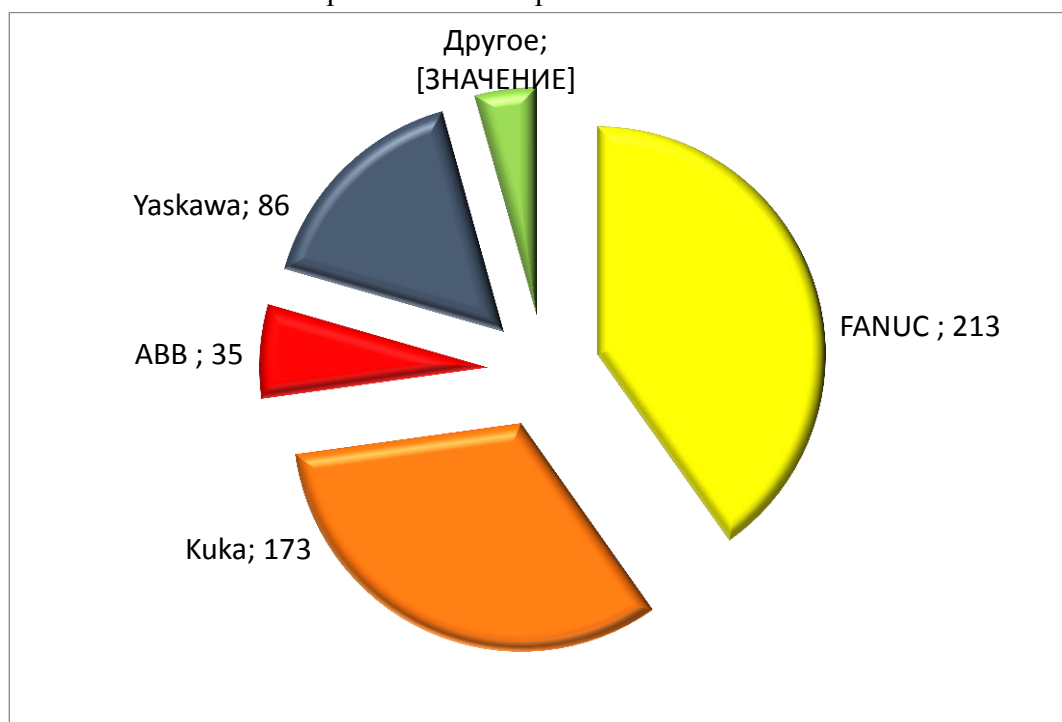
промышленных роботов, увеличивающаяся год от года. В отличие от IFR, по данным FANUC в 2013 году не было резкого подъема продаж промышленных роботов. Продажи составили 454 роботов (IFR – 615 роботов). В 2014 году, по данным FANUC, в России было продано 530 роботов, а по данным IFR – 340.

Рисунок 21. Динамика продаж промышленных роботов в России в 2011-2014 гг.



Источник: FANUC

Рисунок 22. Объем продаж FANUC, Kuka, ABB, Yaskawa на российском рынке промышленных роботов в 2014 г.

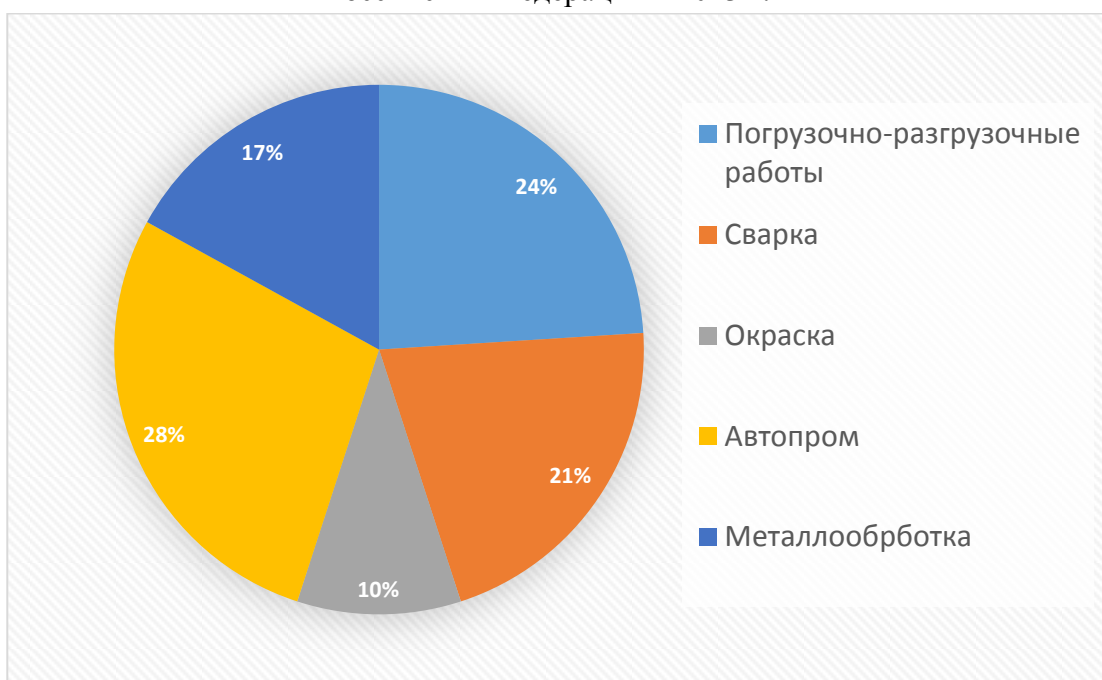


Источник: FANUC

По предварительным данным, в 2015 году FANUC продал около 310 промышленных роботов, KUKA около 120. Ожидается, что в целом в 2015 году было продано около 500 промышленных роботов.

Продажи промышленных роботов в России значительно ниже, чем в других странах. Для сравнения, в Китае в 2014 году было продано 57 096 промышленных роботов, что на 56% больше, чем в 2013 году. В Бразилии в 2014 году было продано 1300 промышленных роботов.

Рисунок 23. Распределение промышленных роботов по секторам промышленности в Российской Федерации в 2013 г.



Источник: World Robotics 2014

В 2013 г. плотность роботизации промышленности в РФ составила 2 РТК на 10 000 занятых в сфере работников, когда средняя плотность роботизации промышленности во всем мире в 2013 г. составила 62 РТК, а в 2014 г. – 66. Мировыми лидерами в плотности роботизации являются Республика Корея (478 РТК), Япония (314 РТК), Германия (292 РТК), США (164 РТК). Плотность роботизации Китая ниже среднего уровня – 36 РТК, что указывает на высокий потенциал роботизации производства Китая.

Уровень использования промышленных роботов в России значительно ниже, чем в других странах, что представляет существенную угрозу, однако в то же время является возможностью для модернизации и роботизации производства в целях повышения его эффективности и конкурентоспособности.

6.1.1. Производители

В настоящий момент в России промышленных роботов производит ООО «Волжский машиностроительный завод» (ООО «ВМЗ») и ОАО «Башкирская машиноиспытательная станция». В 2016 году планируется строительство в Башкирии нового предприятия для производства роботов и их комплектующих. В декабре 2015 года в новостях появилась информация о угрозе ликвидации ООО «ВМЗ».

6.1.2. Интеграторы

Интеграторы – инженерные фирмы, которые проектируют, строят и устанавливают робототехнические системы, но не осуществляют перепродажу или дистрибуцию для других компаний. Некоторые из этих компаний выступают партнерами для производителей промышленных роботов и выступают как дистрибьюторы, другие компании консультируют и предлагают робототехнические решения, после сравнения различных роботов от разных производителей и выбора наиболее подходящего для требуемого решения. Ниже приведен список российских компаний–интеграторов, занимающихся внедрением робототехнических комплексов в российское производство.

1. ООО "АРМ-Роботикс" (ARM-Robotechs Co. Ltd.)

Сайт: www.arm-robotics.ru

Ключевые продукты компании:



- РТК паллетирования (роботизированный комплекс для паллетизации продукции в пищевых и непищевых производствах).
- РТК механообработки (роботизированный комплекс для обработки металлов и неметаллов с применением промышленных роботов и специального ПО).
- РТК сборки с системой технического зрения (СТЗ) и осязанием (роботизированный комплекс для механической сборки с применением промышленных роботов, системы технического зрения, технологией осязания).
- Учебный РТК (роботизированный комплекс для образовательных учреждений, промышленные и мобильные РТК).

Клиенты: Сен-Гобен Строительная Продукция Рус, МИРЭА, МГТУ СТАНКИН, КБГУ, ЦНИИРТК, НИУ ИТМО.

Поставщики: KUKA Roboter GmbH, SCHUNK GmbH, TROAX AB, SMC Pneumatic, Leuze Electronic

Компанией ООО "АРМ-Роботикс" проведено более 530 проектных изысканий, 26 роботизированных комплексов запущено в эксплуатацию, выполнено свыше 750 сервисных часов обслуживания промышленных роботов.

2.Белфингрупп

Сайт: belfingroup.com

Холдинг «Белфингрупп» – один из лидеров рынка роботизации, интеграции РТК и комплексной модернизации предприятий на территории СНГ. Компания располагает инженерно-сервисным центром, конструкторским бюро, высокотехнологичным производством, а также офисами в Финляндии, России, Беларуси и Украине. За более чем 20 лет существования компании реализовано свыше 300 крупных проектов в области промышленной роботизации.



Белфингрупп специализируется в проектировании и изготовлении роботизированных комплексов, предназначенных для автоматизации различных производственных процессов.

Клиенты: ОАО "ЛТЗ", "Минский Тракторный Завод", ОАО "Белаз", ООО "Уральские локомотивы", НПО «Мостовик» и другие.

3. Вебер Комеханикс

Сайт: weber.ru

Вебер Комеханикс занимается разработкой комплексных решений по модернизации промышленных предприятий и поставке металлообрабатывающего оборудования.



Клиенты: Ликийский автобусный завод, Рыбинский судостроительный завод «ВЫМПЕЛ», учебно-производственный центр КАПО им. С.П. Горбунова, ОАО «Завод ГрАЗ», ООО «КАМАЗ», АО «Автокран», ОАО «Ковровский электромеханический завод», ОАО «Русская Механика» и другие.

4. ООО «ВЕКТОР ГРУПП»

Сайт: vektor-grupp.ru

Компания была основана в 1995 году специализируется на подборе, поставке и сервисном обслуживании широкого спектра промышленного оборудования от ведущих мировых производителей. «ВЕКТОР ГРУПП» осуществляют типовые работы, а также разрабатывают индивидуальные проекты на заказ.



Компания занимается поставкой и установкой промышленных роботов и систем управления промышленными роботами KUKA ROBOTICS.

«ВЕКТОР ГРУПП» является генеральным импортером RWT, Bernd Siegmund GmbH, официальным представителем Heinz Soyer GmbH, официальным дистрибьютором DE–STA–CO.

5. ООО «ГЕО-НДТ»

Сайт: www.geo-ndt.ru



Дата основания – 2010 год. Компания специализируется на комплексном подходе к решению сложных и срочных задач, оказываем услуги в области инжиниринга, энергоаудита, неразрушающего контроля и технической диагностики.

Среди оборудования компании присутствует роботизированное оборудование для измерений, контроля и испытаний, в т.ч. роботизированный ультразвуковой сканер-дефектоскоп, роботизированный тахеометр и др.

Компания также осуществляет поставки промышленных роботов. ООО «ГЕО-НДТ» – официальный поставщик оборудования KAWASAKI ROBOTICS, TOSHIBA MACHINE и SHIBAURA в России. ГЕО-НДТ производит, помимо прочего, поставки комплектного оборудования и запасных частей. По согласованию возможно обучение персонала по управлению и обслуживанию автоматизированных промышленных комплексов. ООО «ГЕО-НДТ» оказывает техническую поддержку по работе с программным обеспечением для промышленных роботов и аппаратными средствами, а также гарантийное и послегарантийное обслуживание промышленных роботов и комплектного оборудования.

6. ООО "Индустрия-Сервис"

Сайт: www.industry-service.ru



ИНДУСТРИЯ-СЕРВИС

ООО "Индустрия-Сервис" – является официальным дистрибьютором Sumitomo (SHI) Cyclo Drive Germany GmbH (Германия) – одного из крупнейших мировых производителей редукторов и мотор-редукторов для различных отраслей промышленности.

Sumitomo Cyclo Drive Europe – европейское подразделение машиностроительного направления Sumitomo, компании Sumitomo Heavy Industries Ltd. (SHI) – всемирно известно как производитель приводной техники для различных роботизированных систем с уникальным принципом работы редуктора.

Понижающий Cyclo-редуктор без ведущей шестерни работает не в режиме среза, а в режиме сжатия. Это исключает поломку зубьев и благодаря конструкции циклоидной передачи, обеспечивающей низкое трение и равномерное распределение нагрузки, Cyclo-редукторы практически не изнашиваются и служат основной составляющей при производстве роботов.

Данные редукторы используются в производстве роботов такими компаниями как «Fuji Heavy Industries» (Subaru), «KUKA Robotics» (Германия), «Белфингрупп» (Республика Беларусь), «Kawasaki» (Япония), ОАО "НПО ПМ – Развитие" (Россия, Железногорск), ЗАО "Сатис-ТЛ-94" (Россия, Москва) и многими другими.

Партнеры: Sumitomo Cyclo Drive Europe.

7. ООО «ИРС»

Сайт: irobs.ru



"ИРС" была основана в 2007 году и занимается проектировкой, разработкой и установкой любых роботизированных систем для самых различных сфер промышленного производства. Компания работает в направлении автоматизации и роботизации сварочного производства и является одним из лидеров российского рынка в своем направлении, заслужившим доверие ведущих предприятий аэрокосмической, военной и атомной отрасли России. Только в 2012 году было запущено 32 роботизированные системы для различных применений.

Компания использует роботы Fanuc в решениях по роботизации самых тяжелых и ответственных процессов. Промышленные роботы Fanuc – одни из лучших высокотехнологичных машин на мировом рынке. На данный момент выпускается более 30 000 роботов ежемесячно, что подтверждает их высокие качественные показатели и потребность в них.

8. ОАО «ОМЗ»

Сайт: www.omz.ru



Объединенные машиностроительные заводы (Группа Уралмаш-Ижора) – интегрированный и высоко диверсифицированный инжиниринговый и научно-производственный холдинг в области тяжелого машиностроения с прочными рыночными позициями в следующих **бизнес-направлениях**:

- Оборудование для атомной энергетики;

- Оборудование для нефтегазохимического комплекса;
- Нефтегазовое буровое оборудование;
- Продукция из специальных и обычных сталей;
- Металлургическое оборудование;
- Горное оборудование;
- Криогенная техника;
- Трубопроводная арматура;
- Инжиниринг, комплексные решения и сервис.

9. ООО "РОБОПРОМ"



Сайт: www.robopromnn.ru

Область деятельности компании – проектирование и изготовление устройств, машин, механизмов (в том числе автоматизированных), спец. техники, металлоконструкций в различных областях промышленности, строительства и др.

Компания работает на постоянной основе с такими заказчиками, как ОАО "Завод "Красное Сормово", АО "Транснефть-Верхняя Волга", ООО «ЛУКОЙЛ-Волганефтепродукт», ОАО "Выксунский металлургический завод", ООО «РусВинил», ООО Фольксваген Груп Рус.

10. СОЛВЕР



Сайт: www.solver.ru

Компания СОЛВЕР была создана в 1993 году и стала первой в России фирмой, которая выбрала направлением своей работы инженерный консалтинг. Миссия СОЛВЕР – построение на машиностроительных предприятиях Умного производства, под которым **подразумевается** высокоэффективное и высокорентабельное производство. **СОЛВЕР** внедряет:

- Системы автоматизированного управления ресурсами предприятия и жизненным циклом изделий;
- Системы автоматизированной сквозной конструкторско-технологической подготовки производства;
- Системы автоматизированного производства.

У компании Солвер широкая сеть партнеров: Goldratt Consulting, Inherent Simplicity, PTC, CGTech, NCGCAM, PartMaker, Amada Machine Tools и многие другие.

Клиенты: ААК Прогресс (г.Арсеньев, Приморский край), Авиаагрегат (г.Самара), Волгограднефтемаш (г.Волгоград) Завод электроники и механики (г.Чебоксары), Казанский вертолетный завод (г.Казань), НПО «Сатурн» (г.Рыбинск Ярославской обл.), Технопроект (г.Пенза), Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро РАН (ЭЗАН) (п.г.т.Черноголовка Московской обл.) и другие.

11. «Техноматикс»

Сайт: www.technomatix.ru



«Техноматикс» осуществляет инженеринговые услуги и поставки гибких технологических решений для автоматизации производственных процессов практически любой сложности с использованием достижений современной робототехники. Компания устанавливает промышленные робототехнические комплексы и роботов для сварки, фрезерования материалов, гибки металла, шлифование и полирование материалов, укладки, сортировки и манипулирования грузом и других производственных задач.

Компания «Техноматикс» является официальным системным интегратором на территории РФ и стран СНГ продукции компаний KUKA Robotics и Fanuc Robotics – мировых лидеров в производстве промышленных роботов.

Подразделения компании расположены в Туле, Москве и Мюнхене.

12. ООО «Уральский Робототехнический Центр «Альфа-Интех»

Сайт: alphajet.ru



Компания "Альфа-Интех" была основана в 2009 году и осуществляет деятельность в области разработки промышленной робототехники для автоматизации в различных отраслях промышленности. Компания выполняет расчетно-аналитические и конструкторские работы, осуществляет изготовление и установку продукции, а также осуществляет ее обслуживание.

Приоритетными направлениями деятельности фирмы в области промышленной робототехники и автоматизации являются:

- Интеграционные решения в области создания РТК для различных видов резки (гидроабразивная, лазерная, плазменная, газовая), сварки, механообработки, перемещения грузов, обработки поверхностей на базе роботов-манипуляторов ABB, KUKA и Fanuc;

- Разработка опций машинного зрения и их интеграция в РТК;
- Производство установок гидроабразивной резки серии AlphaJet, разработка программных и аппаратных опций для установок гидроабразивной резки.

Партнерами компании являются KUKA Roboter GmbH, FANUC Ltd, «Factory Automation Numerical Control», IGEMS SOFTWARE AB и др.

13. ФАМ-Роботикс

Сайт: fam-robotics.ru

«ФАМ-Роботикс» как часть «ФАМ-Холдинга» занимается автоматизацией производственных процессов с помощью промышленных роботов и официально представляет



таких известных производителей, как Kawasaki Robotics, Toshiba Machine, Shibaura и Universal Robots в Российской Федерации и странах СНГ. Руководствуясь техническим заданием, в «ФАМ-Роботикс» подготовят конструкторскую документацию, осуществят сборку оборудования и оснасточных приборов, проведут подключение, а при возникшей необходимости – гарантийное и постгарантийное обслуживание. Кроме промышленных роботов, комплектного оборудования и запчастей напрямую от производителей, компания предлагает своим клиентам программное обеспечение, вакуумное и опциональное оборудование, а также устройства позиционирования.

14. Roxor Industry

Сайт: roxorindustry.ru



Компания «Роксор» – поставщик с большим опытом, официально представляют в России ряд зарубежных фирм (Goldpack, Haloila, Strapex Orgarack, Lachenmeier, VEBE) и предлагают оборудование и расходные материалы по транспортной упаковке груза, решения по контролю влажности и промышленное грузоподъемное оборудование, а также полный спектр складского оборудования.

Продукты компании:

- Упаковочные линии;
- Паллетизация;
- Автоматические палетоупаковщики;
- Конвейерные системы;
- Картонажное оборудование.

Клиенты: Mondelez, International Paper, Ilim, Smurfit Kappa, BSH

6.2.Сервисная робототехники

Ниже приведено описание российских компаний по разным сферам деятельности в сервисной робототехнике, которые предоставили свои данные Ассоциации. Полный список российских компаний из области сервисной робототехники и промышленной робототехники представлен в пункте 7.3.

6.2.1. Образовательная робототехника

«Лаборатория интеллектуальных технологий ЛИНТЕХ»

Сайт: www.lin-tech.ru

«Лаборатория Интеллектуальных Технологий ЛИНТЕХ»



организована в марте 2013 года, резидент Инновационного Фонда Сколково, занимается разработкой и внедрением комплексных инновационных проектов в области беспроводных сенсорных сетей, в том числе и в сфере образовательной робототехники.

Продукты:

- Роботы для образовательных программ;
- Образовательные программы;
- Алгоритмы управления инженерными сетями.

Клиенты: различные образовательные учреждения, промышленные предприятия, РЖД.

Партнеры: Трик, Скрейч, Амперка.

ООО «Образовательная робототехника»

Сайт: www.crobotics.ru

Образовательная робототехника

ООО «Образовательная робототехника» – резидент Фонда Сколково, представленный на международном рынке брендом Robotikum. Ядро компании составляют представители Санкт-Петербургского Политехнического Университета, шведского университета Umea, норвежского NTNU (Университета Науки и Технологий) и Санкт-Петербургского Государственного Университета (СПбГУ).

Компания ведет свою деятельность с 2011 года, лаборатория компании с 2015 года находится в СПбПУ.

Лабораторная установка робот «Бабочка» предназначена для выполнения лабораторных работ школьниками старших классов и студентами по дисциплинам:

- Робототехника;
- Системы автоматического управления;
- Компьютерное зрение.

Робот «Бабочка» позволяет решать целый набор новых задач по расчету и стабилизации периодических движений нелинейных мехатронных систем, связанных с такими актуальными проблемами как управление перемещениями роботов, неразрушающий захват объектов и другими.

Клиенты: Санкт-Петербургский национальный исследовательский политехнический университет им Петра Великого, Томский национальный исследовательский университет, университет Лунда (Швеция).

Партнеры: Maxon, Basler.

ЗАО «ТЫРНЕТ»

Сайт: scratchduino.ru

Продукты:

- Комплекты образовательной робототехники (ScratchDuino);
- Цифровые лаборатории;
- 3D принтеры.



С 2010 предлагается идея ScratchDuino в виде двух устройств, Лаборатории и Платформы, которые призваны помочь детям в изучении робототехники и программирования. ScratchDuino основывается на открытом программном и аппаратном обеспечении.

6.2.2. Сервисные роботы для работы в общественных местах

KMG LABORATORY

Сайт: kmglab.ru



Продукт: мобильный сервисный робот телеприсутствия Queeny, предназначенный для проведения рекламных акций.

Основными конкурентными **преимуществами** являются:

- Модульность;
- Использование модулей печати и кофеварения;
- Использованием эвристических, генетических алгоритмов для самообучения роботизированной системы;
- Разборность конструкции.

Заказчики – малый и средний бизнес в области рекламы.

Партнеры: Сколково, МГТУ им. Носова

6.2.3. Сервисные роботы для досуга

ООО "РОБОТ"

Сайт: www.robotco.ru



Компания ООО «РОБОТ» была основана в декабре 2014 года.

В рамках проекта разрабатывается персональный робот. Наделенный системой активного стереозрения с возможностью распознавания объектов и определения координат до объекта, системой управления кинематикой робота, с помощью которой робот способен выполнять простые физические задачи (принести, поддержать, открыть) в один-два клика пользователя. Упор сделан на то, чтобы робота воспринимали как члена семьи (домашнего питомца). Робот будет наделен поведенческими качествами (любовь, любопытство, страх).

Разработка проводится в рамках конкурса "СТАРТ" Фонда содействия инновациям. Основным поставщиком сервоприводов является корейская компания ROBOTIS.

6.2.4. Сервисные роботы-помощники

ООО «ЛЕКСИ»

Сайт: www.lexybot.com/



Лекси – это настольное устройство с искусственным интеллектом на борту, понимающее естественную человеческую речь и умеющее разговаривать. Проект предоставляет голосовой доступ в интернет и голосовое управление умным домом без необходимости держать в руках смартфон или планшет, он является развлекательный центром дома только с голосовым взаимодействием, а также альтернативным интерфейсом доступа к технике для инвалидов. Лекси наделен интеллектом для свободного общения и игр.

Партнеры: ООО "Лаборатория Наносемантика", ЗАО "Ашманов и партнёры", Microsoft.

6.2.5. Мобильные роботы

АО НТЦ "РОКАД"

Сайт: www.rocad.ru



Компания Научно-Технический Центр «РОКАД» создана в августе 1998 года как инновационное инжиниринговое предприятие, работающее с задачами, у которых нет стандартных решений. В 2009 году ею получена космическая лицензия, внедрена и

эффективно применяется система менеджмента качества в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

Спроектированные технические решения используются в сферах безопасности, атомной промышленности, космической отрасли, в области судостроения, автомобилестроения, металлургии и ряда других направлений как в России, так и за рубежом.

АО НТЦ "РОКАД" занимается разработкой мобильных робототехнических систем. Шасси роботов могут быть колесные, гусеничные, шагающие или комбинированные, с изменяемой геометрией, способные сохранять подвижность в самых сложных дорожных условиях.

Клиенты: ЦНИИ РТК, ВНИИТрансмаш, Министерство образования и науки.

Партнер: Авитон

6.2.6. Безопасность

ООО "Икстурион"

Сайт: x-turion.com.

ООО "Икстурион" создает робота для комплексного мониторинга помещений, систему автономной навигации, систему удаленного управления



Партнеры: BOSH, ИТМО, DELTA системы безопасности, AlfaOpen, iDeal Machine, RoboEd, Robodrom, Movidius.

ООО "СМП Роботикс"

Сайт: www.smprobotics.ru



ООО "СМП Роботикс" осуществляет продвижение как в области создания видеосистемы управления роботом, так и в части конструирования специализированных шасси, создаваемых под задачи потенциальных потребителей беспилотных наземных транспортных средств. Для оптимального решения задач исследуются вопросы применения как колесных, так и гусеничных электрических шасси в диапазоне грузоподъемностей от 40 до 100 кг.

Ключевые продукты:

- Охранный робот Трал Патруль 4.0;
- Охранный робот Трал Патруль 5.0;



- «SRX 1» – Колесный робот для подготовленных путей проезда;
- «SRX 3» – Транспортный беспилотник с полным приводом;
- Автономная система управления движением наземным РТК.

Клиенты: Всероссийский институт механизации, КБ Эталон, ФСО России, Future Trends Establishment, Titan Unit.

6.2.7. Программное обеспечение для сервисных роботов

ООО "КБ Аврора"

Сайт: www.kb-avrora.ru

Компания ООО «КБ Аврора» специализируется на исследованиях в области встраиваемых интеллектуальных систем, измерений в робототехнике и автономного управления наземными транспортными средствами.



Полный цикл разработки специального программного обеспечения от стадии компьютерного моделирования до портирования на целевое транспортное средство. Верификация программного обеспечения осуществляется на уникальных отладочных платформах.

Команда ООО «КБ АВРОРА» является действующим чемпионом России по автономному управлению транспортными средствами, регулярно, на протяжении пяти лет принимает участие в Российских испытаниях автомобилей-роботов «Робокросс» и в Европейских испытаниях наземных роботов ELROB, предназначенных для военных и гражданских целей.

ООО «КБ Аврора» создано, как экономический инструмент для внедрения НИОКР творческого коллектива разработчиков (средний возраст – менее 30 лет) ФГБОУ ВПО «Рязанского государственного радиотехнического университета» (ФГБОУ ВПО «РГРТУ») на предприятиях промышленности, а также в интересах научно-исследовательских компаний.

Ключевые типы продуктов:

- Программное обеспечение универсального автопилота;
- Мобильная Автономная Робототехническая Система на гусеничном ходу МАРС А-800;
- Универсальный силовой контроллер управления электродвигателями с обратной связью;
- Система подсчета пассажиров;
- Система компенсации и воспроизведения геомагнитных возмущений.

ООО "Малленом Системс"

Сайт: www.mallenom.ru



Компания «Малленом Системс» создана в 2011 г. на базе коллектива ученых, инженеров–программистов и ИТ-менеджеров. Сфера деятельности: искусственный интеллект, системы машинного (технического) зрения, компьютерного моделирования и машинного обучения. В настоящее время в исследовательском секторе компании работают 2 профессора и 4 кандидата наук.

Продукция Малленом Системс сегодня представлена в большинстве регионов РФ и странах СНГ. С 2012 года Малленом Системс является единственным (на пространстве РФ и СНГ) официальным партнером-интегратором ведущего мирового производителя систем машинного зрения – американской компании Когнекс (оптические датчики, смарт-камеры, считыватели одномерных и двумерных кодов и маркировок и др.).

Ключевые типы продуктов:

- Система распознавания автомобильных номеров "Автомаршал";
- Система распознавания номеров вагонов ARSCIS;
- Смарт-камеры машинного зрения, в т.ч. интегрируемые с промышленными роботами;
- Разработка и внедрение систем технического зрения для промышленного производства;
- Компьютерная имитационная система транспортного моделирования на основе дискретно-событийного агентного подхода.

Клиенты: АЛРОСА, ЛУКОЙЛ, СЕВЕРСТАЛЬ, Газпромнефть, Диаконт.

Поставщики: НПП "Буревестник", Равелин Лтд, Cognex.

ООО "НавиРобот"

Сайт: www.navirobot.ru

Готовые решения и услуги по разработке в области сервисной робототехники, "Интернета вещей", бытовой автоматизации и телематики:



- Дистрибуция и разработка сервисных роботов (промо-роботы, гуманоидные исследовательские роботы);
- Разработка программного обеспечения для сервисных роботов (контент, интерактивные сервисы, программные платформы);

- Исследования и разработки в области сервисной робототехники, прототипирование и 3D-печать (детские обучающие роботы, роботы телеприсутствия, негуманоидные роевые роботы и т.п);
- Разработка комплексных решений для массового рынка бытовой автоматизации (централизованное управление и автономное взаимодействие "умных" гаджетов и сервисных роботов);
- Разработка и внедрение навигационных и геоинформационных систем и сервисов (мониторинг и контроль мобильных и фиксированных объектов, навигационно-информационные сервисы, оснащение оборудованием);
- Техническое сопровождение, обслуживание и поддержка.

Клиенты:

- Коммерческие компании (банки, аэропорты, торгово-развлекательные и бизнес-центры, транспортные и лизинговые компании, организаторы и застройщики крупных международных выставок, рекламные и ивент-агентства);
- Государственные компании, министерства и ведомства, федеральные сетевые операторы;
- SME, ИП и частные клиенты.

Партнеры и поставщики:

- Российские и зарубежные производители сервисных роботов;
- Поставщики технологий (распознавание и синтез речи, машинное зрение, технологии беспроводной связи, мультимедийное и навигационное оборудование и ПО и др.);
- Государственные фонды и исследовательские центры;
- Организаторы и застройщики крупных международных выставок.

ЗАО "Титан -информационный сервис"

Сайт: www.speereo.com



Система распознавания слитной речи Speereo – фундамент и главный проект компании.

Благодаря ряду **уникальных особенностей**, наша система превосходит конкурентов:

- Возможность работы без соединения с интернетом;
- Низкое ресурсопотребление и возможность работы в безплатформенном пространстве;
- Шумоустойчивость, работа с акцентами и уровень распознавания (от 98%).

Рынок – распознавание слитной речи. На сегодняшний день на рынке распознавания речи существует пять компаний с собственной технологией. Остальные –

пользуются наработками или элементами ключевых игроков. Есть **ключевые области**, где распознавание речи становится стратегическим пунктом:

- Автопром;
- Мобильные технологии;
- Домашние устройства (мультимедиа, умный дом).

6.2.8. Аппаратное обеспечение для сервисных роботов

ООО "НЦПР" (Flexlab Ltd.)

Сайт: www.flexlab.ru



FlexLab – это торговая марка российской компании ООО "НЦПР", образованной в 1991 году. Основным направлением деятельности является контрактное производство электроники по Fabless технологии. **Ключевые продукты:**

- Микроминиатюрный персональный компьютер с защитой информации uPC – компьютер размером с флешку;
- БРТК Кама – Бортовой радиотехнический комплекс для карьерных самосвалов и экскаваторов;
- Smaddy – робот-помощник в реабилитационном центре.

Клиенты: ВНИИРТ, ВТЗ, Родник, МЧС РФ, Радиокомплекс.

Партнеры: Терраэлектроника, ЭФО, МТ Систем, Kingsheg PCBA, TEAN Technology.

6.3. Российские компании

На данный момент Ассоциации известно о 138 российских компаний из сферы робототехники. В Таблице 18 приведен список российских компаний, занимающиеся робототехникой и смежными областями (аппаратное, программное обеспечение). В связи с многопрофильностью многих предприятий, затруднительно провести четкую категоризацию по сферам деятельности, что будет являться предметом нашего дальнейшего изучения. В данный список также вошли дочерние компании крупных зарубежных компаний.

Таблица 18. Список российских компаний.

	Название компании	Сайт
1.	Авитон	http://aviton.spb.ru
2.	Азимут-К	http://redeyes.jcod.ru
3.	Алекс Роботикс	http://alexrobotics.ru
4.	АльфаРобот	http://www.alfarobot.ru/
5.	Амперика	http://amperka.ru
6.	Антида	http://www.atdia.ru/
7.	Аэроб	http://www.aerob.ru/

8.	Башкирская машиноиспытательная станция, ОАО	http://bashmis.ru/
9.	БИТ Роботикс, ООО	http://www.bitrobotics.com
10.	Вебер Комеханикс	http://weber.ru/
11.	ВижнЛабс, ООО	http://www.visionlabs.ru/
12.	ВИСТ Групп, ОАО	http://www.vistgroup.ru/
13.	ВНИИТрансмаш	http://www.vniitransmash.ru/
14.	Волжский машиностроительный завод, ООО	http://vmztlr.ru/
15.	Газпроект-диагностика	http://www.gazproekt.spb.ru/
16.	ГосОбр	http://gosobr.ru
17.	ДельтаСвар	http://www.deltasvar.ru/
18.	Диаконт	http://www.diakont.ru/
19.	ДС-Роботикс, ООО	http://ds-robotics.ru/
20.	ДСТ-УРАЛ, ООО	http://www.TM10.ru
21.	Икстурион	http://x-turion.com/
22.	Индустрия-Сервис, ООО	www.industry-service.ru
23.	Индэл-Партнер, ООО	http://www.gnom-rov.com
24.	Инновационное образование, ООО	http://educube.ru/about/
25.	Инновационный центр Самоцвет	http://jewel-innovations.ru/
26.	Иннотех Роботик Системс	http://inrosystems.ru
27.	ИРС	http://irobs.ru/
28.	КБ Аврора	http://www.kb-avrora.ru/
29.	КБ-3	http://voltmen.ru
30.	Квадрат СГ	http://www.bestrobots.ru
31.	КИТТ, ООО	http://www.kitt.su/
32.	Ковровский электромеханический завод, ОАО	http://www.kemz.org/
33.	Компьютерная робототехника, ООО	http://www.robotics-spb.ru/node/6
34.	Контур 97, ООО	http://www.k97.ru
35.	Концерн радиостроения «Вега»	http://www.vega.su
36.	Коптер Экспресс, ООО	http://www.copterexpress.ru
37.	Лаборатория будущего, ООО	http://cablewalker.com
38.	Лаборатория интеллектуальные системы – Линтех	http://www.lin-tech.ru/
39.	Лаборатория Наносемантика, ООО	http://www.nanosemantics.ru/
40.	ЛЕ ТАЛО РОБОТИКС, ООО	http://www.le-talo.ru
41.	ЛЕКСИ, ООО	http://lexybot.com
42.	Лига роботов	http://ligarobotov.ru
43.	Малленом Системс, ООО	http://www.mallenom.ru/
44.	Мивар	http://www.mivar.ru/
45.	МИРП – Интеллектуальные Системы	http://www.hyperbok.ru
46.	Мовиком, ООО	http://www.movicom.ru/ru/
47.	МОТОРИКА	http://motorica.org/

48.	Навиробот	http://navirobot.ru/
49.	Навко-Тех, ООО	http://www.navko-teh.kiev.ua/
50.	Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования	http://www.reallab.ru
51.	Научно-производственный холдинг «Южно-Уральские технические системы»	http://www.suts.ru/
52.	Научно-производственный центр "Биомедицинские технологии"	http://biotechsk.com/
53.	Научно-Технический Центр «РОКАД»	http://rocad.ru/
54.	Нейроботикс, ООО	http://neurobotics.ru/
55.	НИЛ АП, ООО	http://www.rlda.ru/
56.	НИТИ «Прогресс», ОАО	http://www.niti-progress.ru/
57.	НПО "Сатурн"	http://www.npo-saturn.ru/
58.	НПО РТК	http://www.npo-rtc.ru
59.	Образовательная робототехника, ООО	http://www.crobotics.ru
60.	Объединенные машиностроительные заводы	http://omz.ru/
61.	ОМИ Роботикс, ООО	http://omiplow.ru
62.	Павлин Технологии, ООО	http://www.pawlin.ru/
63.	Пакпак	http://pacpac.ru/
64.	Пермский центр развития робототехники	http://roboperm.center
65.	ПК ДЕЛЬТА, ООО	http://www.delta-pk.ru/
66.	ПЛАЗ (Проектирование электронных устройств)	http://www.plazlink.com/about.html
67.	Промобот, ООО	http://promo-bot.ru
68.	ПроТехнологии	http://protechnolog.ru
69.	РАЙД ТерраЛинк Исследования	http://www.ridecad.ru
70.	Робоагенство	http://roboagency.ru
71.	РОБОВИЗАРД, ООО	http://www.robotwizard.ru/
72.	РОБОДЕМ, ООО	http://robodem.ru
73.	Рободром	http://robodrom.net/
74.	Робоед	http://roboed.ru/
75.	Робопром, ООО	http://www.robopromnn.ru/in/ru/
76.	РобоСиВи, ООО	http://robocv.ru/
77.	РОБОТ, ООО	http://www.robotco.ru/
78.	РОБОТОТЕХНИКА	http://rus-robot.com/
79.	Роботроник	http://robotronic.ru
80.	Роботроника	http://www.robotronicsystems.com/
81.	Роксор	http://www.roxorindustry.ru/
82.	Российская Ассоциация Искусственного Интеллекта	http://raai.org/
83.	Российская Ассоциация	http://raor.ru/

	Образовательной Робототехники	
84.	Садко Мобайл	http://tsuru.su/
85.	Сенсотек, ООО	http://sensotek.ru
86.	Сервосила	http://www.servosila.com/ru/
87.	Сибо Тек	http://www.syborobotics.com
88.	Символ-Автоматика	http://s-avt.ru/
89.	СМП «Роботикс», ООО	http://www.smprobotics.ru/
90.	Тарис	http://taris.ru/
91.	Теледроид, ООО	http://teledroids.ru/products
92.	Тетис-про	http://tetis-pro.ru
93.	Техпром	http://92.243.103.104:777/F8/IndexRus.xhtml
94.	Титан-информационный сервис	http://www.speereo.com
95.	Фруктонад групп, ООО	http://fructonad.ru
96.	Центр прототипирования и внедрения отечественной робототехники	http://robotrt.com
97.	Эйдос-Медицина	http://oooeidos.ru/ru/production.html
98.	ЭкзоАтлет, ООО	http://www.exoatlet.ru
99.	Aeroxo Ltd (ООО Аэроксо)	http://www.aeroxo.com
100.	Alpha-Intech	http://alphajet.ru/
101.	ARM-Robotechs	http://www.arm-robotics.ru/
102.	Aviatech (Eurotechprom Group)	http://aviateh.com/
103.	Basler	http://www.baslerweb.com/ru
104.	Belfingroup	http://belfingroup.com/
105.	CAMAU RUSSIA, ООО	http://www.comau.com/rus
106.	Cognitive Technologies	http://www.cognitive.ru
107.	CopterZone (Авиамodelьное агентство «CopterZone»)	http://www.copterzone.ru
108.	Dronk.Ru	http://www.edu-craft.ru
109.	Endurance	http://endurancerobots.com
110.	EUROBOTS	http://www.eurobots.ru/
111.	FAM-Robotics	http://fam-robotics.ru
112.	Geo-NDT	http://www.geo-ndt.ru/
113.	iDealMachine	http://www.idealmachine.ru/
114.	Innovation Shop	http://innovationshop.ru/catalog/robototehnika
115.	KMG PhotoBot	http://kmglab.ru/
116.	KUKA Robotics RUS	http://www.kuka-robotics.com/russia/ru/
117.	MakeItLab	http://www.makeitlab.ru
118.	Nanojam	http://nanojam.ru
119.	Oriense	http://www.oriense.com
120.	Plackart ZAO	http://www.plackart.com
121.	R2D2Samara	http://r2d2samara.ru
122.	Rbot	http://www.rbot.ru/
123.	Robo Geeks	http://robotgeek.ru
124.	Robom.ru	Robom.ru

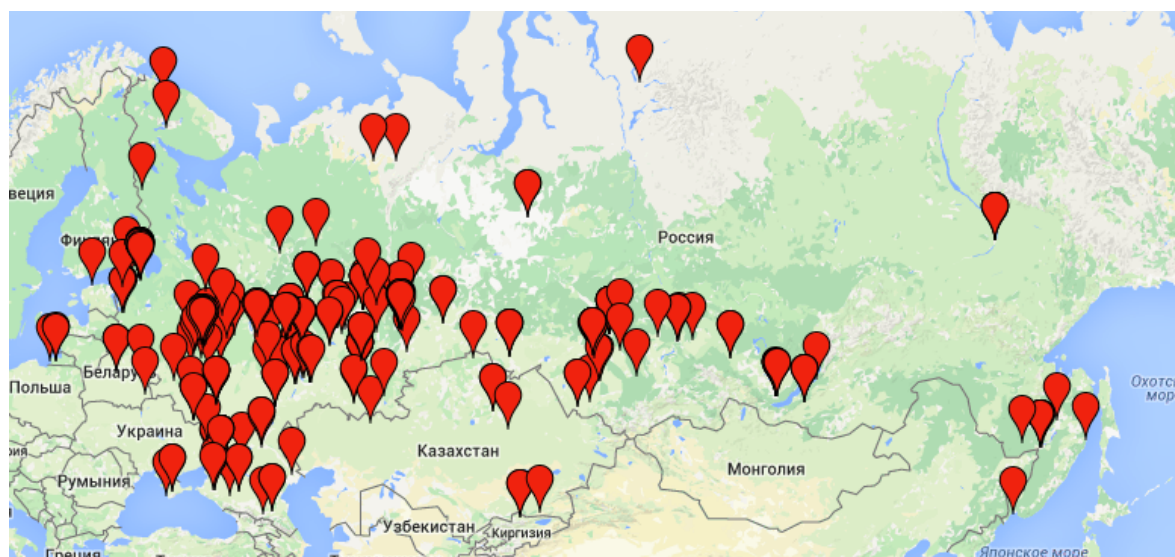
125.	Robomow	http://robomow.com
126.	ROBstore	http://robstore.ru
127.	Robot Control Technologies	http://www.robotct.ru
128.	Roboweld	http://robo-weld.com
129.	Solver	http://www.solver.ru/
130.	Stalker Groups	http://www.stalker-groups.com
131.	TEBOWA NUR	http://www.tebowa-nur.com/
132.	Technomatix	http://www.technomatix.ru/
133.	Vektor Grupp OOO	http://vektor-grupp.ru/about/
134.	W.E.A.S. Robotics	http://weas-robotics.ru/projects/
135.	Wicron (ООО Викроп)	https://wicron.com
136.	YASKAWA Nordic AB	http://www.motoman.com.ru/ru/kontakty/
137.	ZALA AERO GROUP	http://zala.aero/
138.	3DIVI	http://www.3divi.com/rus/index.php/technology

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

6.4. Образовательные центры

В 2015-м было аккредитовано рекордное количество ресурсных центров, на базе которых проходит обучение и тренировки юных робототехников. Их было открыто 203 (в 2014 году – 114, в 2013-м – 74). Общее количество центров по итогам 2015 года достигло 391.

Рисунок 24. Карта кружков робототехники России, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Украины и Эстонии.



Источник: Занимательная робототехника

На данный момент Ассоциации известно о 66 высших учебных заведениях, где осуществляется подготовка по направлениям «Роботы и робототехнические системы» (220402, специалитет) и/или «Мехатроника и робототехника» (15.03.06, бакалавриат). Данная цифра является довольно высокой. С учетом нехватки в стране специалистов в

области робототехники, возникает вопрос о качестве образовательных программ и уровне преподавания. В дальнейшем планируется произвести развернутый анализ состояния российского образования в области робототехники.

Таблица 19. Высшие учебные заведения Российской Федерации, где осуществляется подготовка по робототехническим направлениям.

	Город	ВУЗ
1.	Архангельск	Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова – АГТУ
2.	Астрахань	Астраханский государственный университет (АГУ)
3.	Белгород	Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова – БГТУ
4.	Брянск	Брянский государственный технический университет
5.	Великий Новгород	Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
6.	Владивосток	Дальневосточный федеральный университет
7.	Владимир	Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
8.	Воронеж	Воронежский государственный технический университет – ВГТУ
9.	Георгиевск	Кавминводский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасский политехнический институт) – ЮГУ
10.	Екатеринбург	Уральский государственный университет путей сообщения
11.	Екатеринбург	Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
12.	Ижевск	Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова- ИГТУ
13.	Иркутск	Иркутский государственный технический университет – ИГТУ
14.	Иркутск	Иркутский государственный университет путей сообщения
15.	Иркутск	Иркутский государственный университет путей сообщения
16.	Иркутск	Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет
17.	Казань	Казанский (Приволжский) федеральный университет
18.	Калуга	Калужский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана
19.	Киров	Вятский государственный университет
20.	Ковров	Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева – КГТА
21.	Красноярск	Красноярский государственный технический университет – КГТУ
22.	Красноярск	Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева
23.	Красноярск	Сибирский федеральный университет
24.	Курск	Юго-западный государственный университет

25.	Липецк	Липецкий государственный технический университет – ЛГТУ
26.	Магнитогорск	Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова – МГТУ
27.	Махачкала	Дагестанский государственный технический университет
28.	Москва	Московский государственный университет приборостроения и информатики – МГАПИ
29.	Москва	Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет) – МГИРЭА
30.	Москва	Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана – МГТУ
31.	Москва	Московский государственный технологический университет "Станкин"
32.	Москва	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения – МГУПС
33.	Москва	Московский энергетический институт (технический университет) – МЭИ
34.	Москва	Московский государственный университет дизайна и технологии
35.	Москва	Московский государственный университет пищевых производств
36.	Москва	Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
37.	Нальчик	Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова
38.	Нижний Новгород	Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева – НГТУ
39.	Новоуральск	Новоуральский технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"
40.	Новочеркасск	Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) – НПИ
41.	Омск	Омский государственный технический университет – ОГТУ
42.	Омск	Омский государственный университет путей сообщения
43.	Орел	Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
44.	Оренбург	Оренбургский государственный университет
45.	Пенза	Пензенский государственный университет – ПГУ
46.	Ростов-на-Дону	Донской государственный технический университет – ДГТУ
47.	Ростов-на-Дону	Ростовская-на-Дону государственная академия сельскохозяйственного машиностроения – РГАСМ
48.	Ростов-на-Дону	Южный федеральный университет
49.	Рязань	Рязанский государственный радиотехнический университет
50.	Самара	Самарский государственный университет путей сообщения

51.	Санкт-Петербург	Балтийский государственный технический университет ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова – ВОЕНМЕХ
52.	Санкт-Петербург	Петербургский государственный университет путей сообщения – ПГУПС
53.	Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский государственный морской технический университет – СГМТУ
54.	Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого- СГПУ
55.	Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения – СГУАП
56.	Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский Балтийский государственный технический университет имени Д.Ф.Устинова – СБГТУ
57.	Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
58.	Саратов	Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.- СГТУ
59.	Стерлитамак	Филиал Уфимского государственного авиационного технического университета в г. Стерлитамаке
60.	Тамбов	Тамбовский государственный технический университет
61.	Тольятти	Волжский университет имени В.Н. Татищева (институт)
62.	Томск	Томский государственный университет – ТГУ
63.	Томск	Томский политехнический университет
64.	Томск	Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
65.	Тула	Тульский государственный университет – ТГУ
66.	Уфа	Уфимский государственный авиационный технический университет – УГАТУ

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

6.5. Научные центры

Научная деятельность осуществляется как в специализированных научных центрах и высших учебных заведениях, так и в различных компаниях. На данный момент Национальной Ассоциации участников рынка робототехники известно о 28 научно-исследовательских организациях, где осуществляются робототехнические разработки.

Таблица 20. Научно-исследовательские организации в области робототехники Российской Федерации.

1.	Москва	Институт прикладной математики М.В. Келдыша РАН
2.		Институт механики МГУ
3.		МГТУ им. Н.Э. Баумана
4.		МГТУ «СТАНКИН»
5.		МГТУ МИРЭА

6.		ООО «Подводная робототехника»
7.		Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
8.		Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова
9.		ФГБУ ВНИИПО МЧС России
10.		Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского (РАН)
11.	Санкт-Петербург	ЦНИИ РТК
12.		СПбГУ
13.		СПбПУ
14.		ЗАО «Диаконт»
15.		Транзас
16.		ФГУП «АТЦ ИТУЦР» (ГК «Росатом»)
17.		Институт проблем машиноведения РАН
18.	Уфа	ОАО «Башкирская машиноиспытательная станция»
19.		Институт механики УНЦ РАН
20.	Тольятти	ООО «Волжский машиностроительный завод»
21.	Ижевск	ОАО «НИТИ «Прогресс»
22.		ZALAAERO
23.	Ковров	ОАО «Ковровский электромеханический завод»
24.	Петрозаводск	Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР»
25.	Владивосток	ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет»
26.	Томск	Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
27.	Казань	Казанский (Приволжский) федеральный университет
28.	Киров	Вятский государственный университет, факультет автоматизации и вычислительной техники

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники.

16 декабря 2015 года вышел указ президента о создании Национального центра развития технологий и базовых элементов робототехники. Согласно указу, деятельность центра поручено обеспечивать Фонду перспективных исследований. К основным функциям Национального центра развития технологий и базовых элементов робототехники отнесены организация работ по развитию ключевых технологий производства робототехнических комплексов военного, специального и двойного назначения, а также разработка эффективных компонентов российского производства. Одновременно этим указом глава государства внес робототехнические комплексы военного, специального и двойного назначения в число приоритетных направлений развития науки и технологий.

Ниже мы приведем более подробную информацию о 5 российских научных центрах и их разработках. В дальнейшем планируется произвести углубленный обзор состояния робототехнических исследований в России, составить карту компетенций.

6.5.1. Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК)

Сайт: www.rtc.ru

Институт основан в 1968 году.

Патенты, свидетельства: 115 патентов и свидетельств (29 на изобретения, 19 на полезные модели, 67 на программы для ЭВМ).

Численность персонала, занятого исследованиями и разработками: 736 человек, в том числе 2 академика РАН, 1 член-корреспондент РАН, 18 докторов наук, 52 кандидата наук.



Основные партнеры ЦНИИ РТК:

- Институты РАН (ИМАШ РАН, СПИИ РАН, ИАПУ ДВО РАН, ИПМех РАН, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН и др.);
- Университеты России (СПбПУ, ГУАП, СПбГМТУ, Университет ИТМО, СПбГЭТУ (ЛЭТИ), ВКА им. А.Ф. Можайского, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ «СТАНКИН», НИУ «МЭИ», МИЭТ, ЮФУ);
- Научные организации и промышленными предприятиями (ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева», ФГУП ЦНИИмаш, ФГУП КБ «Арсенал», ФГУП ЦАГИ, ОАО «МЗ Арсенал», ОАО ЦКБ МТ «Рубин», ОАО РКЦ-Прогресс, ОАО «Завод Тула», ГКНПЦ имени М.В.Хруничева, ООО «НПП Адвент», ЗАО НТЦ «Рокад», НПО Специальных материалов, ЦТСС).

Зарубежные партнеры ЦНИИ РТК:

- Европейское космическое агентство (The European Space Agency – ESA);
- Airbus group (до 2014 г. Европейский аэрокосмический и оборонный концерн – European Aeronautic Defence and Space Company – EADS);
- Институт робототехники и мехатроники при Германском аэрокосмическом центре (Institute for Mechatronics and Robotics of DLR);
- Электролукс (Electrolux);
- Хитачи Кокусай Электрик (Hitachi Kokusai Electric Inc.);
- Мицубиси Хэви Индастриз (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.);
- Ниссан Мотор (Nissan Motor Co. LTD);
- ШинМэйва (ShinMaywa Industries Ltd.);
- Чунцинский Университет Технологий (Chongqing University of Technology);



ЦНИИ РТК: Мобильный
малогабаритный робот "ЮЛА-Н"

- Институт Автоматизации Шаньдунской Академии Наук (Institute of Automation Shandong Academy of Sciences-SADIA);
- ряд других фирм Европы, Азии и Америки.

Основные научно-технические **направления деятельности ЦНИИ РТК:**

- Мехатроника и робототехника;
- Интеллектуальные системы управления;
- Фотонная и оптоэлектронная техника;
- Специальное и космическое приборостроение;
- Лазерные технологии;
- Космические технологии;
- Информационно-управляющие системы;
- Тренажеры.



ЦНИИ РТК: Космическая транспортно-манипуляционная система для работы на внешней поверхности космических аппаратов

Среди разработок института приборы информационного обеспечения мягкой посадки и системы жизнеобеспечения космических кораблей, мобильные робототехнические комплексы для специальных применений и обеспечения безопасности, приборы радиационного контроля и мониторинга, системы технического зрения для охраны и управления объектами, сетевые процессоры (экраны) и системы информационной безопасности, автоматизированные лазерные технологические комплексы для высокопроизводительной обработки материалов.

Продукция ЦНИИ РТК:

- Робототехнический комплекс легкого класса для ведения радиационной разведки и визуализации локальных источников гамма-излучения (РТК-10);
- Робототехнический комплекс легкого класса для ведения радиационной разведки и проведения технологических операций в условиях радиационного воздействия РТК-08;
- Макет многофункционального мобильного робота “ЗМЕЕЛОК-2”;
- Сканирующая система для проведения телевизионного и ультразвукового контроля угловых сварных соединений главного циркулярного трубопровода ядерного реактора ВВЭР-1200;
- Космическая транспортно-манипуляционная система для выполнения технологических



ЦНИИ РТК: Малогабаритный робототехнический комплекс РТК-09

операций на внешней поверхности космических аппаратов и поддержки экипажа при внекорабельной деятельности;

- Функциональные модули для построения робототехнических систем различного назначения;
- Специализированная манипуляционная система Космический эксперимент «Захват-Э»;
- Универсальный технологический манипулятор;
- Ряд функционально законченных электромеханических модулей;
- Мобильный малогабаритный робот "ЮЛА-Н";
- Малогабаритный робототехнический комплекс РТК-09;
- Малогабаритный разведывательный робот "Кадет";
- Мехатронный двухступенной унифицированный модуль;
- Робот радиационной разведки (РТК-05);
- Универсальная робототехническая платформа РТК-06.

6.5.2. Научно-Учебный Центр «Робототехника» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Сайт: www.robot.bmstu.ru

Образован в 1981 году.

Численность работников: около 60 человек.

За время существования Научно-Учебного Центра в нем проводились работы по следующим **направлениям**:



- Разработка систем управления роботов и многокомпонентных робототехнических систем;
- Создание распределенных баз данных различного назначения;
- Разработка систем управления и учета складских модулей;
- Поставка систем управления транспортными модулями;
- Разработка систем логического управления робототехническими комплексами;
- Создание программного обеспечения для систем управления и моделирования в реальном времени;
- Поставка и монтаж под ключ систем охраны и контроля доступа;
- Модернизация станков с ЧПУ и др.

Заказчиками Центра являлись:

- ФАПСИ (разработка системы управления цехом-автоматом);

- НПО «Радиатор», г. Оренбург (разработка сборочного автоматизированного комплекса);
- МЧС России (создание системы управления мобильным роботом);
- МСПО «Красный пролетарий», г. Москва (разработка автоматизированной системы контроля качества промышленных роботов);
- НПО «Гранат», г. Минск (разработка системы оучувствления промышленного робота РМ-01);
- ФСБ (создание системы управления цехом специального назначения);
- Фирма «Micromatika», Венгрия, Институт М. Пупина, Югославия (разработка систем моделирования, управления и оучувствления манипуляционных роботов) и др.

6.5.3. Центр разработки робототехнических систем МГТУ «СТАНКИН»

Сайт: www.stankin.ru

В научном центре работают 8 сотрудников.

Проекты:

- "Плазморез" (создание технологического комплекса с числовым программным управлением для прецизионной плазменной резки, упрочнения рабочих поверхностей и поверхностного плазменного напыления защитных покрытий на штампы и пресс-формы);
- "Линия" (создание базовых исполнительных систем многокоординатных металлорежущих станков на основе прецизионных комплектных линейных электроприводов);
- "Лазерсварка" (разработка роботизированного комплекса для лазерной сварки сложных пространственных конструкций из тонкого металлического листа);
- "Прошивка" (создание электроэрозионного копировально-прошивочного станка с числовым программным управлением с 2 горизонтальными осями вращения с точностью обработки до ± 5 мкм);
- "Проволока" (создание гаммы электроэрозионных 5-координатных проволочно-вырезных станков с точностью обработки до ± 5 мкм);
- "Листоробот" (создание гаммы мобильных роботов для финишной обработки и неразрушающего контроля крупногабаритных листовых машиностроительных металлоконструкций).

6.5.4. Научно-производственное объединение «Андроидная техника»

Сайт: pro-at.com

НПО «Андроидная техника» — инновационная компания, занимающаяся разработкой и производством человекоподобной робототехники.

Задача компании: интеграция робототехнических систем в жизненный уклад человека.

Приоритетные направления деятельности НПО «Андроидная Техника»:

- Разработка, производство и продвижение человекоподобной робототехники на российский и международный рынки;
- Разработка и производство робототехнических систем для министерств и ведомств РФ;
- Разработка программного обеспечения и систем управления РТС.



НПО «Андроидная техника»: Информационно-сервисный робот “EVA”

Партнеры: ФГПУ ЦНИИмаш, ЦПК им. Ю. А. Гагарина, Федеральное космическое агентство им. Н. Е. Жуковского (Роскосмос), ЦНИИ РТК, «Цитроникс» РФ, Ассоциация организаций оборонно-промышленного комплекса, DFKI GmbH (научно-исследовательский центр искусственного интеллекта, г. Бремен, Германия), БФУ им. И. Канта, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Московский государственный гуманитарный университет имени М.А. Шолохова, Neptec Technologies Corporation.

Каталог продукции компании состоит из 61 наименования.

Примеры продуктов НПО «Андроидная Техника»:

- Антропоморфная робототехническая система AR-400;
- Информационно-сервисный робот “EVA” (SR-200);
- Мобильная многоцелевая платформа для комплектации УМК;
- Лаборатория «Профессиональный интеллект для внекорабельной деятельности АРТС»;
- Антропоморфный универсальный захват;
- Мобильная многоцелевая робототехническая система MR-400.

6.5.5. ОАО «ВНИИтрансмаш»

Сайт: www.vniitransmash.ru

ОАО «ВНИИтрансмаш» – головной институт по бронетанковому вооружению техники, комплексный научный исследовательский конструкторский производственный и испытательный центр транспортного машиностроения. Образован в 1949 г. на базе опытного завода, создававшего в годы Великой Отечественной войны танки и самоходные артиллерийские установки.

Основные направления работ:

- Военные гусеничные машины;
- Шасси планетоходов, оборудование и аппаратура для космических исследований;
- Аварийно-спасательные комплексы, машины и роботы;
- Железнодорожный транспорт;
- Разработки для различных отраслей.



ОАО «ВНИИтрансмаш»: специализированный транспортный робот

К аварийно-спасательным машинам и роботам,

произведенных в ОАО «ВНИИтрансмаш», относятся:

- Инженерный роботизированный комплекс "КЛИН-1" (предназначен для выполнения инженерных работ в зонах с повышенной радиацией);
- Специализированный транспортный робот (предназначен для работы в опасных для человека зонах с высоким уровнем радиации, загрязненных ядовитыми и вредными веществами);
- Лесопожарная машина ЛПМ-02 (предназначена для тушения пожаров средней и высокой интенсивности, в том числе непосредственно в зонах возгорания, локализации их путем прокладки заградительных минерализованных полос, тушения подземных (торфяных) пожаров, поставки к месту пожара противопожарного оборудования и расчета, а также для борьбы с разливами и возгораниями нефтепродуктов при авариях на нефтегазовых магистралях);
- Система робототехнических комплексов (СРТК) (предназначена для работы в радиоактивных и иных, опасных для человека, зонах, состоит из двух комплексов, каждый из которых имеет автономные аккумуляторные источники энергии и дистанционно управляется по независимым командным радиопередающим линиям при обзоре местности с помощью бортовых телевизионных систем).

6.6. Опрос российских компаний

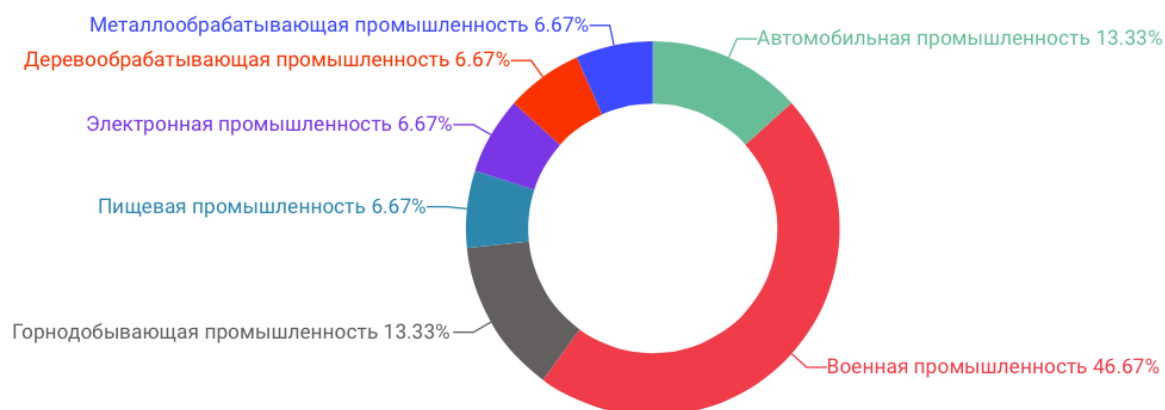
Национальная Ассоциация участников рынка робототехники провела опрос российских компаний и образовательных центров в ноябре–декабре 2015 года с целью выявления мнений участников рынка о состоянии рынка робототехники. Помимо вопросов о деятельности компаний (ответы на которые приведены в разделах 6.1.2, 6.2, 6.3) и значимых российских и международных мероприятиях (раздел 7), в опросе присутствовали следующие вопросы:

- Каковы наиболее перспективные, на Ваш взгляд, области применения робототехники?
- Каковы наиболее перспективных, на Ваш взгляд, технологии в области робототехники?
- Каковы наиболее значимые, на Ваш взгляд, «обеспечивающие» технологии / продукты для рынка робототехники?
- Кто, на Ваш взгляд, является лидером рынка робототехники в РФ?
- Кто, на Ваш взгляд, является лидером рынка робототехники в мире?
- Что, на Ваш взгляд, ограничивает развитие рынка робототехники в РФ, какие барьеры и риски Вы видите?

6.6.1. Наиболее перспективные области применения робототехники

Респонденты отметили военную промышленность как наиболее перспективную область применения робототехники в промышленности. Автомобильная промышленность и электронная промышленность – лидеры по использования промышленных роботов в производстве, не были отмечены респондентами как наиболее перспективные. Это свидетельствует, во-первых, об ориентации российских компаний на нужды военно-промышленного комплекса, а не на гражданский сектор, и, во-вторых, о незнании российских компаний о широком применении и экономической целесообразности использования промышленных роботов в производстве электроники, которая требует высокой точности и быстрой переналадки производства.

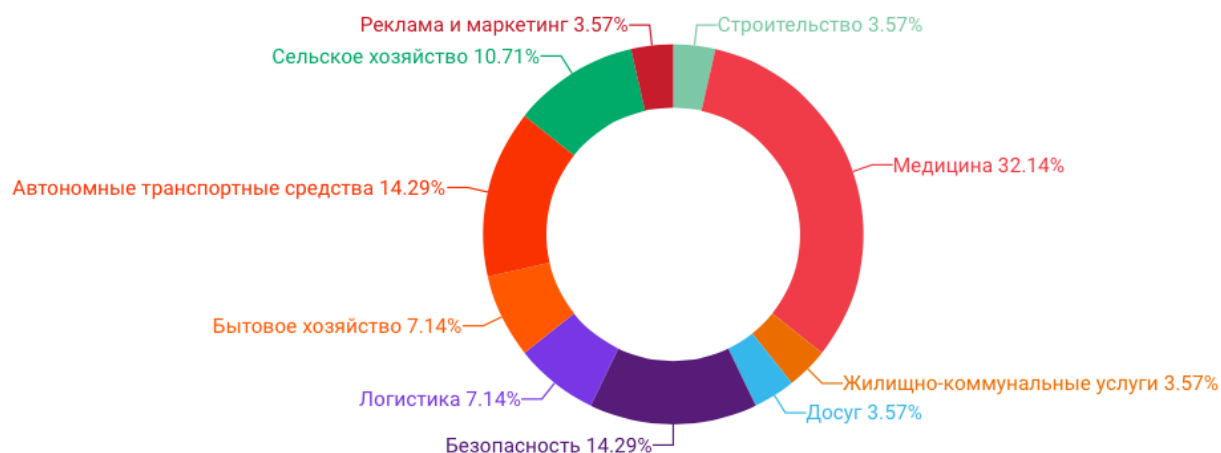
Рисунок 25. Наиболее перспективные области применения робототехники в промышленности по мнению российских компаний.



Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники.

Респонденты также отметили медицину как наиболее перспективную область сервисной робототехники. Наряду с этим перспективными были отмечены автономные транспортные средства и использование роботов для безопасности/охраны.

Рисунок 26. Перспективные области сервисной робототехники по мнению российских компаний.



Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники.

6.6.2. Наиболее перспективные технологии в области робототехники

В ответе на вопрос о перспективных технологиях в области робототехники резиденты затронули широкий спектр технологий. Мы разделили ответы респондентов на 5 групп: «Программное обеспечение», «Технологии искусственного интеллекта», «Компоненты», «Типы роботов», «Производство».

Таблица 21. Перспективные технологии в области робототехники по мнению российских компаний.

Название группы	Технологии
Программное обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> • Дополненная реальность • Облачные технологии • Операционная система для роботов (Robot Operating System, ROS) • Интерфейс человек-робот
Технологии искусственного интеллекта	<ul style="list-style-type: none"> • Машинное зрение • Машинное обучение • Адаптивные алгоритмы управления • Автономная навигация • Роевой интеллект • Взаимодействие множества роботов между собой • Система предотвращения столкновений • Беспроводные децентрализованные самоорганизующиеся сети, состоящие из мобильных устройств (Mobile Ad hoc Network, MANET)
Компоненты	<ul style="list-style-type: none"> • Манипуляторы • Новые типы аккумуляторов / новые энергоёмкие источники питания • 3D Area sensor • Повышение количества степеней свободы • Расширение спектра исполнительных механизмов • Электроактивные актуаторы • Технология сервоприводов типа "Dynamixel" • Сенсорика • Беспроводные технологии • Система повышения точности сигналов GPS (differential global positioning system, DGPS)
Типы роботов	<ul style="list-style-type: none"> • Экзоскелеты • Беспилотники (автомобили, поезда, самолёты) • Патрулирующие дроны (для мониторинга городской ситуации) • Мобильные роботы (наземные платформы и мультикоптеры) • Нанороботы • Коллаборативные роботы
Производство	<ul style="list-style-type: none"> • Очувствление (силомоментное очувствление) • Лазерная сварка/резка • Технология 3D печати • Система технического зрения (СТЗ) • Гибкие производственные системы • Технология планирования движения и управления движением

- | | |
|--|--|
| | роботов-манипуляторов с учетом внешних ограничений
• Паллетизация |
|--|--|

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

Наиболее популярными ответами респондентов были различные технологии искусственного интеллекта (машинное зрение и обучение, адаптивные системы управления и др.), новые типы аккумуляторов и новые энергоемкие источники питания, использование экзоскелетов, беспилотников, очувствление промышленных роботов.

6.6.3. Наиболее значимые «обеспечивающие» технологии и продукты для рынка робототехники

Ответы респондентов о наиболее значимых «обеспечивающих» технологиях и продуктах на рынке робототехники структурированы по следующим группам: «Программное обеспечение», «Навигация», «Техническое зрение», «Распознавание речи», «Научные области», «Компоненты», «Источники питания», «Сенсорика», «Производство», «Инфраструктура», «Медицина». Ответы респондентов по данному вопросу во многом пересекаются с ответами о перспективных технологиях в области робототехники.

Таблица 22. Наиболее значимые «обеспечивающие» технологии и продукты для рынка робототехники по мнению российских компаний.

Название группы	Технологии
Программное обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> • Адаптивные алгоритмы управления • Параллельные вычисления • Мультиагентные системы • Искусственный интеллект
Навигация	<ul style="list-style-type: none"> • Indoor-навигация • Точное позиционирование • Метод одновременной навигации и составления карты (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM)
Техническое зрение	<ul style="list-style-type: none"> • Распознавание образов • Распознавание окружающей обстановки по видео • Тепловидение • Специализированные вычислители для обработки изображений
Распознавание речи	<ul style="list-style-type: none"> • Речевые интерфейсы • Виртуальные собеседники Синтез речи
Научные области	<ul style="list-style-type: none"> • Радиоэлектроника

	<ul style="list-style-type: none"> • Мехатроника • Прецизионная механика • Микроэлектроника
Компоненты	<ul style="list-style-type: none"> • Редукторы и мотор-редукторы • Серводвигатели • Электроактивные актуаторы • Лазерные дальномеры (3D) • Беспроводная связь • Микроэлектромеханические системы (MEMS), микроконтроллеры и микроконтроллеры, датчики микроразмера с минимальной стоимостью • Высокоскоростные КМОП матрицы (КМОП – комплементарная структура металл-оксид-полупроводник; complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS)
Источники питания	<ul style="list-style-type: none"> • Новые типы аккумуляторов • Автономные источники питания • Энергообеспечение мобильных роботов
Сенсорика	<ul style="list-style-type: none"> • Сенсорные сети • Микроразмерные сенсоры с низкой стоимостью
Производство	<ul style="list-style-type: none"> • Сверлильно-фрезерные обрабатывающие центры • Углекислотные лазеры • Большой ряд промышленной номенклатуры, направленный на поддержку, производство и развитие рынка робототехники • 3D печать / аддитивные технологии • Паллетизация • Система технического зрения • Очувствление • Волоконные лазеры • Композитные материалы • Микроэлектроника (контроллеры, сенсорика) • Промышленный дизайн, • Программные средства моделирования • технологии прототипирования
Инфраструктура	<ul style="list-style-type: none"> • Интернет вещей • Нейроинтерфейс • Образовательная робототехника • Облачная робототехника
Медицина	<ul style="list-style-type: none"> • Биосовместимость • Нейроинтерфейсы

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

6.6.4. Лидеры робототехники в Российской Федерации

Ответы респондентов о лидерах робототехники в Российской Федерации структурированы по группам «Научные центры», «Промышленность», «Компании». Среди научных центров наибольшее число раз были упомянуты в ответах ЦНИИ РТК и МГТУ им. Баумана с такими подразделениями как ЗАО «Центр высоких технологий в машиностроении при МГТУ им. Н.Э. Баумана», НУК "Роботоцентр" МГТУ имени Н. Э. Баумана. Из компаний в области промышленности были отмечены респондентами такие интеграторы как Belfingroup, ООО "Интеллектуальные Робот Системы", Weber Comechanics и производитель промышленных роботов FANUC, у которого в России есть дочерняя компания. Как лидеры российского рынка робототехники были отмечены резиденты центра Skolkovo Robotics.

Таблица 23. Лидеры рынка робототехники в Российской Федерации по мнению российских компаний.

Название группы	Названия организаций
Научные центры	<ul style="list-style-type: none">• ЦНИИ РТК• МГТУ им. Баумана• ЗАО «Центр высоких технологий в машиностроении при МГТУ им. Н.Э. Баумана»• НУК "Роботоцентр" МГТУ имени Н. Э. Баумана• МГУ• СПбПУ им. Петра Великого• СПбГУ• МИРЭА• СТАНКИН• Института Проблем Лазерных и Информационных Технологий РАН
Промышленность	<ul style="list-style-type: none">• FANUC• Belfingroup• ООО "Интеллектуальные Робот Системы"• Weber Comechanics
Компании	<ul style="list-style-type: none">• НПО «Андроидная техника»• Wikron• ООО "РобоСиВи"• ООО ЛЕКСИ• Aurora• СМП Роботикс• Robotikum

	<ul style="list-style-type: none"> • ТРИК • KMG LABORATORY • Экзоатлет • Промобот • ОАО "Ковровский электромеханический завод" • Cognitive Technologies • Концерн радиостроения Вера • Endurance
--	--

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

6.6.5. Мировые лидеры робототехники

Ответы респондентов о лидерах робототехники в мире структурированы по группам «Университеты/Научные центр», «Промышленная робототехника», «Сервисная робототехника», «Образовательная робототехника». Среди научных центров больше всего респонденты упоминали DARPA и MIT, в промышленной робототехнике KUKA, FANUC и ABB, в сервисной робототехнике Google, iRobot, Boston Dynamics, Honda. В образовательной робототехнике больше всего упомянули компанию LEGO.

Таблица 24. Мировые лидеры робототехники по мнению российских компаний.

Название группы	Названия организаций
Университеты и научные центры	<ul style="list-style-type: none"> • Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) • Massachusetts Institute of Technology (MIT) • Университет Стэнфорда (Leland Stanford Junior University) • Университет Лунда (Lund University) • Калифорнийский университет в Беркли (The University of California, Berkeley) • Норвежский университет естественных и технических наук (Norwegian University of Science and Technology, NTNU) • Университет Джона Хопкинса (Johns Hopkins University) • Институт Когнитивных систем Мюнхенского Технического Университета (Institute for Cognitive Systems, Technische Universität München, TUM) • Illinois Institute of Technology (Illinois Tech, IIT)
Промышленная робототехника	<ul style="list-style-type: none"> • KUKA • FANUC • ABB • Kawasaki • Mitsubishi • YASKAWA • Adept

	<ul style="list-style-type: none"> • Komatsu • Festo
Сервисная робототехника	<ul style="list-style-type: none"> • Google • iRobot • Boston Dynamics • Honda • BROKK • Pepper • LG • ROBOTIS • Amazon • VJI • Aldebaran-Robotics • PAL Robotics • WillowGarage • Alphabet • Autonomous Solutions (ASI) • Remote Control Technologies (RCT) • Caterpillar
Образовательная робототехника	<ul style="list-style-type: none"> • LEGO • Fischertechnik

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

6.6.6. Причины, ограничивающие развитие робототехники в России

Ответы респондентов на вопрос об ограничениях, которые препятствуют развитию робототехники в РФ, о существующих рисках и барьерах на данном рынке, структурированы по группам «Образование и культура», «Технологии», «Экономика», «Государство», «Наука».

Таблица 25. Данные опроса о причинах медленного развития робототехники в России.

Группа	Причины
Образование и культура	<ul style="list-style-type: none"> • Менталитет (в вопросах спроса на продукт и ведения бизнеса); • Низкая технологическая культура / устаревшая культура производства; • Низкий экспертный уровень / слабое профессиональное сообщество; • Малое количество узкоспециализированных специалистов; • Низкая квалификация в общей массе рабочего и инженерного состава предприятий для освоения робототехники; • Отсутствие высоких компетенций в области маркетинга у специалистов внутри РФ; • Слабая учебная инфраструктура; • Мало образовательных центров;

	<ul style="list-style-type: none"> • Медленное проникновение робототехники в учебные программы.
Технологии	<ul style="list-style-type: none"> • Наличие готовых импортных решений; • Недостаток собственных технологий производства; • Отсутствие российской электронной базы, все современные комплектующие и технологии зарубежные; • Слабая инфраструктура; • Нехватка оборудования и ПО для проектирования; • Слабые аккумуляторы.
Экономика	<ul style="list-style-type: none"> • Экономическая нестабильность; • Недостаток финансирования области; • Маленький и неразвитый рынок робототехники; • Неправильное распределение бюджета предприятия, (мешает развивать промышленный кластер в соответствии с современными мировыми традициями, влечет отсутствие модернизации и автоматизации производства); • Слабая заинтересованность, отсутствие заказчиков на внутреннем рынке; • Нет возможности выиграть конкурс на разработку – отсутствие гарантированного спроса; • Сложности с экспортом продукции с территории РФ; • Отсутствие опыта работы в гражданской сфере; • Недоступность робототехники для обычных граждан в силу роста стоимости российских разработок по причине инфляции; • Отсутствие в РФ собственных международных корпораций, способных покупать стартапы и выводить их на мировой рынок; • Небольшой объём рынка венчурных инвестиций внутри РФ, ограничивающий скорость развития отечественных проектов по сравнению с аналогичными за рубежом (например, в США).
Государство	<ul style="list-style-type: none"> • Бюрократия; • Отсутствие нормативно-правовой базы; • Устаревшие нормы качества; • Таможенная служба затрудняет и замедляет поставки и закупки комплектующих; • Недостаток государственной поддержки робототехники в целом; • Отсутствие реальной поддержки малых инновационных компаний со стороны государства; • Инертность и низкий старт реализации целевой программы развития госпредприятий с применением робототехники; • Ориентация на задачи служб специального назначения; • Объединение гражданских и военных разработок – нет органа, который бы решал вопросы по постановке робототехнических задач для нужд ВПК.
Наука	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие понятных и прозрачных механизмов финансирования

	исследований; <ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие механизмов учета репутации, позволяющих оценивать успехи коллективов; • Проблемы с поставкой и закупкой комплектующих, что существенно тормозит разработки.
--	--

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

В качестве главных причин почти все респонденты выделили отсутствие квалифицированных специалистов в области робототехники и слабость образовательной инфраструктуры овладения ключевыми компетенциями в данной области (устаревшие образовательные программы, слабая учебная инфраструктура и т.п.). Среди других важных причин были названы: отсутствие собственных технологических решений, непонимание ситуации на международном и российском рынке робототехники и непонимание спроса на робототехническую продукцию, недостаточность финансирования, небольшой объём рынка венчурных инвестиций внутри РФ, затрудненность экспорта/импорта технологических продуктов и их комплектующих, отсутствие понятных и прозрачных механизмов финансирования исследований, бюрократические препоны.

6.7. РВК о состоянии робототехники в России

В 2014 году Российская Венчурная компания выпустила экспертно-аналитический отчет «Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники», в котором также осуществлялся обзор российского рынка робототехники. Аналитики РВК пришли к следующим выводам о состоянии робототехники в России:

1. Объем российского рынка робототехники незначителен. Но отечественное производство не покрывает даже его нужды. Единственным сравнительно сильным сегментом отрасли остается робототехника специального назначения, во многом использующая накопленный в советские годы потенциал;

2. В России существует большое число центров компетенций в робототехнике. Однако они, за исключением частных компаний, оказывают незначительное влияние на развитие отрасли. Особенно велик разрыв между инженерным потенциалом и успехами коммерциализации в сегменте специальной робототехники, где отсутствует соответствующая мотивация для разработки продуктов, ориентированных на B2B или B2C рынки;

3. Проблемы с кадровым обеспечением характерны для робототехнических стартапов. Нехватку кадров испытывают в основном проекты, не готовые предложить конкурентоспособный уровень оплаты. В целом качество и количество выпускаемых системой высшего образования специалистов-робототехников не сильно отстает от слабого спроса на них;

4. Абсолютное большинство российских стартапов сосредоточено в сегменте гражданской сервисной робототехники. Пока отдельные истории их успеха являются исключениями. В России существует потенциал для развития робототехнических компаний, однако высокие барьеры и отсутствие опыта коммерциализации подобных проектов тормозят рост отрасли;

5. Преграды для развития робототехники в России можно охарактеризовать как существенные. Ограниченность внутреннего спроса и сложности выхода на внешние рынки не позволяют отечественным производителям воспользоваться эффектом масштаба. Малый опыт разработок, слабые компетенции в маркетинге и промышленном дизайне не дают им возможности выигрывать по качеству продукции и эффективности ее продвижения. Высокие издержки организации производства: уровень налоговой нагрузки, стоимость электроэнергии, комплектующих и финансовых ресурсов, а также низкая производительность труда – делают российскую продукцию неконкурентоспособной по цене. Перечисленные факторы блокируют развитие промышленной робототехники и организации массового производства во всех ее сегментах на территории России. Производители сервисной робототехники не проявляют активности в коммерциализации своих разработок, поскольку спрос на их продукцию мало зависит от рыночной конъюнктуры и практически целиком определяется государственным заказом. Потребительская сервисная робототехника слаба в части маркетинга и промышленного дизайна, а также ограничена в возможности организации конкурентоспособного потенциального производства на территории России;

6. Государственные меры по формированию интереса к робототехнике у молодежи дадут в среднесрочной перспективе эффект в виде роста числа молодых специалистов. Однако трудности в реализации ими своего потенциала могут нивелировать эффект от притока новых кадров в отрасль. Дополнительное негативное влияние на накопление человеческого капитала в этой области будет и в дальнейшем способствовать оттоку кадров в страны с активно развивающимся рынком робототехники;

7. На рынке присутствуют основные институты (венчурные фонды, бизнес-ангелы) для финансирования новых компаний. Серьезным препятствием для развития гражданской сервисной робототехники является нехватка команд разработчиков,

обладающих перспективными конкурентоспособными технологиями и успешным опытом ведения коммерческой деятельности, и специализированной инновационной инфраструктуры;

8. Одним из направлений государственной политики стимулирования робототехники может стать развитие специализированной инновационной инфраструктуры, обеспечивающей запуск десятков новых проектов в области робототехники;

9. В последние годы государство стало проявлять заметный интерес к робототехнике. Однако отсутствие целостной политики и продуманной системы поддержки, а также рассогласованность действий отдельных ведомств являются серьезной проблемой и делают усилия государства на данный момент малоэффективными.

Глава 7. Основные отраслевые мероприятия в мире и в России

В Таблице 26 представлены прошедшие в 2015 году международные и российские мероприятия в области робототехники, а также мероприятия в 2016-2017 гг. В данном списке представлены как мероприятия для популяризации робототехники, так и крупные коммерческие мероприятия.

Таблица 26. Мероприятия в области робототехники.

Дата	Название	Место проведения
23-26.03.2015	Automate 2015	США, Чикаго
10-11.04.2015	WE Robot 2015	США, Вашингтон
29.04.2015	Международный Робофорум 2015	Россия, Москва
26-30.05.2015	International Conference on Robotics and Automation (ICRA)	США, Сиэтл,
13-14.06.2015	GEEK PICNIC 2015: «Человек-Машина»	Россия, Москва, Санкт-Петербург
8-11.07.2015	ИННОПРОМ-2015	Россия, Екатеринбург
24-26.07.2015	MICNON-2015	Россия, Санкт-Петербург
28.09.2015 – 02.10.2015	2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems	Германия, Гамбург
5-10.10.2015	ЕМО MILANO 2015	Италия, Милан
8-9.10.2015	26-я научно-техническая конференция «Экстремальная робототехника (ЭР-2015)»	Россия, Санкт-Петербург
13-14.10.2015	Сколково РОБОНОЧЬ-2015	Россия, Москва
28.10.2015	Biorobots: Dissected	США, Лос-Анжелес
26-30.10.2015	Seventh International Conference on Social Robotics	Франция, Париж
28.10-01.11.2015	Открытые инновации-2015	Россия, Москва
28-31.10.2015	Robotworld 2015	Южная Корея, Сеул
3-5.11.2015	15th IEEE RAS Humanoids Conference	Южная Корея, Сеул
7.11.2015	5th Annual Robot Film Festival	США, Питтсбург

20-22.11.2015	Robotics Expo – III Международная выставка робототехники и передовых технологий	Россия, Москва
23-25.11.2015	World Robot Conference 2015 (WRC 2015)	Китай, Пекин
26.11.2015	The dronetech conference	Великобритания, Бристоль
1-2.12.2015	Robotics Alley Conf & Expo	США, Миннеанополис
2-4.12.2015	Australasian Conf on Robotics & Automation	Австралия, Канберра
2-5.12.2015	iREX Intl Robot Exhibition	Япония, Токио
8-10.12.2015	RoboUniverse	Китай, Шанхай
14-16.12.2015	RoboUniverse	США, Сан-Диего
26-27.01.2016	ROBOUNIVERSE	Сингапур
28-31.01. 2016	Global Robot Expo	Испания, Мадрид
3-5.02.2016	A3 Business Forum	США, Орlando
12-17.02.2016	AAAI-16 Conf on Artificial Intelligence	США, Феникс
24-25.02.2016	International Expert Days Service Robotics	Германия, Хаузен
09-12.03.2016	CIRE 2016 Tianjin, international Industrial Robots Exhibition	Китай, Тяньцзинь
7-10.04.2016	11 IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2016)	Новая Зеландия, Крайстчерч
1-2.04.2016	WE Robot 2016	США, Корал Гейблс
2-10.04.2016	National Robotics Week 2016	США
10-12.04.2016	Robouniverse, Robots, Drones, and The Internet of Everything	США, Нью-Йорк
26-29.05.2016	HANNOVER MESSE 2016	Германия, Ганновер
16-18.05.2016	Industrial Robot & Assembly & Handling Exhibition 2016	Китай, Шанхай
16-21.05.2016	International Conference on Robotics and Automation (ICRA)	Швеция, Стокгольм
23-27.05.2016	Металлообработка-2016	Россия, Москва
24-26.05.2016	Innorobo, a human robotics event	Франция, Париж
24-26.05.2016	Inside 3D Printing and additive manufacturing	Франция, Париж
1-3.06.2016	RoboBusiness Europe 2016	Германия, Оденсе
2-3.06.2016	Startup Village 2016	Россия, Москва

21-24.06.2016	AUTOMATICA	Германия, Мюнхен
6-9.07.2016	China International Robot Show (CiROS 2016)	Китай, Шанхай
11-14.07.2016	ИННОПРОМ-2016	Россия, Екатеринбург
31.08.2016 – 03.09.2016	TAIROS 2016 – Robot Show	Тайбэй, Тайвань
27-28.09.2016	RTEX, Robotic Technology Exhibition	ОАЭ, Дубай
10-11.10.2016	ICSR 2016: 18th International Conference on Social Robotics	США, Нью-Йорк
9-14.10.2016	IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2016)	Южная Корея, Тэджон
11-14.10.2016	Weldex	Россия, Москва
24-27.10.2016	AUVSI's Unmanned Systems Defense, Challenges for Military Robotics	США, Вашингтон
24-31.10.2016	Robotworld 2016	Южная Корея, Сеул
16-17.11.2016	ASIAN ROBOTICS WEEK 2016	Сингапур
03-06.04.2017	Automate 2017	США, Чикаго
18-23.09.2017	ЕМО Hannover	Германия, Ганновер

Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

В Таблице 27 перечислены в алфавитном порядке 32 различных чемпионатов в области робототехники.

Таблица 27. Робототехнические соревнования

Название / Сайт / Дата Место проведения	Тип роботов	Организаторы
		Участники
ABU Asia-Pacific Robot Contest 2016 http://www.aburobocon2016.com/ 21.08.2016 Бангкок, Тайланд	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	MCOT Public Company Limited
DARPA Grand Challenge http://www.darpa.mil/ 8.2016 Лас-Вегас, США	Беспилотные наземные средства передвижения вне помещений	DARPA
		Независимые участники
ELROB – The European Land Robot Trial http://www.elrob.org/elrob-2016 20-24.06.2016	Беспилотные наземные средства	The Austrian Armed Forces, European Robotics etc

Эгендорф, Австрия	передвижения вне помещений	Независимые участники
Eurathlon http://www.elrob.org/eurathlon 20-24.06.2016 Эгендорф, Австрия	Беспилотные наземные средства передвижения вне помещений	The Austrian Armed Forces, European Robotics etc Независимые участники
Eurobot http://www.eurobot.org/index.php	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	Eurobot Association, Association Planète Sciences Студенты, независимые группы
FIRA RoboWorld Cup http://www.fira.net/	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	Federation of International Robot- soccer Association (FIRA)
FIRST Robotocs Competition http://www.firstinspires.org/ 22-30.04.2016 Сент-Луис, США	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	For Inspiration and Recognition of Science and Technology (FIRST) Школьники и студенты
Flying Donkey Challenge http://www.flyingdonkey.org/ До 2020	Воздушные средства передвижения	La Fondation Bundi
IEEE Micromouse 2016 http://ieee.ucsd.edu/projects/camm/about/	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	IEEE UCSD
Intelligent Ground Vehicle Competition http://www.igvc.org/ 3-6.06.2016 Рочестер, штат Мичиган, США	Беспилотные средства передвижения вне помещения	AUVSI Foundation Студенческие коллективы
International Aerial Robotics Competition http://www.aerialroboticscompetition.org/ 8.2016	Воздушные средства передвижения	AUVCIfondation Независимые команды
International METU Robotics Days http://odturobotgunleri.org.tr/en	Пилотируемые и беспилотные	METU ROBOT SOCIETY

5-6.03.2016 Ближневосточный Технический Университет (Middle East Technical University, METU), Анкара, Турция	наземные средства передвижения в помещении	Независимые участники
International Micro Air Vehicles Conference and Flight Competition http://www.imavs.org/2016/index.html 17-21.10.2016 Пекин, Китай	Воздушные средства передвижения	Beijing Institute of Technology, China, National University of Singapore, Singapore
		Независимые исследовательские группы
International RoboSub Competition www.roboboat.org 25-31.07.2016 Сан-Диего, штат Калифорния, США	Подводные средства передвижения	Студенческие и школьные коллективы
International Robot Olympiad http://www.iroc.org/	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	Школьники и студенты
ITU Robot Olympics http://www.ituro.itu.edu.tr/eng.aspx Стамбульский Технический Университет, Турция	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	ITU Control and Automation Club
		Школьники и студенты
Marine Advanced Technology Education Center Competition http://www.marinetech.org 24-25.06.2016 NASA Johnson Space Center's Neutral Buoyancy Lab Хьюстоне, штат Техас, США.	Подводные средства передвижения	The Marine Advanced Technology Education (MATE) Center
		Студенческие коллективы
MARITIME ROBOTX http://www.robotx.org/ 11-16.12.2016 Оаху, Гавайи, США	Средства передвижения на морской поверхности	AUVCIfoundation
		Независимые команды
Micromouse Ежегодные национальные чемпионаты США, Великобритания, Япония, Франция	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	Независимые участники

NASA's Robotic Mining Competition http://www.nasa.gov/offices/education/centers/kenedy/technology/nasarmc.html 5.2016 NASA, США	Горнодобывающие роботы	NASA
RoboCup 2016 http://www.robocup2016.org/en/ 30.06-2.07.2017 Лейпциг, Германия	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	The RoboCup Federation
		Независимые команды
RoboGames http://robogames.net/index.php 8-10.04.2016 Плезантон, штат Калифорния, США	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	Robotics Society of America (RSA)
		Независимые участники
Roborace http://roborace.com/ Сезон 2016-2017	Беспилотные наземные средства передвижения вне помещения	Formula E & Kinetik
		Независимые участники
RoboRAVE International http://roboquerque.org/ 5-7.05.2016 Альбукерке, штат Нью-Мексико, США	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	RoboRAVE International
		Школьники различных возрастных категорий, взрослые
Robot Racing Competition https://robotracing.wordpress.com/ 26.07.2016 Ватерлоо, Канада	Беспилотные наземные средства передвижения вне помещения	Студенческие коллективы
RobotChallenge http://www.robotchallenge.org/ 12-13.03.2016 Вена, Австрия	Мобильные, самодельные, автономные роботы	INNOC, Austrian Society for innovative Computer Science
		Независимые участники
Shell Ocean Discovery XPRIZE http://oceandiscovery.xprize.org/	Подводные средства передвижения	Shell, XPrize
		Независимые участники
Student Autonomous Underwater Challenge-Europe (SAUC-E) http://www.sauc-europe.org/	Подводные средства передвижения	Association for Unmanned Vehicle Systems International

The Trinity College International Robot Contest http://www.trinityrobotcontest.org/ 1-3.04.2016 Тринити-Колледж, Дублин, Ирландия	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	Trinity College
		Студенческие коллективы
VEX Robotics Competition http://www.vexrobotics.com/vexedr/competition/ 4.2016 США		Robotics Education & Competition Foundation
		Школьники
World Robofest Championship http://www.robofest.net/ 14.05.2016 США	Досуг, решение кейсов	Lawrence Technological University
		Студенты и школьники
WRO http://www.wroboto.org/ 2016 Индия	Пилотируемые и беспилотные наземные средства передвижения в помещении	World Robot Olympiad
		Школьники

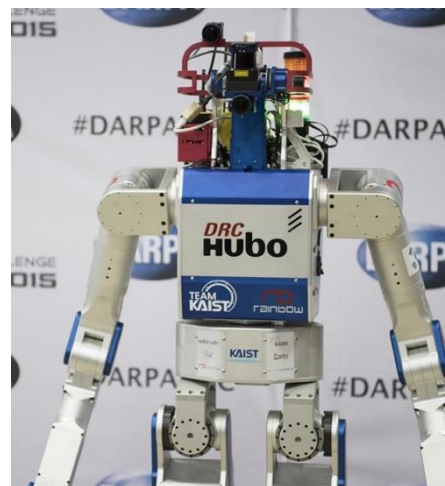
Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

Пример чемпионата - Darpa Robotics Challenge (DRC), 2012-2015 гг. Цель – создание робота, способного действовать в экстремальных условиях. Бюджет более \$90 млн.

В 2015 г. победитель - робот HUBO.

Разработчик: команда KAIST, Южная Корея.

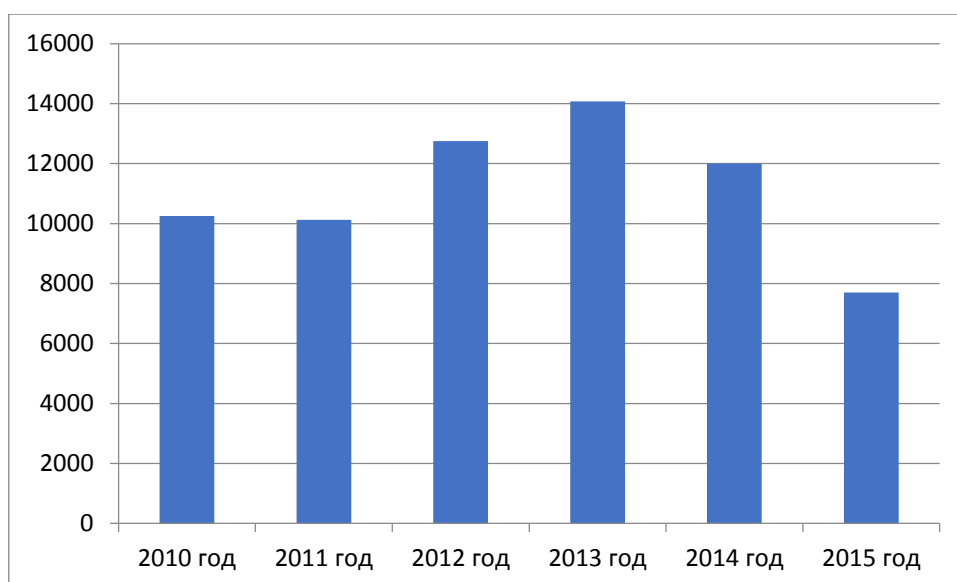
Осуществлен ряд прорывных технологических решений (например, колеса в коленях). Форма робота была привнесена из анимации 70-х годов. Команда получила приз в размере \$2 млн.



Глава 8. Краткий библиометрический анализ

С 2010 по 2015 гг. было опубликовано 66 896 международных научных публикаций в области робототехники (по данным базы Web of Science). Распределение публикаций по годам представлено на Рисунке 27 (индексация публикаций за последние годы продолжается).

Рисунок 27. Web of Science: количество публикаций о робототехнике с 2010 по 2015 гг.



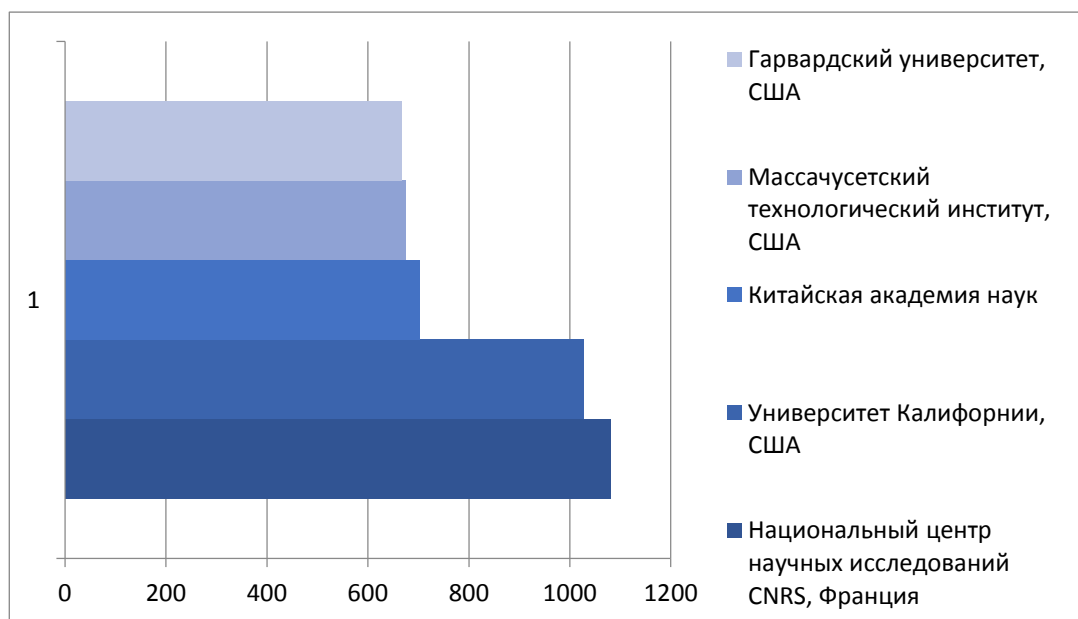
Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

В большинстве случаев, рассматриваемые публикации представляют собой статьи в ведущих научных журналах или в трудах международных конференций, при этом топ-5 основных мероприятий в области робототехники по количеству проиндексированных публикаций включают следующие:

- 1) IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA);
- 2) IEEE RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems;
- 3) IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (Robio);
- 4) Annual Meeting of the American Urological Association (AUA);
- 5) IEEE ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM).

Ведущими научными центрами по числу публикаций являются Гарвардский университет (США), Массачусетский технологический институт (США), Китайская академия наук, Университет Калифорнии (США).

Рисунок 28. Ведущие научные центры в области робототехники.

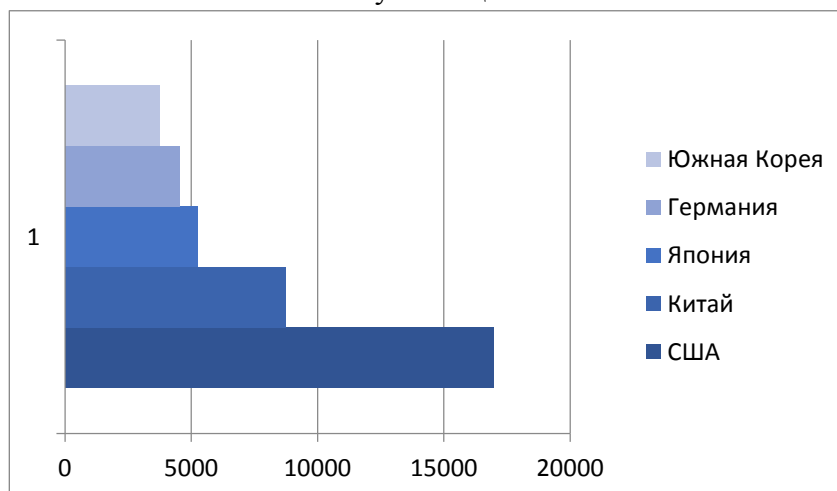


Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

Три ведущие организации, при финансовой поддержке которых, по данным Web of Science, были опубликованы рассматриваемые научные статьи, включают следующие:

- 1) Национальный фонд естественных наук Китая;
- 2) Национальный научный фонд (NSF), США;
- 3) Европейская комиссия.

Рисунок 29. Топ-5 стран, с которыми аффилированы организации, где работают авторы публикаций.

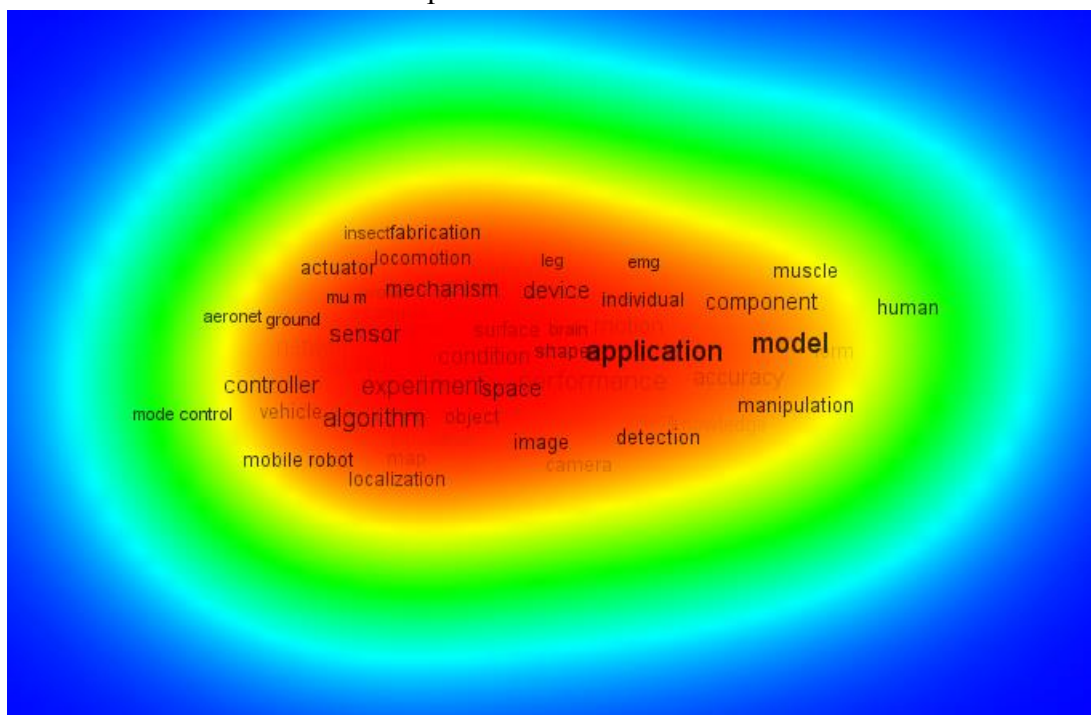


Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

С помощью инструментов семантического анализа и наукометрии были обработаны 1000 наиболее цитируемых научных публикаций в области робототехники, индексируемых в международной базе данных Web of Science, за 2010-2015 годы. Для обработанных публикаций была построена тепловая карта, отражающая тематику публикаций. В результате анализа автоматически сформировались 2 ярко выраженных кластера (примерно одинакового размера). В одном из них фигурируют работы, связанные с базовыми технологиями робототехники, другой посвящен проблематике робототехники в медицине.

В рамках кластера «Базовые технологии в робототехнике» представлен широкий спектр тематик, соответствующих основным технологическим вызовам в сфере робототехники на современном этапе развития. Таким образом, проблематика работ формирует современные научно-технологические тренды и отвечает еще не полностью решенным, но активно решаемым исследователями и разработчиками задачам робототехники. В частности, работы посвящены проблематике повышения маневренности робототехнических комплексов и технологиям движения в разных средах (в частности, в воздухе и в воде, на сложных поверхностях), навигации, зрению, различным видам сенсоров, выбору и реализации оптимальной формы роботов (с точки зрения разных аспектов – искусственные мышцы, бионические формы, новые материалы корпуса), новым видам манипуляторов, интеллектуальным алгоритмам обработки данных и др.

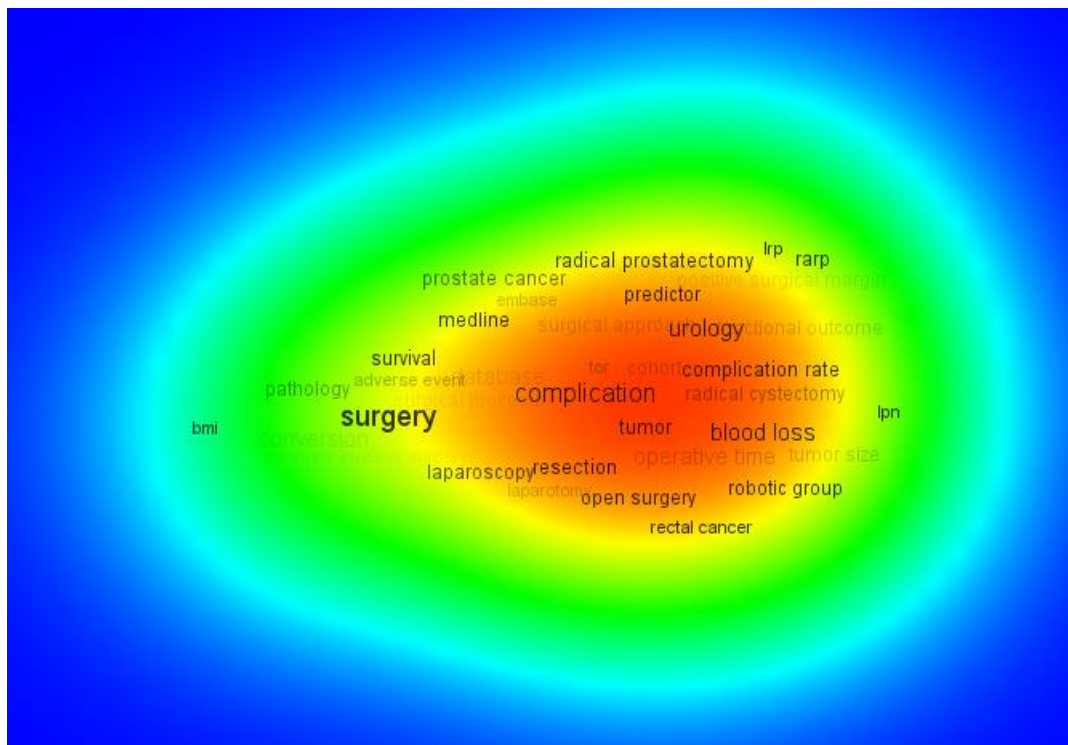
Рисунок 30. Тепловая карта тематик публикаций кластера «Базовые технологии в робототехнике»



Источник: Национальная Ассоциация участников рынка робототехники

В рамках кластера «Робототехника в медицине» доминируют тематики, связанные с хирургией (лапаротомия, лапароскопия, малоинвазивная хирургия), прежде всего, для онкологических заболеваний, урологии (например, простатэктомии), обсуждаются проблемы качества проведения операций, минимизация осложнений.

Рисунок 31. Тепловая карта тематик публикаций кластера «Робототехника в медицине».



Источник: Национальная ассоциация участников рынка робототехники

Глава 9. Крупные сделки в области робототехники

В 2015 году, по данным ресурса Robohub (по состоянию на начало декабря), ведущими игроками рынка было приобретено 27 компаний, работающих в области робототехники.

В октябре-ноябре состоялись следующие сделки по покупке компаний. ConMed, поставщик хирургического оборудования для малоинвазивных операций из США, штат Нью Йорк, приобрела компанию SurgiQuest за 265 млн. долларов США. Система компании SurgiQuest, AirSeal, используется в лапароскопии и была применена к настоящему моменту для более чем 250 000 операций в 45 странах.



Компания Kraken Sonar Inc., Канада, приобрела права на интеллектуальную собственность, предметом которых являются подводные дроны, у Marine Robotics, Inc.



Кроме того, уже после публикации соответствующего материала на сайте Robohub, 8 декабря 2015 года, компания Kurion Inc., США, анонсировала приобретение Oxford Technologies Ltd., одного из лидеров по производству робототехники, предназначенной для работы с опасными материалами (решения самой Kurion использовались, в частности, для исследования поврежденного реактора и устранения последствий радиоактивного загрязнения территорий после аварии на Фукусима-1 в 2011 году).



Также в 2015 году было совершено более 40 крупных инвестиционных сделок и сформирован ряд стратегических партнерств в области робототехники.



Так, 10 декабря 2015 года компании Johnson & Johnson и Google (подразделение наук о жизни – компания Verily Life Sciences LLC, бывшая Google Life Sciences) объявили о создании совместного предприятия Verb Surgical и назначили руководителя Volcano Corp., Скотта Хённекенса, его директором. Предприятие будет заниматься



производством прорывных робототехнических решений для хирургии. О формировании стратегического партнерства Johnson & Johnson и Google в соответствующей сфере было впервые объявлено в марте этого года.

Китайское предприятие DJI, крупнейший производитель дронов в мире, приобрела долю в компании Hasselblad (производитель камер со штаб-квартирой в Швеции).

Финансовые детали сделок в обоих случаях не разглашаются.

Ниже приведены примеры крупных сделок за предшествующие годы, вложения в искусственный интеллект и робототехнику.

2012 г.:

- Foxconn приобрела 1 млн. роботов (2012 г)
- Amazon приобрел Kiva за \$775 млн. (2012 г)



2013 г.:

- Facebook сделал вложения AI lab, DeepFace
- Yahoo приобрел LookFlow
- Ebay сделал вложения в AI lab
- Сооснователь Microsoft Пол Аллен учредил институт искусственного интеллекта (Allen Institute for Artificial Intelligence)
- Google купил DNNresearch, SCHAFT, Industrial Perception, Redwood Robotics, Meka Robotics, Holomni, Bot & Dolly, Boston Dynamic.



2014 г.:

- IBM инвестировала \$ 1 млрд. в Watson.
- Google инвестировал \$500 млн. в DeepMind.
- В компанию Vicarious, которая занимается разработкой технологий искусственного интеллекта, было вложено \$40 млн. (инвесторы: Марк Цукерберг, Элон Маск, Эштон Кутчер, Samsung, ABB Robotics и др.)
- Microsoft инвестировал в Project Adam, Cortana.



Глава 10. Государственные программы развития робототехники

Правительства стран-лидеров в области робототехники (США, ЕС, Япония, Китай, Южная Корея, Франция, Великобритания) в течение 2013-2014 гг. разработали или объявили о разработке стратегических программ развития и поддержки национальных робототехнических отраслей. В Таблице 28 собраны данные об основных известных национальных программах развития робототехнической отрасли в данных странах. В Таблице 29 приведены инициативы федеральных органов исполнительной власти по развитию робототехники.

Таблица 28. Государственные программы развития робототехники.

Название	Страна / Год	Основные направления	Оценка инвестиций
National Robotics Initiative	США 2011	Цифровое производство, медицина и здравоохранение, сервисная, военная и космическая робототехника. Поддержка за счет исследовательских грантов.	Примерно \$500 млн на робототехнику из \$2.2 млрд до 2020 г. на цифровое производство. Проекты были уже профинансированы на более чем \$100 млн.
SPARC	Европейский Союз 2014	Промышленная, сервисная робототехника	€2.8 млрд, из них €700 млн государственные гранты, €2.1 млрд – частные инвестиции.
France Robots Initiative	Франция 2014	Все области гражданской робототехники	100 млн евро, поддержка проектов через гранты на исследования и субсидии на модернизацию

			производств.
Robotics and Autonomous System	Великобритания 2014	Интеллектуальная робототехника и автономные транспортные системы	£158 млн на поддержку исследований и разработок
Robot Revolution	Япония 2014	Промышленная и сервисная робототехника, фокус на персональной робототехнике для заботы о пожилых.	Идет разработка программы. Анонсирована Олимпиада по робототехнике в 2020 г.
Программа модернизации промышленности в области Чжецзян	Китай 2013	Автоматизация и роботизация промышленности одного региона.	\$82 млрд в течении пяти лет
Intelligent Robot Development and Distribution Promotion Act	Южная Корея 2014	Основная цель программы – стимулирование спроса на робототехническую продукцию национальных производителей.	KWN 2.6 трлн. в. 2014-2018 гг.

Источник: Skoltech

Таблица 29. Инициативы федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации в области развития робототехники.

Федеральный орган исполнительной власти	Наименование инициативы
Минпромторг России	Государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года»
Минкомсвязи России	Распоряжение Правительства РФ от 01.11.2013 N 2036-р «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 – 2020 годы и на перспективу до 2025 года»
Минэкономразвития России	Технологическая платформа «Технологии мехатроники, встраиваемых систем управления,

	радиочастотной идентификации и роботостроение», 2011 год
Минобороны России	Распоряжение от 15 февраля 2014 года No205-р о создании федерального государственного бюджетного учреждения «Главный научно-исследовательский испытательный центр робототехники»
МЧС России	Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. No 300 «О государственной программе Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах»
Минобрнауки России	Приказ Минобрнауки РФ от 08.12.2009 N 702 (ред. От 31.05.2011) «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 221000 Мехатроника и робототехника (квалификация (степень) «магистр»))»
	Приказ Минобрнауки РФ от 09.11.2009 N 545 (ред. От 31.05.2011) «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 221000 Мехатроника и робототехника (квалификация (степень) «бакалавр»))»
	Программа «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России», реализуемая Фондом «Вольное Дело» в партнерстве с Федеральным агентством по делам молодежи при поддержке Минобрнауки России и Агентства стратегических инициатив.

Источник: ЦСР «Северо-Запад» по материалам федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации

Глава 11. Основные определения

Согласно ГОСТ Р ИСО 8373-2014:

Манипулятор – машина, механизм которой обычно состоит из последовательности сегментов. Сегменты могут быть соединены, а могут перемещаться относительно друг друга. Они могут захватывать и (или) перемещать объекты (заготовки или инструменты) с некоторой степенью свободы. Манипулятор может управляться оператором, программируемым электронным контроллером или логической системой. В состав манипуляторов рабочий орган робота не включается.

Робот – приводной механизм, программируемый по двум и более осям, имеющий некоторую степень автономности, движущийся внутри своей рабочей среды и выполняющий задачи по предназначению. Робот включает систему управления и интерфейс системы управления.

Роботизированное устройство – приводной механизм, имеющий характеристики промышленного робота или обслуживающего робота. Может иметь непрограммируемые оси или недостаточную степень автономности (примеры: усилительное устройство, устройство с телеуправлением, двухосный промышленный манипулятор).

Робототехническая система – система, включающая роботов, рабочие органы роботов, а также машины, оборудование, устройства и датчики, поддерживающие роботов во время работы.

Система управления – набор функций логического управления и силовых функций, позволяющих проводить мониторинг, управление механической конструкцией робота и осуществлять связь с окружающей средой (оборудованием и пользователями).

Программа управления – собственный набор управляющих инструкций, определяющих возможности, действия и реакции робота или робототехнической системы.

Разумный робот, робот с элементами искусственного интеллекта – робот, выполняющий роботу путем считывания данных из окружающей среды, взаимодействия с внешними источниками и адаптации своего поведения. *Примеры: промышленный робот, имеющий датчик изображения, чтобы захватывать или положить объект; мобильный робот с устройством предотвращения столкновений; шагающий робот,двигающийся по пересеченной местности.*

Робот для совместных работ – робот, созданный для непосредственного взаимодействия с человеком.

Мобильный робот – робот с автономным управлением, который может самостоятельно передвигаться.

Сегментация рынка робототехники совпадает с классификацией роботов по сфере применения. В соответствии с ИСО 8373:2012 все роботы делятся на две категории – роботы промышленные и роботы сервисные. Каждая из этих категорий роботов имеет свою классификацию, установленную в пунктах 1.1 и 1.2.

Типология промышленной и сервисной робототехники имеет несколько измерений:

- А. По типу рынка, отрасли промышленности или хозяйства, применяющего робототехнические комплексы (РТК) – промышленная робототехника и сервисная (профессиональная) робототехника.
- В. В зависимости от стихии РТК: наземные, воздушные, морские (надводные, подводные), космические.
- С. В зависимости от физической формы РТК: манипуляторы, робототехнические платформы, экзоскелеты, метаморфные РТК, нано и микро-роботы, антропоморфные.
- Д. В зависимости от степени автономности управления РТК: программируемые, телеуправляемые, супервизорные, коллаборативные, автономные.

Необходимо учитывать, что сегментация робототехнических изделий довольно условна. Робототехника развивается, появляются новые продукты, что усложняют сегментацию.

Следует отметить, что международные аналитики по-разному классифицируют сегменты рынка робототехники. International Federation of Robotics (IFR) различает два крупных сегмента: промышленные роботы и сервисные роботы. Сервисные роботы в свою очередь подразделяют по использованию: для персонального и для профессионального использования. В своей работе мы в большей мере будем следовать логике IFR.

В связи с тем, что персональные роботы – один из главных трендов и быстро растущий сегмент, международные аналитики часто выделяют персональных роботов в самостоятельный сегмент – consumer robotics. Также некоторые аналитики выделяют дополнительные сегменты – например, встраиваемые роботы, имплантируемые

робототехнические изделия и т.п. С другой стороны, Myria Research не проводит сегментацию и рассматривает рынок робототехники вместе с интеллектуальными операционными системами (Robotics & Intelligent Operational Systems, RIOS).

11.1 Промышленные роботы

Промышленный робот – автоматически управляемый, перепрограммируемый, многоцелевой манипулятор, программируемый по трем и более осям. Он может быть либо зафиксирован в заданном месте, либо может иметь возможность передвижения для выполнения промышленных задач по автоматизации. Промышленный робот включает:

- Манипулятор, включая исполнительный механизм;
- Контроллер, включая подвесной пульт обучения и интерфейс связи (электронное оборудование и программное обеспечение).

Может иметь дополнительные интегрированные оси.

Промышленный роботизированный модуль – одна или несколько промышленных робототехнических систем, включая ассоциированные машины и оборудование, а также ассоциированные охраняемое пространство и соответствующие меры защиты.

Основными признаками, по которым классифицируются промышленные роботы, являются:

- грузоподъемность;
- способ управления;
- способ программирования;
- тип привода;
- возможность передвижения;
- выполняемая технологическая операция;
- базовая система координат;
- способ установки на рабочем месте.

По выполняемой технологической операции промышленные роботы подразделяют на:

- универсальные промышленные роботы – роботы, осуществляющие разные технологические операции в зависимости от установленного рабочего органа;
- сборочные промышленные роботы – роботы, осуществляющие сборочные операции;
- сварочные промышленные роботы – роботы, осуществляющие сварочные операции;

- окрасочные промышленные роботы – роботы, осуществляющие окрасочные операции;
- перегрузочные промышленные роботы – роботы, осуществляющие загрузо-разгрузочные операции;
- обрабатывающие промышленные роботы – роботы, используемые при операциях механообработки (шлифовка, удаление заусениц и т.п.);
- транспортные промышленные роботы – роботы, осуществляющие внутрицеховые и межцеховые перемещения полезного груза.

Промышленные роботы широко применяются в автомобилестроении, электрике и электронике, в металлообработке, в производстве резины и пластмассы, в пищевой промышленности, в фармацевтике и производстве косметики, а также в других областях.

11.2 Сервисные роботы

Обслуживающий (сервисный) робот – робот, выполняющий полезную работу для людей и оборудования, исключая промышленные задачи по автоматизации. Робот, обладающий одним и тем же технологическим оснащением, может быть в одном случае отнесен к промышленным роботам, в другом случае – к обслуживающим. Например, шарнирные роботы, используемые на технологических линиях – это промышленные роботы, аналогичные шарнирные роботы, доставляющие еду, – это обслуживающие роботы.

По области применения сервисные роботы подразделяются на

- Сервисные роботы для личного и домашнего использования
- Сервисные роботы для профессионального использования

Персональный обслуживающий робот, обслуживающий робот для персонального использования, сервисный робот для личного и домашнего использования – обслуживающий робот, используемый для непрофессиональных некоммерческих работ. *Примеры: робот-домашняя прислуга, автоматизированная инвалидная коляска.* Сервисные роботы для личного и домашнего использования подразделяют на:

1. Сервисные роботы для работ по дому:

- роботы помощники, собеседники, как правило, гуманоидного типа;
- роботы для уборки полов;
- роботы для стрижки газонов;
- роботы для чистки бассейнов;

- роботы для мытья окон;
 - другие виды сервисных роботов для работ по дому;
2. Сервисные роботы для досуга:
- роботы-игрушки;
 - мультимедийные роботы;
 - обучающие роботы;
 - другие виды сервисных роботов для досуга;
3. Сервисные роботы для помощи престарелым людям и инвалидам:
- робототехнические кресла-каталки;
 - робототехнические ортопедические аппараты и протезы;
 - другие виды помогающих сервисных роботов;
4. Персональные транспортные роботы;
5. Сервисные роботы, обеспечивающие безопасность и надзор за домом;
6. Другие виды сервисных роботов для личного и домашнего использования.

Профессиональный обслуживающий робот, обслуживающий (сервисный) робот для профессионального использования – обслуживающий робот, используемый для выполнения коммерческих работ. Обычно управляется специально обученным оператором.

Сервисные роботы для профессионального использования подразделяют на:

1. Сервисные роботы для профессиональной уборки:
 - роботы для мытья полов;
 - роботы для мытья окон и стен;
 - роботы для очистки цистерн, бочек и труб;
 - роботы для очистки корпусов (самолетов, автомобилей и т.п.);
 - другие виды сервисных роботов для уборки;
2. Сервисные роботы для работы в общественных местах:
 - роботы для обслуживания гостиниц и ресторанов;
 - роботы для указания маршрута, сопровождения и информирования;
 - роботы для рекламы и маркетинга;
 - роботы для развлечения;

- другие виды сервисных роботов для работы в общественных местах;
3. Сервисные роботы для обследования и технического обслуживания:
 - роботы для обследования и технического обслуживания производственных помещений и оборудования;
 - роботы для обследования и технического обслуживания резервуаров, трубопроводов и коллекторов;
 - другие виды сервисных роботов для обследования и технического обслуживания;
 4. Сервисные роботы для строительства и сноса:
 - роботы для демонтажа и сноса атомных, химических и других опасных объектов;
 - роботы для строительства зданий;
 - роботы для земляных работ;
 - другие виды сервисных роботов для строительства и сноса;
 5. Сервисные роботы для логистических систем:
 - мобильные роботы для работы внутри помещений;
 - мобильные роботы для работы на открытом воздухе;
 - роботы для обработки и сортировки грузов;
 - другие виды сервисных роботов для логистических систем;
 6. Медицинские роботы:
 - роботы для проведения диагностики;
 - роботы для проведения хирургических операций;
 - роботы для терапии заболеваний и травм;
 - роботы для реабилитации пациентов;
 - другие виды медицинских роботов;
 7. Сервисные роботы для выполнения технологических операций вне помещений:
 - роботы для сельскохозяйственных работ;
 - роботы для дойки;
 - роботы для других видов работ в животноводстве;
 - роботы для лесного хозяйства и лесоводства;
 - роботы для горнорудной промышленности;
 - другие виды сервисных роботов для выполнения технологических операций вне помещений;
 8. Роботы для работы в экстремальных условиях:
 - роботы для проведения аварийно-спасательных работ;
 - роботы для пожаротушения;

- роботы для наблюдения, разведки и обеспечения безопасности;
 - другие виды роботов для работы в экстремальных условиях;
9. Роботы военного и специального назначения:
- боевые (ударные) роботы;
 - роботы боевого обеспечения (разведка, охрана военных объектов);
 - роботы инженерного и химического обеспечения (разминирование, дезактивация территорий и военной техники, демонтаж зараженных конструкций);
 - роботы технического и тылового обеспечения (экзоскелетоны, транспортировка боеприпасов, эвакуация раненых);
 - другие виды роботов военного и специального обеспечения;
10. Другие виды сервисных роботов для профессионального использования.

Библиография

1. 11 IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2016) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://humanrobotinteraction.org/2016/>
2. 15th IEEE RAS Humanoids Conference: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.humanoids2015.org/main/>
3. 17% compound annual growth rate forecast for home cleaning, remote presence and home entertainment robots: [электронный ресурс] — URL: <http://robohub.org/17-compound-annual-growth-rate-forecast-for-home-cleaning-remote-presence-and-home-entertainment-robots/>
4. 2015 European insurance outlook Navigating market volatility, creating innovative products and using data to get connected: [электронный ресурс]— URL: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-2015-european-insurance-outlook/\\$FILE/EY-2015-european-insurance-outlook.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-2015-european-insurance-outlook/$FILE/EY-2015-european-insurance-outlook.pdf)
5. 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.iros2015.org>
6. 2016 MATE INTERNATIONAL COMPETITION: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.marinetech.org/rov-competition-2/>
7. 26-я научно-техническая конференция «Экстремальная робототехника (ЭР-2015)» : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://er.rtc.ru/index.php/ru/>
8. 3D Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://3drobotics.com>
9. 3DIVI: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.3divi.com/rus/index.php/technology>
10. 5 Global Business Trends That You Need to Know: [электронный ресурс] — URL: <http://www.tharawat-magazine.com/media-gallery/2220-5-global-business-trends-that-every-investor-must-know.html>
11. 5 things you need to know about the DARPA Robotics winner from South Korea: [электронный ресурс] — URL: <https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2015/06/09/5-things-you-need-to-know-about-the-darpa-robotics-winner-from-south-korea/>
12. 5th Annual Robot Film Festival: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robotfilmfestival.com>
13. 6 predictions, 9 stocks, a revolution, an apocalypse, and killer robots – oh my!: [электронный ресурс] — URL: <http://robohub.org/6-predictions-9-stocks-a-revolution-an-apocalypse-and-killer-robots-oh-my/>
14. A Helping Hand for Europe: The Competitive Outlook for the EU Robotics Industry: [электронный ресурс]. — URL: http://www.eurosfaire.prd.fr/7pc/doc/1290673085_eu_robotics_industry_jrc61539.pdf
15. A Roadmap for U.S. Robotics: [электронный ресурс]. — URL: <https://robotics-vo.us/sites/default/files/2013%20Robotics%20Roadmap-rs.pdf>
16. A Study of Personal Service Robot Future Marketing Trend With The Foresight of Technological Innovation : [электронный ресурс]— URL: <http://www.foresightfordevelopment.org/sobipro/55/77-a-study-of-personal-service-robot-future-marketing-trend>
17. A Study of Personal Service Robot Future Marketing Trend. With The Foresight of Technological Innovation: [электронный ресурс] — URL:
18. A3 Business Forum: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://a3.a3automate.org/a3/BusinessForum>
19. AAAI-16 Conf on Artificial Intelligence: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.aaai.org/Conferences/AAAI/aaai16.php>

20. ABB: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.abb.com>.
21. ABU Asia-Pacific Robot Contest 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.aburobocon2016.com/>
22. Adept Technology Inc.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.adept.com>
23. Aeroxo Ltd (ООО Аэроксо) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.aeroxo.com>
24. Agricultural Robot Shipments to Reach Nearly 1 Million Units Annually by 2024 [электронный ресурс]. — URL: <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/agricultural-robot-shipments-to-reach-nearly-1-million-units-annually-by-2024/>
25. AI and Robotics at an Inflection Point: [электронный ресурс] — URL: <http://www.slideshare.net/steveomohundro/parc-talk-ai-and-robotics-at-an-inflection-point>
26. Aldebaran: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://www.aldebaran.com/en>
27. Allen Institute for Artificial Intelligence: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://allenai.org>
28. Alpha-Intech: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://alphajet.ru/>
29. An Overview of the DARPA Autonomous Robotic Manipulation (ARM) Program. D. D. Hackett, A. Watson, J. Pippine, Ch. Sullivan, 2013. JRSJ, Vol. 31, No. 4, 2013
30. An Overview of the DARPA Autonomous Robotic Manipulation (ARM) Program: [электронный ресурс] — URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrsj/31/4/31_31_326/_article
31. ARM-Robotechs: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.arm-robotics.ru/>
32. ASIAN ROBOTICS WEEK 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robots-expo.com>
33. Association for Advancing Automation White Paper Links Increasing Robotics Shipments to U.S. Job Growth Shifting Trends Drive Manufacturing Sector Job Growth: [электронный ресурс] — URL: <https://svrobo.org/a3-releases-report-on-robots-fueling-productivity/>
34. Australasian Conf on Robotics & Automation: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.araa.asn.au/conferences/>
35. Australian Robotics Review [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://australianroboticsreview.com>
36. Automate: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.automateshow.com>
37. AUTOMATICA: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.automatica-munich.com>
38. Autonomous Robotic Manipulation: [электронный ресурс] — URL: <http://www.nrec.ri.cmu.edu/projects/arms/>
39. Autopro Automation Consulting: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.autopro.ca>
40. AUVSI's Unmanned Systems Defense, Challenges for Military Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.thedefenseshow.org/home>
41. Aviatech (Eurotechprom Group) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://aviateh.com/>
42. Bank of America Merrill Lynch Global Investment Strategy, IFR, 2013
43. Bank of America Merrill Lynch, Robot Revolution – Global Robot & AI Primer: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: http://www.bofam.com/content/boaml/en_us/home.html
44. Basler: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.baslerweb.com/ru>
45. Belfingroup: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://belfingroup.com/>

46. Beyond Factory Robots: Market Forecast And Growth Trends For Consumer And Office Robots. Marcelo Ballve. 2014: [электронный ресурс] — URL:<http://www.businessinsider.com/market-forecast-and-growth-trends-for-consumer-and-office-robots-2014-5>
47. Beyond Factory Robots: Market Forecast And Growth Trends For Consumer And Office Robots: [электронный ресурс] — URL: <http://www.businessinsider.com/market-forecast-and-growth-trends-for-consumer-and-office-robots-2014-5>
48. Biomimetics Robotics Lab MIT: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://biomimetics.mit.edu>
49. Biorobots: Dissected: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.swissnexsanfrancisco.org/event/biobotsdissected/>
50. Boston Consulting Group: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.bcg.com>
51. Boston Dynamic: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.bostondynamics.com>
52. CES 2015: Strategy for Making Lots of Money in Robotics: [электронный ресурс] — URL:http://www.roboticsbusinessreview.com/article/ces_2015_strategy_for_making_lots_of_money_in_robotics/P2
53. China.org.cn: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://china.org.cn>
54. CIRE 2016 Tianjin, international Industrial Robots Exhibition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://expo-asia.ru/exhibitions/cire2016tj>
55. Cognitive Technologies: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.cognitive.ru>
56. Comau: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.comau.com/rus/Pages/homepage.aspx>
57. ConMed: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.conmed.com>
58. Consumer and Personal Robotics: [электронный ресурс] — URL: <https://www.abiresearch.com/market-research/product/1014856-consumer-and-personal-robotics/>
59. Consumer Robotics Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2014 – 2020: [электронный ресурс]— URL:<http://www.transparencymarketresearch.com/consumer-robotics-market.html>
60. Consumer Robotics Market Segment Forecasts up to 2020, Research Reports-TransparencyMarketResearch: [электронный ресурс] — URL: <https://lockerdome.com/harrywalter/8100655474671892>
61. CopterZone (Авиамодельное агентство «CopterZone») : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.copterzone.ru>
62. Credit Suisse Picks 7 Automation/Robotics Stocks: [электронный ресурс] — URL: <http://www.everything-robotic.com/2012/08/credit-suisse-picks-7.html>
63. DARPA Grand Challenge: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.darpa.mil/>
64. DARPA Robotics Challenge Gears Up For Finale: [электронный ресурс] — URL: <http://www.informationweek.com/government/mobile-and-wireless/darpa-robotics-challenge-gears-up-for-finale/d/d-id/1319594>
65. DARPA Robotics Challenge: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.theroboticschallenge.org>
66. DARPA Seeking to Revolutionize Robotic Manipulation: [электронный ресурс] — URL: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-software/darpa-arm-program>
67. DARPA: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.darpa.mil>
68. Department of Defense. President's Budget Submission. DARPA (2005-2016) : [электронный ресурс] — URL:

- http://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2016/FY2016_Budget_Request_Overview_Book.pdf
69. Development of a Fully Fledged Robotics Industry through Convergence with Other Industries costs : [электронный ресурс] / — URL:http://www.motie.go.kr/language/eng/news/news_view.jsp?seq=1270&srchType=1&srchWord=&tableNm=E_01_01&pageNo=2&ctx
 70. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy: [электронный ресурс] — URL:http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies
 71. DJI: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.dji.com>
 72. DJI: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.dji.com>
 73. Dronk.Ru: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.edu-craft.ru>
 74. Ebook: Personal Financial Management / BBVA Innovation Center: [электронный ресурс] — URL: <http://www.slideshare.net/cibbva/ebook-robots-english>
 75. ECA Group: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.ecagroup.com>
 76. ELROB 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.elrob.org/elrob-2016>
 77. ELROB – The European Land Robot Trial: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.elrob.org/elrob-2016>
 78. EMO Hannover: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.emo-hannover.de>
 79. EMO MILANO 2015: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.emo-milano.com/en/home/>
 80. Enablers and Barriers for Introduction of Robotics as an AMT in the Indian Industries (Case of SME's). B. Mannan, S. Khurana. National Conference on Communication Technologies & its impact on Next Generation Computing CTNGC 2012 Proceedings published by International Journal of Computer Applications® (IJCA)
 81. Enablers and Barriers for Introduction of Robotics as an AMT in the Indian Industries : [электронный ресурс] — URL: <http://research.ijcaonline.org/ctngc/number2/ctngc1017.pdf>
 82. Epson Robots: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robots.epson.com>
 83. Eurathlon: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.elrob.org/eurathlon>
 84. EUROBOT RUSSIA: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://eurobot-russia.org/main/popup-16>
 85. Eurobot: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.eurobot.org/index.php>
 86. EUROBOTS: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.eurobots.ru/>
 87. FAA Unveils Drone Rules: Autonomy Is In, Drone Delivery Is Out: [электронный ресурс] — URL: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/aerial-robots/faa-proposed-commercial-drone-rules>
 88. FAM-Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://fam-robotics.ru>
 89. Fanuc Corporation: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.fanuc.co.jp/eindex.htm>
 90. Field and space robotics laboratory MIT: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robots.mit.edu>
 91. FIRA RoboWorld Cup: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.fira.net/>

92. FIRST Robotocs Competition : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.firstinspires.org/>
93. Five Technology Trends to Watch, 2016. Consumer Technology Association. CE.org/i3: [электронный ресурс] — URL: http://content.ce.org/PDF/2K15_5Tech_web.pdf
94. Flying Donkey Challenge: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.flyingdonkey.org/>
95. Forecast: Advanced Industrial Robots to Power New Wave of Productivity: [электронный ресурс] — URL: http://www.roboticsbusinessreview.com/article/forecast_advanced_industrial_robots_to_power_new_wave_of_productivity
96. Four Fundamentals of Workplace Automation in the McKinsey Quarterly: [электронный ресурс] — URL: <http://www.foresightfordevelopment.org/sobipro/55/77-a-study-of-personal-service-robot-future-marketing-trend>
97. France Robots Initiative: [электронный ресурс]. — URL:http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/secteurs-professionnels/industrie/robotique/france-robots-initiatives.pdf
98. France Robots Initiative: un plan de soutien a la filiere robotique : [электронный ресурс] — URL: <http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20130320.OBS2467/france-robots-initiative-un-plan-de-soutien-a-la-filiere-robotique.html>
99. France Robots Initiative: un plan de soutien a la filiere robotique : [электронный ресурс] — URL: <http://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/20130320.OBS2467/france-robots-initiative-un-plan-de-soutien-a-la-filiere-robotique.html>
100. Future Strategy for Robots 2013–2022: [электронный ресурс] / Ministry of Knowledge Economy. — 2012. Oct. — URL: <http://mke.go.kr/>.
101. GeckoSystems: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.geckosystems.com>
102. GEEK PICNIC 2015: «Человек-Машина» : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://geek-picnic.me/geek-picnic-2015-msk>
103. General Dynamics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.generaldynamics.com>
104. Geo-NDT: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.geo-ndt.ru/>
105. Global and Chinese Automotive Industrial Robotics Industry Report: [электронный ресурс] /
106. Global Industrial Robotics Market Forecast and Opportunities, 2020: [электронный ресурс] — URL: <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-industrial-robotics-market-forecast-and-opportunities-2020-300066546.html>
107. Global Industry Insight: Consumer Robotics Market Development and Demand Forecast to 2020: [электронный ресурс] — URL: <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/consumer-robotics-market>
108. Global Robot Expo: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.globalrobotexpo.com/en/general-information/>
109. Global Robotics Industry to Surpass \$151 Billion by 2020, According to Tractica: [электронный ресурс] — URL: <http://www.businesswire.com/news/home/20151119005214/en/Global-Robotics-Industry-Surpass-151-Billion-2020>
110. Global Robotics Technology Market- Size, Industry Analysis, Trends, Opportunities, Growth and Forecast, 2013-2020: [электронный ресурс] — URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/robotics-technology-market>
111. Google's Self-Driving Cars Could Soon Talk To Motorists And Pedestrians: [электронный ресурс] —

- URL:<http://www.techtimes.com/articles/111570/20151129/googles-self-driving-cars-could-soon-talk-to-motorists-and-pedestrians.htm>
112. Great robotics: Fund Raising Robot from UK: [электронный ресурс] — URL: http://robotland.blogspot.ru/2011_04_01_archive.html
113. Half of Japan's jobs could soon be filled by robots (and that's good news): [электронный ресурс] — URL: <http://www.zdnet.com/article/half-of-japans-jobs-could-soon-be-filled-by-robots-and-thats-good-news/>
114. HANNOVER MESSE 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.hannovermesse.de/en/exhibition/facts-figures/>
115. Healthcare Robotics 2015-2020: Trends, Opportunities & Challenges. RBR: [электронный ресурс] — URL: http://www.roboticsbusinessreview.com/research/report/healthcare_robotics_2015_2020_trends_opportunities_challenges
116. Healthcare Robotics: Existing Solutions, Key Market Trends and Business Opportunities: [электронный ресурс] — URL: <http://www.robotbusiness.com/conference/session/21791>
117. Honda: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.honda.com>
118. Household Robotics Entering the Consumer Market Mainstream: [электронный ресурс] — URL: <http://blog.euromonitor.com/2014/05/household-robotics-entering-the-consumer-market-mainstream.html>
119. How robotics can improve legacy sourcing agreements: Go beneath the surface of your contract: [электронный ресурс] — URL: <https://www.kpmg.com/PH/en/services/Advisory/managementconsulting/Documents/Thought%20Leadership%20materials/How%20Robotics%20Can%20Improve%20Legacy%20Sourcing%20Agreements%20-%20Go%20Beneath%20the%20Surface%20of%20Your%20Contract.pdf>
120. ICSR 2016: 18th International Conference on Social Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://www.waset.org/conference/2016/10/new-york/ICSR>
121. iDealMachine: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.idealmachine.ru/>
122. IEEE Micromouse 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://ieee.ucsd.edu/projects/camm/about/>
123. IEEE Spectrum: [электронный ресурс] / [информационный сайт]. — URL: <http://spectrum.ieee.org>
124. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2016) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.iros2016.org>
125. IFR Statistical Department: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.worldrobotics.org>
126. In need of Disruptive Future. McKinsey Global Institute. 2013: [электронный ресурс] — URL: <http://>
127. Industrial Robot & Assembly & Handling Exhibition 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://expo-asia.ru/exhibitions/rate2016sh>
128. Industrial Robotics in the Automotive Industry: [электронный ресурс] — URL: <http://www.bastiansolutions.com/blog/index.php/2015/09/17/industrial-robotics-automotive-industry/#.Vmfm80NKLSt8>
129. Industrial Robots by the Numbers: [электронный ресурс] — URL: <http://www.bastiansolutions.com/blog/index.php/2014/12/08/industrial-robots-infographic/#.Vmfm69dKLSt8>
130. Innorobo, a human robotics event: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://innorobo.com/en/home/>
131. Inside 3D Printing and additive manufacturing: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://inside3dprinting.com/paris/2016/>

132. Intelligent Ground Vehicle Competition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.igvc.org/>
133. Interactive Robotics Group MIT: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://interactive.mit.edu>
134. International Aerial Robotics Competition : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.aerialroboticscompetition.org/>
135. International Conference on Robotics and Automation (ICRA) 2015: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://icra2015.org>
136. International Conference on Robotics and Automation (ICRA) 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.icra2016.org>
137. International Expert Days Service Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.expertdays.schunk.com>
138. International Federation of Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.ifr.org>
139. International Journal of Advanced Robotic Systems: [электронный ресурс] — URL: http://www.intechopen.com/journals/author/international_journal_of_advanced_robotic_systems/news
140. International METU Robotics Days: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://odturobotgunleri.org.tr/en>
141. International Micro Air Vehicles Conference and Flight Competition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.imavs.org/2016/index.html>
142. International RoboSub Competition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.roboboat.org>
143. International Robot Olympiad: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.iroc.org/>
144. Intuitive Surgical: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.intuitivesurgical.com>
145. iREX Intl Robot Exhibition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://biz.nikkan.co.jp/eve/irex/english/index.php>
146. iRobot Corporation: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.irobot.com>
147. Is a Cambrian Explosion Coming for Robotics?: [электронный ресурс] — URL: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/is-a-cambrian-explosion-coming-for-robotics>
148. IT Robotic Automation Market (RPA Tools and RPA Services) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2014 – 2020 : [электронный ресурс] — URL: <http://www.transparencymarketresearch.com/it-robotic-automation-market.html>
149. ITU Robot Olympics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.ituro.itu.edu.tr/eng.aspx>
150. Japan stakes its future on a robot revolution: [электронный ресурс] — URL: <http://www.smh.com.au/digital-life/digital-life-news/japan-stakes-its-future-on-a-robot-revolution-20150913-gjlqkg.html>
151. Japan's Robot Strategy [электронный ресурс]. — URL: http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf
152. Jasmine swarm robot platform: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.swarmrobot.org>
153. Jibo: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://www.jibo.com>
154. Kawasaki Heavy Industries: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://global.kawasaki.com/en/index.html>
155. Key Trends in Robotics Development: [электронный ресурс] — URL: <http://www.designworldonline.com/key-trends-robotics-development/>

156. KMG PhotoBot: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://kmglab.ru/>
157. Kongsberg Maritime: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.km.kongsberg.com>
158. Kraken Acquires Marine Robotics Technology: [электронный ресурс] — URL: <http://www.marketwired.com/press-release/kraken-acquires-marine-robotics-technology-tsx-venture-png-2074324.htm>
159. Kraken Sonar Inc.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.krakensonar.com/en/>
160. Kuka: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.kuka-robotics.com/en/>
161. Kurion Inc.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://kurion.com>
162. Larsen & Toubro: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.larsentoubro.com>
163. Leidos Engineering LLC: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: Leidos Engineering LLC
164. London Futures Agiletown: the relentless march of technology and London's response. Deloitte: [электронный ресурс]— URL:<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/uk-futures/london-futures-agiletown.pdf>
165. London Ventures handbook. Ernst&Young - [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-london-ventures-handbook/\\$FILE/EY-London-Ventures-handbook.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-london-ventures-handbook/$FILE/EY-London-Ventures-handbook.pdf)
166. M+W Automation: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.mwgroup.net>
167. MakeItLab: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.makeitlab.ru>
168. Mangan Inc.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://manganinc.com>
169. Marine Advanced Technology Education Center Competition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:
170. MARITIME ROBOTX: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.robotx.org/>
171. Market Research Reports, Inc.: [электронный ресурс] — URL: www.marketresearchreports.com.
172. MarketsandMarkets: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.marketsandmarkets.com>
173. Massachusetts Institute of Technology: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://web.mit.edu>
174. Megatrends 2015 Making sense of a world in motion: [электронный ресурс]— URL: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-megatrends-report-2015/\\$FILE/ey-megatrends-report-2015.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-megatrends-report-2015/$FILE/ey-megatrends-report-2015.pdf)
175. MICNON-2015: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://micnon2015.org>
176. Micro-robotics and design challenge: [электронный ресурс] — URL: <http://hamlyn.doc.ic.ac.uk/hsmr/micro-robotics-and-design-challenge>
177. Military Robotics - Emerging Trends and Future Outlook: [электронный ресурс] — URL: <http://www.prnewswire.com/news-releases/military-robotics---emerging-trends-and-future-outlook-300133807.html> . ;
178. Military Robotics - Emerging Trends and Future Outlook/Market Research Reports, Inc.: [электронный ресурс] — URL:<http://www.slideshare.net/MarketResearchReports/military-robotics-emerging-trends-and-future-outlook>

179. Ministry of Trade and Industry Singapore: [электронный ресурс] — URL: <http://www.mti.gov.sg/>
180. Moverick Technologies: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.mavtechglobal.com>
181. Myria Research: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.myriaresearch.com>
182. Nachi Fujikoshi Corporation: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.nachi-fujikoshi.co.jp/eng/>
183. NASA's Robotic Mining Competition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.nasa.gov/offices/education/centers/kennedy/technology/nasarmc.html>
184. National Robotics Initiative: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=503641
185. National Robotics Week 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.nationalroboticsweek.org>
186. Northrop Grumman Corporation: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.northropgrumman.com/Pages/default.aspx>
187. Open Letter on Autonomous Weapon: [электронный ресурс] — URL: <http://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons/>
188. Optimation Technology Inc.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://optimation.us>
189. Oriense: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.oriense.com>
190. Oxford Technologies Ltd.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.oxfordtechnologies.co.uk>
191. Parrot: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.parrot.com/ru/products/>
192. Partnership for robotics in Europe.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://sparc-robotics.eu>
193. Personal Robots Group MIT: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robotic.media.mit.edu>
194. Plackart ZAO: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.plackart.com>
195. Positive Impact of Industrial Robots on Employment. Metra Martech: [электронный ресурс] — URL: http://www.ifr.org/uploads/media/Metra_Martech_Study_on_robots_02.pdf
196. PR Newswire. — URL: <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-and-chinese-automotive-industrial-robotics-industry-report-249970221.html>
197. Prime Controls L.P.: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.prime-controls.com>
198. Project factsheets - Robotics: [электронный ресурс] — URL: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/node/72886>
199. Prox Dynamics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.proxdynamics.com/home>
200. PwC: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.pwc.com>
201. R2D2Samara: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://r2d2samara.ru>
202. Rbot: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.rbot.ru/>
203. RedViking: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://www.redviking.com>
204. Rethink Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.rethinkrobotics.com/baxter/>

205. Rising Robots: Is it Obvious Robots Cost Human Jobs? Looking for Someone to Blame?: [электронный ресурс] — URL: <http://globaleconomicanalysis.blogspot.ru/2014/08/rising-robots-is-it-obvious-robots-cost.html>
206. Roadmap for US Robotics From Internet to Robotics, 2009: [электронный ресурс]. — URL: <https://robotics-vo.us/sites/default/files/2013%20Robotics%20Roadmap-rs.pdf>.
207. RoboBusiness Europe 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robobusiness.eu/rb/>
208. RoboCup 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robocup2016.org/en/>
209. RoboGames: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robogames.net/index.php>
210. Robohub [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robohub.org>
211. Robomow: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robomow.com>
212. Roborace: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://roborace.com/>
213. RoboRAVE International: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://roboquerque.org/>
214. Robot Applications: [электронный ресурс] — URL: http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/robot_applications/book.html
215. Robot Control Technologies: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robotct.ru>
216. Robot Racing Competition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://robotracing.wordpress.com/>
217. Robot Renaissance Could Boost U.S. Electronics Manufacturing: [электронный ресурс] — URL: <http://electronics360.globalspec.com/article/3102/robot-renaissance-could-boost-u-s-electronics-manufacturing>
218. Robot Research Initiative: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: http://rri.re.kr/activities/activities_01.html.
219. Robot Revolution Realization Council : [электронный ресурс] — URL: http://japan.kantei.go.jp/96_abe/actions/201409/11article4.html
220. RobotChallenge: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robotchallenge.org/>
221. RobotEnomics: [электронный ресурс] / [информационный сайт]. — URL: <http://robotenomics.com/tag/boston-dynamics/>
222. Robotic ADaptation to Humans Adapting to Robots: [электронный ресурс]. — URL: http://cordis.europa.eu/project/rcn/95581_en.html.
223. Robotic Industries Association: [электронный ресурс]. — URL: <http://www.robotics.org>.
224. Robotic Innovations. The Automation of Enterprise Services. KPMG Executive Symposium – 2015
225. Robotics 2020. Strategic Research Agenda for Robotics in Europe: [электронный ресурс]. — URL: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/robotics-ppp-roadmap_en.pdf.
226. Robotics Alley Conf & Expo: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.roboticsalley.org>
227. Robotics and Autonomous System United Kingdom: [электронный ресурс]. — URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/414382/BIS-15-215-Greg-Clark-to-Professors-Buckingham-and-Lane-RAS-Strategy.pdf
228. Robotics and the “New” Supply Chain: 2015-2020 [электронный ресурс] — URL: <http://adverbum.hautetfort.com/media/01/00/172552389.pdf>
229. Robotics Expo – III Международная выставка робототехники и передовых технологий

230. Robotics fundings and acquisitions: October/November, 2015: [электронный ресурс] — URL: <http://robohub.org/robotics-fundings-and-acquisitions-octobernovember/>
231. Robotics Institute: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robot.buaa.edu.cn/project/dept7-5-kongjianjiqiren.htm>.
232. Robotics market research reports [электронный ресурс]. — URL: <http://australianroboticsreview.com/2015/07/23/robotics-market-research-reports/>
233. Robotics Technology Trends: [электронный ресурс] — URL: <http://www.automation.com/library/articles-white-papers/articles-by-jim-pinto/robotics-technology-trends>
234. Robotics: [электронный ресурс] — URL: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/science-and-technology/robotics>
235. Robotics: [электронный ресурс] — URL: <https://plus.google.com/communities/113602884906505135733>
236. Robots & Human - Peaceful Co-Existence: [электронный ресурс] — URL: <http://www.hcltech.com/blogs/idea-blogs/robots-human-peaceful-co-existence>
237. Robots and robotic devices ISO 8373:2012(en) — Vocabulary [электронный ресурс]/[официальный сайт]. — URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en:en%C2%A0>
238. Robots Invade Consumer Market for Work and Play: [электронный ресурс] — URL: <http://www.industryweek.com/robotics/robots-invade-consumer-market-work-and-play>
239. Robots May Shatter the Global Economic Order Within a Decade: [электронный ресурс] — URL: <http://www.telegraph.co.uk/finance/economics/11978542/Robots-may-shatter-the-global-economic-order-within-a-decade.html>
240. Robots Will Change World Beyond Recognition Says BoA; Automation Will Change Jobs More Than Kill Them Says McKinsey: [электронный ресурс] — URL: <http://globeconomicanalysis.blogspot.ru/2015/11/robots-will-change-world-beyond.html>
241. Robotworld[электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robotworld.or.kr/eng/?ckattempt=1>
242. Robouniverse, Robots, Drones, and The Internet of Everything: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robouniverse.com/new-york/2016/>
243. RoboUniverse: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robouniverse.com>
244. Roombots/BIOROBOTICS LABORATORY BIOROB: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://biorob.epfl.ch/roombots>
245. RTEX, Robotic Technology Exhibition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.rt-exhibition.com>
246. Robotday: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://forum.robotday.ru>, <http://robotday.ru>.
247. Seaswarm: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://senseable.mit.edu/seaswarm/>
248. Second Horizon 2020 Call. Robotics – ICT24. Juha Heikkilä. 2014
249. Second Quarter Transactions Report 2015: [электронный ресурс] — URL: http://www.roboticsbusinessreview.com/research/report/second_quarter_transactions_report_2015/research_report
250. Semiconductor Technology Advanced Research Network (STARnet)/DARPA: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.darpa.mil/program/starnet>
251. Service Robotics Market Analysis By Application (Professional, Personal) And Segment Forecasts To 2020. Published: November 2014 | ISBN Code: 978-1-68038-040-8 : [электронный ресурс] — URL: <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/service-robotics-industry/segmentation>

252. Service Robotics Market by Type (Ground, Aerial, Underwater), by Component (Software, Hardware), by Application (Professional, Personal) and by Geography (North America, Europe, Asia-Pacific, and RoW) – Analysis & Forecast to 2020: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.marketsandmarkets.com>
253. Service robots get multiple positive forecasts: [электронный ресурс]. — URL: <http://robohub.org/service-robots-get-multiple-positive-forecasts/>
254. Seventh International Conference on Social Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.icsoro.org/icsr2015/>
255. Shell Ocean Discovery XPRIZE: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://oceandiscovery.xprize.org/>
256. Six Recent Trends in Robotics and Their Implications: [электронный ресурс] — URL: <http://spectrum.ieee.org/autoton/robotics/home-robots/six-recent-trends-in-robotics-and-their-implications>.
257. Skolkovo Robotics Center [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://sk.ru/foundation/itc/robotics/>
258. Smart Robots Market by Component (Software, Hardware), Application (Collaborative Industrial Robots, Personal Service Robots, Professional Service Robots), by Geography (North America, Europe, APAC, RoW) - Analysis & Forecast to 2020 : [электронный ресурс] — URL: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-robots-market-48470534.html>
259. Smith. A. AI, Robotics, and the Future of Jobs. / A.Smith, J.Anderson: [электронный ресурс] — URL: <http://www.pewinternet.org/2014/08/06/future-of-jobs/>
260. Solver: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.solver.ru/>
261. Space Robotics. Brian Wilcox, Robert Ambrose, Vijay Kumar: [электронный ресурс] — URL: <http://www.wtec.org/robotics/report/03-Space.pdf>.
262. Special report on robotics in PricewaterhouseCoopers Manufacturing Barometer™ | PWC: [электронный ресурс] — URL: <http://robohub.org/special-report-on-robotics-in-pricewaterhousecoopers-manufacturing-barometer-pwc/> 2015
263. Sphero: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.sphero.com>
264. Startup Village 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://startupvillage.ru/ru/>
265. Strategic Research Agenda For Robotics in Europe 2014-2020 / SPARC: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: http://www.eurobotics.net/cms/upload/PPP/SRA2020_SPARC.pdf
266. Stäubli: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.staubli.com/ru/>
267. SurgiQuest: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.surgiquest.com>
268. Swarm robotics: A review from the swarm engineering perspective. IRIDIA: Technical Report Series, Technical Report No. TR/IRIDIA/2012-014, Last revision: December 2012
269. System Integrator Giants of 2014 / Control Engineering [электронный ресурс]— URL: <http://www.controleng.com/single-article/system-integrator-giants-of-2014/3059706eefd62defd6b6838e77992ad7.html>
270. TAIROS 2016 – Robot Show: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://expo-asia.ru/exhibitions/tairos2016tw>
271. TEBOWA NUR: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.tebowa-nur.com/>
272. Technology forecast 2014: Robots priced for the masses: [электронный ресурс] — URL: <http://machinedesign.com/robotics/technology-forecast-2014-robots-priced-masses>
273. Technology Foresight on Cognition and Robotics / The European Foresight Monitoring Network : [электронный ресурс] — URL: http://www.foresight-platform.eu/wp-content/uploads/2011/02/EFMN-Brief-No.-125_-Robot_and_Cognition.pdf

274. Technology Foresight – on Cognition and Robotics / The Danish Ministry of Science, Technology and Innovation: [электронный ресурс]— URL: <http://ufm.dk/en/publications/2006/technology-foresight-2013-on-cognition-and-robotics>
275. Technomatix: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.technomatix.ru/>
276. The Changing Landscape of Disruptive Technologies. Global technology Innovation Insights – Fall 2014 : [электронный ресурс]— URL: <https://www.kpmg.com/FR/fr/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Global-Technology-Innovation-Insights-2014.pdf>
277. The Chief Robotics Officer. Myria Research Scenario: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — http://www.myriaresearch.com/wp-content/uploads/2014/04/Myria-Scenario_The-Chief-Robotics-Officer_Jan15_2015.pdf
278. The dronetech conference: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://dronetech.events>
279. The international dimension of research and innovation cooperation addressing the grand challenges in the global context: [электронный ресурс]— URL: https://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/expert-groups/eriab_final_policy_brief_international_R&I_cooperation.pdf
280. The Kilobot Project / Self-organizing Systems Research Group Harvard University: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.eecs.harvard.edu/ssr/>
281. The Massachusetts Robotics Cluster: [электронный ресурс]. — URL: <http://www.isc.hbs.edu/resources/courses/moc-course-at-harvard/Documents/pdf/student-projects/Final%20Report%20The%20Massachusetts%20Robotics%20Cluster.pdf>.
282. The Massachusetts robotics revolution: inspiring innovation, driving growth and competitiveness in leading industries: [электронный ресурс]. — URL: http://c.ymcdn.com/sites/www.masstlc.org/resource/resmgr/annual_reports/masstlc_robotics_final_web.pdf.
283. The new hire: How a new generation of robots is transforming manufacturing: [электронный ресурс]— URL: <https://www.pwc.com/us/en/industrial-products/assets/industrial-robot-trends-in-manufacturing-report.pdf>
284. The Robot Report: [электронный ресурс]. — URL: <http://www.therobotreport.com>
285. The robots are coming. Deloitte Insight report: [электронный ресурс]— URL: <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/finance/deloitte-uk-finance-robots-are-coming.pdf>
286. The robots are coming: Are CEOs ready for the era of automation?/ PwC: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.pwc.com/gx/en/ceo-agenda/pulse/robotics.html>
287. The Trinity College International Robot Contest: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.trinityrobotcontest.org/>
288. This New Trend Makes Robotics an Industry to Watch: [электронный ресурс] — URL: <http://www.investopedia.com/articles/investing/101015/new-trend-makes-robotics-industry-watch.asp>
289. Tian W. Robots help counter soaring labor costs : [электронный ресурс] — URL:http://www.chinadaily.com.cn/china/2013-11/14/content_17103496.htm
290. Top 10 industrial robotic companies in the world / China.org.cn [электронный ресурс]. — URL: http://www.chinadaily.com.cn/business/2015-11/19/content_22483256.htm
291. Top Six Trends in Industrial Robotics: [электронный ресурс] — URL: <http://www.roboticstomorrow.com/article/2014/09/top-six-trends-in-industrial-robotics/4726/>
292. Tractica: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://www.tractica.com>

293. Trends in Consumer Robot Purchasing: [электронный ресурс] — URL: http://www.roboticsbusinessreview.com/downloads/doc/trends_in_consumer_robot_purchasing/
294. Trends in Robotics. Market Assessment. Packaging Intelligence Brief. The Association for Packaging and Processing Technologies: [электронный ресурс] — URL: <http://www.pmmi.org/files/Research/2014RoboticsPIB.pdf>. April, 2014
295. Universal Robots: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.universal-robots.com/ru/>
296. Vektor Grupp OOO: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://vektor-grupp.ru/about/>
297. Verb Surgical: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.verbsurgical.com>
298. Verily Life Sciences LLC: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://verily/about>
299. VEX Robotics Competition: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.vexrobotics.com/vexedr/competition/>
300. W.E.A.S. Robotics: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://weas-robotics.ru/projects/>
301. WE Robot 2015: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.werobot2015.org>
302. WE Robot 2016: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robots.law.miami.edu/2016/>
303. Web of Science: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://wokinfo.com>
304. White House Scientists to Meet Robotics Experts to Fight Ebola: [электронный ресурс] — URL: <http://thespeaker.co/health/white-house-scientists-meet-robotics-experts-fight-ebola/>
305. Wicron (ООО Викрон) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://wicron.com>
306. Wonder Workshop: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://www.makewonder.com>
307. Wood Group Mustang: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.mustangeng.com/Pages/default.aspx>
308. World Robofest Championship: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robofest.net/>
309. World Robot Conference 2015 (WRC 2015) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robot-ex.ru/ru>
310. World Robot Olympiad: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.wroboto.org/>
311. Yaskawa Electric Corporation: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <https://www.yaskawa.com/ruscprd/home>
312. ZALA AERO GROUP: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://zala.aero/>
313. Авитон <http://aviton.spb.ru>
314. Азимут-К: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://redeyes.jcod.ru>
315. Алекс Роботикс: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://alexrobotics.ru>
316. АльфаРобот: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.alfarobot.ru/>
317. Анализ современных тенденций в области робототехники и разработка предложений по перспективным проектным направлениям /Фонд «Центр

- стратегических разработок «Северо-Запад»: [электронный ресурс]— URL: http://www.csr-nw.ru/projects/2014/robotics_technology/
318. Антида: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.atdia.ru/>
319. Аэроб: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.aerob.ru/>
320. Башкирская машиноиспытательная станция, ОАО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://bashmis.ru/>
321. БИТ Роботикс, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.bitrobotics.com>
322. Вебер Комеханикс: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://weber.ru/>
323. ВижнЛабс, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.visionlabs.ru/>
324. ВИСТ Групп, ОАО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.vistgroup.ru/>
325. ВНИИТрансмаш: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.vniitransmash.ru/>
326. Волжский машиностроительный завод, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://vmztl.ru/>
327. Волжского машиностроительного завода больше нет: [электронный ресурс] - URL:<http://www.detali-avto.info/stati/1894/volzhskego-mashinostroitelno-go-zavoda-bolshe-net/>
328. Высшие учебные заведения России, где осуществляет подготовка по образовательной программе 15.03.06 [электронный ресурс]. — URL: http://moeobrazovanie.ru/search?section=vuz&result®ion_id=777&kod_okso=15.03.06
329. Вятский государственный университет, факультет автоматики и вычислительной техники: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.vyatsu.ru/>
330. Газпроект-диагностика: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.gazproekt.spb.ru/>
331. Глава Башкирии: Первый в РФ завод по производству промышленных роботов начнет их выпуск в 2016 году [электронный ресурс]. — URL: <http://planet-today.ru/novosti/ekonomika/promyshlennost/item/28290-glava-bashkirii-pervyj-v-rf-zavod-po-proizvodstvu-promyshlennykh-robotov-nachnet-ikh-vypusk-v-2016-godu>
332. ГОСТ Р ИСО 8373-2014 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://protect.gost.ru/v.aspx?control=7&id=195397>
333. ДельтаСвар: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.deltasvar.ru/>
334. Диаконт: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.diakont.ru/>
335. ДС-Роботикс, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://ds-robotics.ru/>
336. ДСТ-УРАЛ, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.TM10.ru>
337. Endurance: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://endurancerobots.com>
338. Икстурион: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://x-turion.com/>
339. Индэл-Партнер, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.gnom-rov.com>
340. Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР»: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://firerobots.ru>
341. Инновационный центр Самоцвет: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://jewel-innovations.ru/>

342. ИННОПРОМ [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.innopro.com>
343. Иннотех Роботик Системс: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://robo-weld.com>
344. Институт компьютерных наук и технологий СПбПУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://icc.spbstu.ru/>
345. Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.imash.ru/>
346. Институт механики МГУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.imec.msu.ru>
347. Институт механики УИЦ РАН: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://ru.uimech.org/>
348. Институт прикладной математики М.В. Келдыша РАН: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://keldysh.ru>
349. Институт проблем машиноведения РАН: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.ipme.ru/indexr.html>
350. Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского (РАН) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.ipmnet.ru/>
351. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.ipu.ru/>
352. ИПС: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://irobs.ru/>
353. Исследовательская программа DARPA на 2015 год: [электронный ресурс] — URL: https://mipt.ru/education/chairs/theor_cybernetics/government/upload/3af/Program_darpa2015_rus.pdf
354. ИФНИТ СПбГТУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://phnt.spbstu.ru/>
355. Казанский (Приволжский) федеральный университет: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://kpfu.ru/>
356. Кафедра компьютерных систем и программных технологий ФТК СПбГПУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://kspt.ftk.spbstu.ru/>
357. Кафедра прикладной механики и управления Мехмата МГУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.damc.ru/>
358. КБ Аврора: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.kb-avvora.ru/>
359. КБ-3: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://voltmen.ru>
360. Квадрат СГ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.bestrobots.ru>
361. КИТТ, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.kitt.su/>
362. Ковровский электромеханический завод, ОАО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.kemz.org/>
363. Компьютерная робототехника, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.robotics-spб.ru/node/6>
364. Концерн радиостроения «Вега» : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.vega.su>
365. Коптер Экспресс, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.copterexpress.ru>
366. Лаборатория будущего, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://cablewalker.com>
367. Лаборатория интеллектуальные системы – Линтех: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.lin-tech.ru/>

368. Лаборатория Наносемантика, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.nanosemantics.ru/>
369. ЛЕ ТАЛО РОБОТИКС, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.le-talo.ru>
370. ЛЕКСИ, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://lexybot.com>
371. Малленом Системс, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.mallenom.ru/>
372. МГТУ «СТАНКИН» : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.stankin.ru/>
373. МГТУ им. Н.Э. Баумана [электронный ресурс]. — URL: <http://www.bmstu.ru/>
374. МГТУ МИРЭА: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<https://www.mirea.ru/>
375. Международный Робофорум 2015: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://mosroboforum.ru>
376. Механико-математический факультет СПбГУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://math.spbu.ru/rus/>
377. Мивар: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.mivar.ru/>
378. МИРП - Интеллектуальные Системы: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.hyperbok.ru>
379. Мовиком, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.movicom.ru/ru/>
380. МОТОРИКА: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://motorica.org/>
381. Навиробот: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://navirobot.ru/>
382. Навко-Тех, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.navko-teh.kiev.ua/>
383. Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.reallab.ru>
384. Научно-исследовательский комплекс «Нанобиотехнологии» (НИК «НаноБио») СПбГТУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.nanobio.spbstu.ru/>
385. Научно-образовательный центр «Ионно-плазменные технологии» <http://plasmacenter.bmstu.ru/>
386. Научно-образовательный центр «Новые материалы композиты и нанотехнологии» МГТУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.emtc.ru/>
387. Научно-образовательный центр «Разумный город» МГТУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://smart-city-center.bmstu.ru/>
388. Научно-образовательный центр «Технопарк информационных технологий»<http://tech-mail.ru/>
389. Научно-образовательный центр «Фотоника и ИК-техника» МГТУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://photonics.bmstu.ru/>
390. Научно-производственный холдинг «Южно-Уральские технические системы» : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.suts.ru/>
391. Научно-производственный центр "Биомедицинские технологии": [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://biotechsk.com/>
392. Научно-Технический Центр «РОКАД» : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://rocad.ru/>
393. Научно-учебный центр «Робототехника» МГТУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://robot.bmstu.ru/>
394. Нейроботикс, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://neurobotics.ru/>

395. НИЛ АП, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.rlda.ru/>
396. НИТИ «Прогресс», ОАО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.niti-progress.ru/>
397. НПО "Сатурн": [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.npo-saturn.ru/>
398. НПО РТК: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.npo-rtc.ru>
399. НУЦ робототехники МГТУ им.Баумана: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.robot.bmstu.ru/>
400. Образовательная робототехника, ООО <http://www.crobotics.ru>
401. Объединенные машиностроительные заводы: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://omz.ru/>
402. ОМИ Роботикс, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://omiplow.ru>
403. ООО "Индустрия-Сервис": [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:www.industry-service.ru
404. Открытые инновации: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://forinnovations.ru/en/>
405. Павлин Технологии, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.pawlin.ru/>
406. ПК ДЕЛЬТА, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.delta-pk.ru/>
407. ПЛАЗ (Проектирование электронных устройств) : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.plazlink.com/about.html>
408. Повестка развития инновационной инфраструктуры в Российской Федерации / Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад»: [электронный ресурс]— URL: http://www.csr.ru/assets/Доклад_ИИ_РФ_ЦСР.pdf
409. Подводная робототехника, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.gnomrov.ru/about/>
410. Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники / ООО «Ларза» по заказу ОАО «РВК» [электронный ресурс]. — URL:https://www.rusventure.ru/ru/programm/analytics/docs/Otchet_robot-FINAL%20291014.pdf
411. Проект ГОСТ Роботы и робототехнические устройства. Классификация: [электронный ресурс]. — URL: http://www.rtc.ru/images/docs/RiRU_Klassifikacija_1_red-do30_11_2015.pdf
412. Промобот, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://promobot.ru>
413. Публичный аналитический доклад по развитию новых производственных технологий / Сколковский институт науки и технологий: [электронный ресурс] — URL:<http://isicad.ru/ru/pdf/ReportSkolkovo2014.pdf>
414. РАЙД ТерраЛинк Исследования: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.ridecad.ru>
415. Робовелд: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://roboweld.com>
416. РОБОВИЗАРД, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.robowizard.ru/>
417. РОБОДЕМ, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://robodem.ru>
418. Рободром: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://robodrom.net/>
419. Робоед: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://roboed.ru/>

420. Робопром, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.robopromnn.ru/in/ru/>
421. РобоСиВи, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://robocv.ru/>
422. РОБОТ, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.robotco.ru/>
423. Робототехника в России. Реалии и перспективы: [электронный ресурс]. — URL: <http://habrahabr.ru/sandbox/79741/>.
424. РОБОТОТЕХНИКА: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://rus-robot.com/>
425. Роботроника: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.robotronicsystems.com/>
426. Роксор: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.roxorindustry.ru/>
427. Российская Ассоциация Искусственного Интеллекта: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://raai.org/>
428. Российская Ассоциация Образовательной Робототехники: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://raor.ru/>
429. Consumer Robotics 2015. RBR: [электронный ресурс] — URL:
430. Садко Мобайл: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://tsuru.su/>
431. Сенсотек, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://sensotek.ru>
432. Сервосила: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.servosila.com/ru/>
433. Сибо Тек: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.syborobotics.com>
434. Символ-Автоматика: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://s-avt.ru/>
435. СМП «Роботикс», ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.smprobotics.ru/>
436. СПбГУ : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://spbu.ru/>
437. СПбПУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.spbstu.ru/>
438. Список ВУЗов России, где учатся студенты по специальности 220402 - Роботы и робототехнические системы 2015 год [электронный ресурс]. — URL: <http://fak.ru/baza/students.php?spec=220402>
439. Справочный материал по направлениям развития отрасли робототехники / ФБУ «Российское Технологическое Агентство»: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://rta.gov.ru>
440. Тарис: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://taris.ru/>
441. Теледроид, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://teledroids.ru/products>
442. Тетис-про: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.tetis-pro.ru>
443. Техпром: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://92.243.103.104:777/F8/IndexRus.shtml>
444. Титан-информационный сервис: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.speereo.com>
445. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.tusur.ru/>
446. Транзас : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.transas.ru>
447. Указ Президента Российской Федерации от 16.12.2015 № 623 "О Национальном центре развития технологий и базовых элементов робототехники": [электронный

- ресурс] / [официальный сайт]. —
URL:<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201512160011?index=0&rangeSize=1>
448. Университет ИТМО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. —
URL:<http://www.ifmo.ru/>
449. Университет Карнеги — Меллона: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. —
URL:http://www.ri.cmu.edu/ri_static_content.html?menu_id=232.
450. ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет» : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.dvfu.ru/>
451. ФГБУ ВНИИПО МЧС России: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. —
URL: <http://www.vniipo.ru>
452. ФГУП «АТЦ ИТУЦР» (ГК «Росатом») : [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.nwatom.ru/>
453. Физический факультет СПбГУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. —
URL:<http://phys.spbu.ru/>
454. Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад»: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://www.csr-nw.ru/about/>
455. Фруктонад групп, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. —
URL:<http://fructonad.ru>
456. Центр компьютерного инжиниринга СПбПУ: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL: <http://fea.ru/article/cae-centre-spbpu>
457. Центр прототипирования и внедрения отечественной робототехники: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://robotrt.com>
458. ЦНИИ РТК: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. — URL:<http://www.rtc.ru/>
459. Эйдос-Медицина: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. —
URL:<http://oooeidos.ru/ru/production.html>
460. ЭкзоАтлет, ООО: [электронный ресурс] / [официальный сайт]. —
URL:<http://www.exoatlet.ru>