

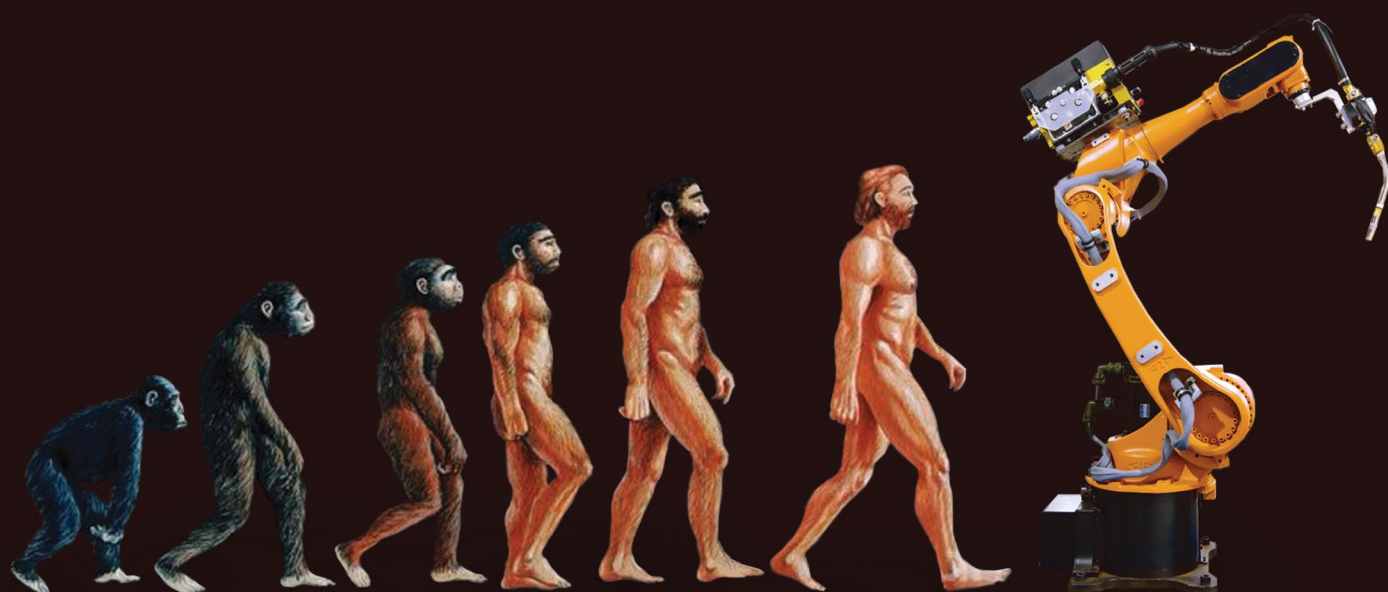


ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТОТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ

#3

11/2021

ДАЙДЖЕСТ ПО РОБОТОТЕХНИКЕ



6 СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА

6 СТЕПЕНЕЙ
СВОБОДЫ



ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТОТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ

INNOPOLIS
UNIVERSITY

6 СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

Дайджест по робототехнике

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ

Промышленная революция 4.0: как искусственный интеллект будет управлять роботизиро- ванным производством	12
Новая экономика	15
Текущий уровень роботизации промышленных предприятий в России и в мире	16
Промышленные роботы, экзоскелеты и дополненная реальность: какие еще технологии применяются на производстве?	26
Трансформация рынка труда в эпоху цифровизации А где бабуля? Я за нее!	62
Безопасность промышленных роботов	74

ИНТЕРВЬЮ

Дмитрий Капишников //	22
Компания KUKA	
Александр Яшкин //	34
Компания FANUC	
Артём Барахтин //	48
Компания Аркодим	
Анатолий Перепелица //	58
Компания Альфа-Интех	
Хисамутдинов Равиль Миргалимович //	70
Компания КАМАЗ	
Алиса Конюховская //	80
Ассоциация НАУРР	
Александр Сергеевич Климчик //	86
Университет Иннополис	

РЫНОК

0 центре робототехники	8
Мировые лидеры в области промышленной робототехники	20
Робот в законе	40
Патентный обзор: промышленная робототехника	52
Мировые ассоциации по промышленной робототехнике	76
Цели, задачи и программа ассоциации «Технет»	84
Календарь выставок 2022	98

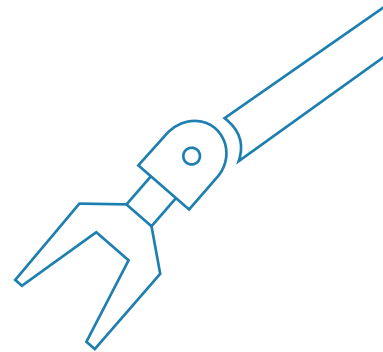
НАУКА

Международная конференция «Nonlinearity, information and robotics»	90
Обзор ведущих мировых конференций по робототехнике в 2021 году	92
Календарь конференций 2022	97



Кирилл Семенихин

Директор Университета Иннополис



Рад приветствовать вас на страницах дайджеста о робототехнике — уникального научно-популярного издания, выпускаемого Университетом Иннополис.

Наша страна только вступает в эпоху активной цифровой трансформации и ей предстоит долгий путь развития в этом направлении. С целью обеспечения конкурентоспособности российской экономики на мировой арене в условиях цифровой экономики создана и развивается национальная технологическая инициатива — НТИ, а одной из сквозных цифровых технологий НТИ, развитие которых приоритетно для цифровизации России, является технология компонентов робототехники и сенсорики.

Дайджест выпускается Центром компетенций НТИ при Университете Иннополис. Центр был создан в мае 2018 года и за это время достиг значительных успехов в решении научно-технических задач в сфере робототехники. В Центре были разработаны новые методы управления беспилотными автомобилями, летательными аппаратами, промышленными сервисными роботами. Разрабатываемые технологии внедряются на предприятиях автомобилестроения, металлургии, газо- и нефтедобычи.

Среди уже реализованных и реализуемых в настоящее время проектов Центра можно отметить систему управления беспилотным грузовым автомобилем, апробированную на продукции автоконцерна КамАЗ, оригинальные конструкции беспилотных летательных аппаратов, системы управления роботами различных типов на базе технологий смешанной и дополненной реальности, разработки в области тросовых роботов, программное обеспечение для управления коллаборативными роботами, средства автоматической генерации программ для промышленных роботов, технологию повышения точности работы промышленных роботов под нагрузкой и ряд других.

Образовательная миссия Центра важна не меньше, чем научная и технологическая. Ежегодно Университет Иннополис выпускает готовых профильных специалистов, которые специализируются на робототехнике и к моменту выпуска имеют не только сильнейшую теоретическую и практическую подготовку, но и богатый опыт работы над конкретными проектами — в ходе обучения студенты активно вовлекаются в текущие проекты Центра и работают над самыми актуальными задачами. Именно благодаря такому всестороннему подходу мы с гордостью можем говорить о достижениях наших выпускников, которые находят работу в крупнейших российских и международных компаниях или остаются в стенах Университета, чтобы продолжить здесь свое профессиональное развитие уже в качестве ученых.

Номер, который вы держите сейчас в руках, посвящен промышленным роботам — устройствам, без которых уже немыслима современная промышленность. Роботы во многом облегчают работу людям, выполняя тяжелые и рутинные задачи. В нашем дайджесте вы можете познакомиться ближе с существующими видами промышленных роботов, а также получить представление о текущей ситуации на рынке.

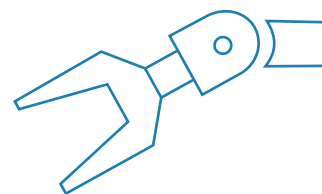
Надеюсь, что этот дайджест поможет вам не только узнать что-то новое для себя, но и откроет для вас новые перспективы для профессионального развития.





Александр Малолетов

Научный руководитель центра
технологии компонентов робототехники
и мехатроники Университета Иннополис



С давних времён люди мечтали о механических помощниках — роботах, как их сегодня называют с лёгкой руки писателя-фантаста Карела Чапека. Как правило, в мечтах роботы были похожи на людей, передвигались на двух ногах и выполняли работы, используя две руки. Реальность внесла свои правки. Оказалось, что для выполнения тяжёлой работы гораздо лучше подходят не двуногие шагающие роботы-андроиды, а совсем не похожие на человека, однорукие и стационарные промышленные роботы-манипуляторы.

Промышленная робототехника начала своё развитие в 1959 году, и вплоть до конца XX века промышленные манипуляторы оставались единственным типом роботов, которые реально использовались на практике. В наши дни активно развиваются другие направления робототехники, в первую очередь, мобильная робототехника — беспилотные автомобили и летательные аппараты. Кстати, этим темам были посвящены два предыдущих выпуска нашего дайджеста.

Промышленная же робототехника в наши дни достигла определённой зрелости и, возможно, развивается не так быстро, как более молодые направления, но она задаёт основной вектор, формирующий большую часть финансовых потоков, ту базу, на которой функционирует вся робототехническая отрасль.

Современное производство невозможно представить без роботов. Но сегодня промышленные манипуляторы — это уже не просто замена рабочим. Новые требования рынка диктуют новые подходы к организации производственных процессов. Например, одним из перспективных современных направлений является матричное производство, реализующее концепцию массовой индивидуализации, в рамках которой роботизированные производственные ячейки будут изготавливать уникальные образцы продукции под заказ с себестоимостью, сравнимой с массовым конвейерным производством.

Ежегодно во всём мире вводится в эксплуатацию около 400 000 новых промышленных манипуляторов. Среднемировой уровень роботизации составляет 126 роботов на 10 000 работников, занятых в промышленном производстве. Россия — одна из немногих технологически развитых стран, в которых уровень роботизации значительно уступает мировым показателям. Задачи, стоящие перед Центром компетенций НТИ по направлению «Технологии компонентов робототехники и мехатроники» на базе Университета Иннополис, включают в себя развитие робототехники в стране за счёт выполнения прорывных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также за счёт подготовки высококвалифицированных кадров, востребованных в роботизированном производстве.

В этом номере дайджеста мы постарались описать картину современной промышленной робототехники, показать перспективные разработки, тенденции и проблемы, которые стоят перед робототехникой. Большое внимание мы уделили интервью с экспертами — представителями компаний-производителей роботов, интеграторов, потребителей, а также общественных организаций и научной среды. Материалы дайджеста будут интересны широкой публике, но мы надеемся, что и профессионалы найдут на наших страницах немало интересного.



ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ



Центр компетенций Национальной технологической инициативы по направлению

« Технологии компонентов робототехники и мехатроники »

Центр компетенций создан на базе Университета Иннополис в 2018 году с целью развития сквозных технологий компонентов робототехники и мехатроники.

Это единая площадка взаимодействия науки и бизнеса для развития технологий и создания новых наукоемких продуктов.

Направления работы

Деятельность Центра направлена на проведение научных исследований, разработку образовательных программ по приоритетным направлениям робототехники и реализацию индустриальных проектов совместно с технологическим консорциумом.

Проведение научных исследований в рамках приоритетных субтехнологий, выделенных в рамках дорожной карты развития сквозной цифровой технологии «Компоненты робототехники и сенсорики» до 2024 года:

- Сенсоры и цифровые компоненты РТК для человеко-машинного взаимодействия
- Технологии сенсорно-моторной координации и пространственного позиционирования
- Сенсоры и обработка сенсорной информации

Разработка образовательных программ по приоритетным направлениям робототехники на базе университета:

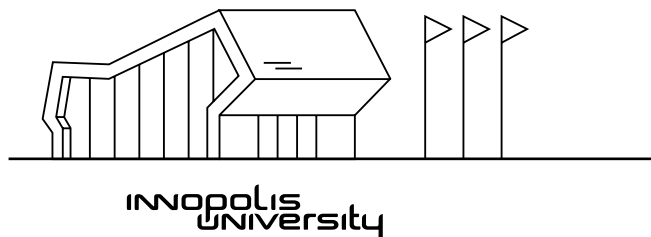
- Бакалавриат
- Магистратура
- Аспирантура
- Довузовская подготовка
- Программы дополнительного образования
- Проектные школы и программы корпоративного обучения

На базе Центра осуществляется разработка технологических решений и создание новых продуктов для реализации индустриальных проектов. Исследования и разработки осуществляются в трёх лабораториях:

- Лаборатория робототехники
- Лаборатория беспилотных технологий
- Лаборатория нейронауки и когнитивных технологий

В 2021 году был создан **Дизайн-центр электроники и микроэлектроники**.

Специалисты центра занимаются разработкой электронных устройств и электронной компонентной базы микроэлектроники. Главной целью создания дизайн-центра стала разработка технологических решений на отечественной компонентной базе для решения индустриальных задач специалистами Университета Иннополис, в том числе в области робототехники.



БОЛЕЕ **100** СОТРУДНИКОВ

БОЛЕЕ **40** ПРОЕКТОВ

БОЛЕЕ **200** ЕДИНИЦ ОБОРУДОВАНИЯ

БОЛЕЕ **250** ПУБЛИКАЦИЙ

БОЛЕЕ **150** ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В лаборатории робототехники разрабатывают решения для задач автоматизации в отраслях:

- Автомобилестроения
- Электроники
- Металлургии
- Пищевого производства
- Нефтехимии
- Фармацевтики

Направления деятельности

- Метрология и калибровка
- Манипуляция и планирование движений коллаборативная робототехника
- Разработка роботизированных ячеек и их компонентов
- Системы управления
- Исполнительные механизмы
- Моделирование и проектирование сложных робототехнических систем
- Манипуляция и телеуправление
- Мехатроника, сенсорики и осязание
- Аддитивные технологии
- Мобильная робототехника
- Сервисная робототехника
- Шагающие роботы

Области научных исследований и разработок

- Математическое моделирование
- Разработка и применение новых компонентов мехатроники
- Разработка алгоритмов и программного обеспечения
- Разработка концепций и прототипов под задачи автоматизации
- Производственных процессов

Сотрудники лаборатории занимаются научными разработками и коммерческой деятельностью в области мобильной робототехники, используя технологии детекции и распознавания окружающей среды, локализации в пространстве, планирования маршрутов, а также ведут разработку систем управления и безопасности.

Направления деятельности

- Воздушная робототехника (инфраструктура, ПО для БПЛА, системы управления)
- Наземная робототехника (автомобили, строительно-дорожная, складская техника)
- Водная робототехника (мобильный надводно-подводный робототехнический комплекс)

Области научных исследований и разработок

- Система автономного мониторинга территорий с помощью БПЛА
- БПЛА вертикального взлета и посадки для воздушных грузоперевозок и мониторинга на дальних дистанциях
- Сканирование и мониторинг сельскохозяйственных угодий с БПЛА
- Система автоматического контроля практического экзамена на получение водительского удостоверения
- Системы помощи водителю (ADAS системы)
- Беспилотные грузовой и легковой транспорты
- Платформа организации работы коммерческих транспортно-технологических комплексов на базе беспилотных технологий
- Роботизированная складская техника (AGV)
- Автономный робот-уборщик
- Мобильный надводно-подводный робототехнический комплекс для проведения технической диагностики трубопроводов

Дизайн-центр электроники и микроэлектроники создан в целях прорывного роста электронной промышленности России. Специалисты центра занимаются разработкой электронных устройств и электронных компонентов микроэлектроники, а также проектированием нестандартных механизмов и узлов.

Направления деятельности

- Услуги по разработке электронных устройств и микроэлектронных компонентов
- Разработка отечественной компонентной базы для решения задач Центра технологий компонентов робототехники и мехатроники
- Разработка программного обеспечения встро-енных систем
- Повышение квалификации разработчиков микроэлектронных компонентов до мирового уровня

Области научных исследований и разработок

- Микроархитектура
- Разработка электронных устройств
- Прототипирование электронных устройств реверс-инжиниринг и импортозамещение

Лаборатория нейронауки и когнитивных технологий проводит междисциплинарные научные исследования и экспериментальные работы для разработки человека-машинных интерфейсов, применяемых в обучении детей, реабилитации и на промышленном производстве.

Направления деятельности

- Изучение особенностей функционирования нейронной сети головного мозга в процессе обработки сенсорной информации и решения когнитивных задач с использованием неинвазивных методов регистрации нейронной активности
- Исследование и моделирование динамики нейронных ансамблей с использованием методов частотно-временного анализа, теории сложных сетей и машинного обучения
- Исследование биомеханики человека с использованием сигналов мышечной и нейронной активности для управления антропоморфными роботами и элементами экзоскелетов

Области научных исследований и разработок

- Процессы, протекающие в головном мозге человека во время восприятия, обработки и усвоения информации, принятия решений, а также моторной деятельности
- Новые математические методы обработки и анализа многоканальных нейрофизиологических данных различной природы, динамики нейронных ансамблей с использованием моделей различного уровня детализации активности биологических нейронов

КОНСОРЦИУМ

Консорциум — это деловая экосистема для обмена и сотрудничества на базе Центра технологий компонентов робототехники и мехатроники. Совместно с участниками технологического консорциума разрабатываются новые образовательные программы и реализуются инновационные проекты для бизнеса и государства. Объединение ведущих российских и зарубежных ВУзов, научных институтов и промышленных партнеров способствует совместному решению сложных технологических задач.

Основная цель консорциума — создание динамичной инфраструктуры для проведения, апробаций и внедрения ключевых научных исследований, образовательных модулей и коммерческих работ по тематике «Робототехника и мехатроника» мирового уровня.

ЗАДАЧИ

Создание инфраструктуры для прорывных разработок и исследований в робототехнике

Создание образовательных программ и подготовка высококвалифицированных кадров

Создание новых наукоемких продуктов и услуг в робототехнике в интересах партнеров

Направления сотрудничества центра с потенциальными партнерами

Компании и организации	Федеральные и региональные органы власти
01/ Разработка робототехнических решений, поставка программного и аппаратного обеспечения	01/ Разработка и реализация отраслевых и межотраслевых программ
02/ Решение актуальных задач в области робототехники и мехатроники	02/ Разработка и внедрение отраслевых стандартов и правил
03/ Повышение квалификации сотрудников	
Финансово-инвестиционные компании	Бизнес-сообщества
01/ Разработка мер стимулирования инвестиционной активности	01/ Разработка решений по снятию барьеров для каждого направления в области технологий компонентов робототехники и мехатроники
02/ Экспертная и регулятивная деятельность	02/ Повышение квалификации и компетенций участников
	03/ Технологическая акселерация проектов
Исследовательские и научные организации	Институты развития и фонды
Совместная реализация фундаментальных и прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники и мехатроники	01/ Формирование и/или участие в отдельных программах
Стартапы Оказание поддержки и участие в создании и развитии бизнесов на партнерских началах	02/ Экспертная деятельность
	03/ Проведение обучения и консультационная поддержка

Российские и зарубежные ВУЗы

- Университет Иннополис
- Московский государственный технологический университет «Станкин» (МГТУ «Станкин»)
- Московский институт электронной техники (МИЭТ)
- Московский физико-технический институт (МФТИ)
- Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)
- Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)
- Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)
- Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ им. Р.Е. Алексеева)
- Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ)
- Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
- Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина (ТГУ им. Г.Р. Державина)
- Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алфёрова Российской академии наук — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН (СПбАУ РАН им. Ж.И. Алфёрова)
- Сколковский институт науки и технологий (Сколтех)
- Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова (ИжГТУ)
- Удмуртский государственный университет (УдГУ)
- Томский государственный университет (ТГУ)
- Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ)
- IMT Atlantique
- Ruhr Universitat Bochum
- Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
- Севастопольский государственный университет (СевГУ)

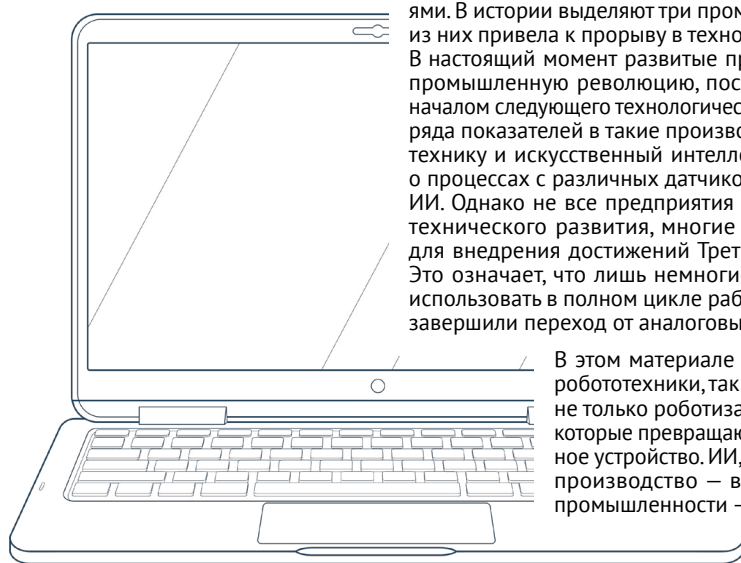
Академические институты

- Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН)
- Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (УдмФИЦ УрО РАН)
- Институт машиноведения имени А. А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)
- Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных и управляющих систем (НИИ МВУС)
- Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИПМТ ДВО РАН)

Индустриальные партнеры

- ООО «КУКА Раша»
- ООО «ФАНУК»
- ООО «НПО Андроидная техника»
- ООО «НТЦ Аркодим»
- ООО «Эйдос-робототехника»
- ООО «Розум роботикс»
- ООО «Вектор групп»
- ООО «ВР - Мастер»
- ООО «Авиатех»
- ООО «Образовательная Робототехника»
- ООО «Прайд Тек»
- ООО «ВРМ ГРУПП»
- ООО «Территори ВР студии»
- ООО «Артех»
- ООО «МГБот»
- ООО «BFG Group»
- ООО «BFG Robotics»
- ООО «ШУНК Интек»
- ООО «Велдинг Групп Самара»
- ООО УРТЦ «Альфа-Интех»
- ПАО «КАМАЗ»
- ПАО «Сбербанк России»
- ПАО «Ростелеком»
- ПАО «АЭРОФЛОТ»
- АО «Спецхимия»
- АО «НИИАС» (Дочернее общество ОАО «РЖД»)
- АО «Квантум Системс»
- ЗАО «Интеллектуальная механика»
- ОИЦ «Группы ГАЗ»
- МКПАО «ОК Русал»

ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ 4.0: КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ БУДЕТ УПРАВЛЯТЬ РОБОТИЗИРОВАННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ



Прогресс человечества в различных областях, в том числе и в индустрии, является процессом нелинейным, ключевая роль в ускорении которого может быть сыграна одним или несколькими новаторами либо замедлена отсутствием таковых. Наиболее яркие периоды времени, в течение которых были совершены фундаментальные открытия в области промышленности, способствовавшие целой цепочке новых открытий, были названы промышленными революциями. В истории выделяют три промышленные революции, и каждая из них привела к прорыву в технологическом и социальном плане. В настоящий момент развитие производства переживает Третью промышленную революцию, последние этапы которой являются началом следующего технологического рывка. Для улучшения целого ряда показателей в такие производства активно внедряют робототехнику и искусственный интеллект, например, собирают данные о процессах с различных датчиков и обрабатывают их с помощью ИИ. Однако не все предприятия обладают достаточным уровнем технического развития, многие еще не предприняли действий для внедрения достижений Третьей промышленной революции. Это означает, что лишь немногие из таких предприятий начали использовать в полном цикле работы оборудование с ЧПУ, а также завершили переход от аналоговых систем на цифровые.

В этом материале мы расширили понимание промышленной робототехники, так как к модернизации отрасли можно отнести не только роботизацию, но и ее вспомогательные компоненты, которые превращают механический инструмент в интеллектуальное устройство. ИИ, Big data, аддитивные технологии, матричное производство — все это является частью новой концепции промышленности — Четвертой промышленной революции.

ПЕРВАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ (XVIII — XIX вв.)

Главной целью Первой промышленной революции была замена ручного труда на механизированный. Общество переживало индустриализацию — переход от кустарного к механизированному производству, открывающему новые возможности для создания товаров и торговли с другими странами.

Технический прорыв был основан не только на разработках испытателей того времени, но и на новом подходе к ведению уже существующего производства. Прогресс Первой промышленной революции в Великобритании обеспечили такие прорывные для своего времени технологии, как:

- применение каменноугольного кокса в металлургии для производства ковкого чугуна,
- прядильные машины Джеймса Харгривса и Сэмюэла Кромптона (1764 год), а немного позже — более совершенная модель Ричарда Аркрайта (1769 год),
- паровая машина Джеймса Уатта (1775 год).

Влияние первой промышленной революции сложно переоценить. Благодаря ей сначала Великобритания, а потом другие страны встали на путь индустриального развития государства и общества, что определило ход мировой истории на много веков вперед, дав новый толчок развитию науки и техники.

ВТОРАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ (XIX — XX вв.)

Главным технологическим двигателем Второй технической революции стала электрификация. Продолжающиеся исследования в области физики позволили сделать открытия, которые заставили по-новому взглянуть на окружающий мир. Так началось освоение отрасли энергетики. Из достижений того времени можно выделить:

- динамо-машину или генератор постоянного тока (В. Сименс, 1867 год, Германия),
- лампы накаливания (П. Яблочков, 1876 год, Россия), электрическую лампочку Эдисона (1880 год),
- трансформатор переменного тока (П. Яблочков, 1876 год, Россия),
- паровую турбину (Г. де Лаваль, 1878 год, Швеция; Ч. Парсонс, 1884 год, Англия),
- электрифицированную железную дорогу (В. Сименс, 1879 год, Германия).

На основе исследований в области энергетики также был изобретен двигатель внутреннего сгорания, ставший ключевым изобретением для развития автомобильной промышленности.

Вершиной же технологической революции стало возникновение новых индустрий, таких как электроэнергетика, химическая, нефтяная и нефтехимическая промышленность, автомобилестроение, производство стали и другие.

Говоря о второй промышленной революции, нельзя не упомянуть и о новых формах организации труда. Внедрение конвейерного производства позволило наводнить рынок качественными и недорогими промышленными товарами.

ТРЕТЬЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ (1960 г. — НАЧАЛО XXI в.)

Цифровизация стала главным посылом Третьей промышленной революции или, как еще ее называют, Цифровой революции. Персональные компьютеры, портативные коммуникационные устройства, интернет — сегодня все эти технологии являются необходимостью в жизни любого человека. Огромное количество информации, которое теперь находится в открытом доступе, предоставило неограниченный доступ к образованию, общению и многому другому. Прорывными технологиями того времени можно назвать:

Первый промышленный робот, который был внедрен на производственной линии, 1961 год.

Робот компании Unimation был задействован на производственной линии завода General Motors, штат Нью-Джерси, в процессах перемещения изделий при производстве кулис для переключения передач, а также оконных ручек.

Через несколько лет в 1969 году на этом же производстве был внедрен первый робот для автоматизации точечной контактной сварки. Такой подход позволил увеличить общую производительность завода, а также значительно сократить тяжелую и опасную работу людей. Тогда же в Стэнфордском исследовательском институте было впервые продемонстрировано техническое зрение для промышленных роботов, а уже через год, в 1970 году, робот впервые смог определить габариты изделий и место их расположения благодаря техническому зрению от компании Hitachi.

Первый отечественный промышленный робот УМ-1 поступил на производство в 1971 году.

Сеть ARPANET (англ. Advanced Research Projects Agency Network), 1969 год.

Принципы, по которым строится Интернет, впервые были применены в создании этой компьютерной сети. На основе этих наработок в 1984 году Национальный научный фонд США создал сеть NSFNET (англ. National Science Foundation Network) для связи между университетами и вычислительными центрами. А с начала 1990-х годов эта сеть начала стремительный рост под всем известным сегодня названием Интернет.

Сотовый телефон Motorola DynaTAC, 1973 год.

Первый звонок по сотовому телефону был сделан 3 апреля 1973 года. Сотрудник Motorola Мартин Купер позвонил конкуренту из AT&T Джоэлю Энгелю. Телефон весил около 1,15 кг, имел клавиши для набора номера, у него отсутствовал дисплей и не было никаких дополнительных функций.

Персональный компьютер IBM PC 5150, 1981 год.

Разработка стала родоначальником современных персональных компьютеров на архитектуре Intel x86. А тремя годами позже — в 1984 году — состоялся запуск Apple Macintosh: первого успешного серийно выпускаемого персонального компьютера с «мышью» и полностью графическим интерфейсом — предка современных десктопов MacBook и планшетов iPad. В том же году было запущено и массовое производство отечественных персональных компьютеров «АГАТ».

По данным отчета We Are Social и Hootsuite, в январе 2021 года количество интернет-пользователей по всему миру составляло 4,66 млрд человек (59,5% от населения планеты).

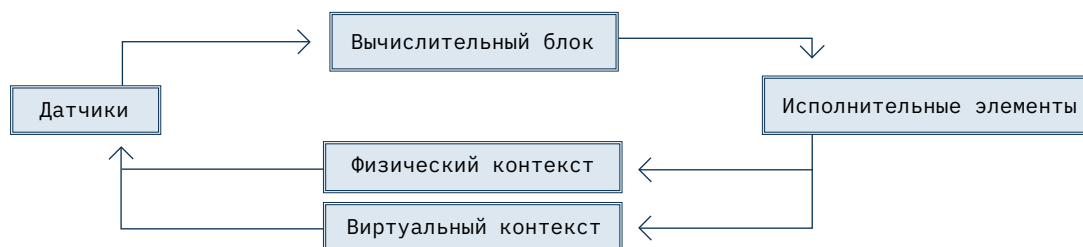
Основы многих технологий, которые сегодня начали новый виток развития, были заложены в прошлом веке. Открытия в таких областях, как робототехника, мобильная связь и IT, предопределили возникновение постиндустриальной экономики, которая в наши дни уже определяет формы организации производства и распределение рынка труда во всем мире.

ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Четвертая промышленная революция носит название «Индустрия 4.0». В массовое употребление термин пошёл с легкой руки президента Всемирного экономического форума в Давосе Клауса Шваба, автора книги «Технологии Четвёртой промышленной революции». На сегодняшний день «Индустрия 4.0» представляет собой концепцию развития перспективных технологий в ближайшем будущем.

Главная цель Четвертой промышленной революции заключается в запуске интеллектуального производства, представляющем собой интеграцию киберфизических систем в заводские процессы, в результате чего значительная часть работы будет проходить без участия человека.

АРХИТЕКТУРА КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



Киберфизические системы представляют собой комбинации интеллектуальных физических компонентов, объектов и систем со встроенными возможностями вычислений и хранения, которые подключаются через сети и являются основой концепции «цифровое предприятие». В киберфизических системах вычислительные элементы взаимодействуют с датчиками и сенсорами, которые обеспечивают мониторинг киберфизических показателей. Исполнительные элементы, в свою очередь, вносят изменения в киберфизическую среду.

К примеру, киберфизическая система управления умным домом проанализирует содержимое холодильника и закажет доставку продуктов, если это необходимо; включит пылесос, когда датчик сообщит о загрязнении, вентиляцию и увлажнитель воздуха; закроет дверь, если вы забудете, и включит режим охраны до вашего прихода. Большинство этих действий система совершает без указания человека, следуя написанному алгоритму действий.

РОБОТОТЕХНИКА И ИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Освобождение человека от участия в цепочке производственного процесса немислимо без роботизации всех без исключения технологических задач. В том числе даже таких задач, как планирование объёмов производимой продукции.

И здесь уже недостаточно традиционных промышленных манипуляторов. Для решения этой задачи потребуется внедрять роботизированные комплексы, состоящие из роботов различных типов, обеспечивающих гибкость производства, возможность его быстрой перенастройки и способность адекватно реагировать на меняющиеся условия работы. Всё это потребует для роботов новых систем управления с элементами искусственного интеллекта. А результатом станет глобальное изменение характера производственных процессов.

Искусственный интеллект в производстве будет применяться практически во всех производственных, маркетинговых и организационных задачах.

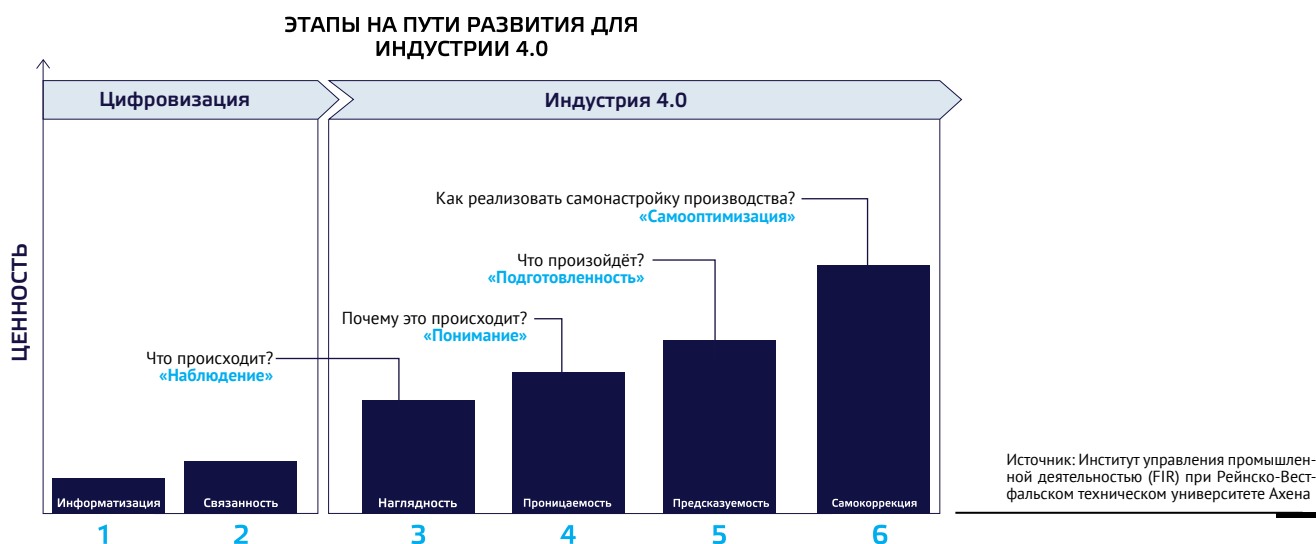
- На этапе проектирования — для повышения эффективности разработки новых продуктов, оценки поставщиков, при анализе требований к запчастям и деталям.
- На этапе производства — для перераспределения нагрузки на участки производства и контроля качества выпускаемой продукции.
- На уровне логистики — для улучшения планирования маршрутов транспортировки, уменьшения сроков

доставки сырья и обеспечения их прогнозируемости, а также отслеживания отправок и процесса доставки.

При продвижении продукции — для прогнозирования объемов услуг поддержки и обслуживания, управления ценообразованием и анализа удовлетворенности клиентов качеством продукции.

Применение интеллектуальных робототехнических комплексов ускорит работу производства и повысит ее качество. Система ИИ будет получать данные от каждого устройства (робота, станка с ЧПУ) и использовать их для дальнейшей оптимизации процессов управления. Это необходимо, чтобы спрогнозировать спрос, равномерно распределить нагрузку и эффективнее организовать работу производства. А непосредственно физическую работу возьмут на себя роботы.

По данным исследования «Индекс зрелости Индустрии 4.0», опубликованном в 2017 году Национальной академией наук и инженерии (Atatech), сейчас компании решают задачи по созданию условий для начала реализации программы Индустрия 4.0. Базовыми задачами являются информатизация и связанность компонентов системы между собой. Это включено в последние два этапа Третьей промышленной революции, в ходе которых развиваются характеристики, необходимые для начала реализации Индустрии 4.0.



На этапе информатизации рабочие места оснащаются технологиями (сенсорами, датчиками), благодаря которым можно будет оперативно передавать информацию в рабочей системе.

После оснащения рабочих мест измерительными элементами можно объединить эти элементы в одну систему. На этапе связанности все датчики и другие устройства связаны друг с другом и отражают ключевые показатели процессов на производстве компании.

После сбора данных на этапе наглядности можно структурировать их и подготовить к анализу. Датчики фиксируют производственный процесс от начала до конца, собирая большой объем информации о работе. Из этих данных формируется цифровая модель компании, которая может показать, что происходит в компании на определенный момент времени. На основе цифровой модели управленческие решения уже могут приниматься на реальных данных.

Владея структурированными данными, можно провести анализ работы производства. Этап проницаемости помогает компании понять, например, почему происходят определенные процессы, снижающие эффективность производства, после чего использовать эту информацию, чтобы предупредить их и улучшить результаты работы. Именно здесь происходит работа ИИ с большими данными, которые далее может проанализировать человек.

Прогноз развития на основе накопленных данных и фактического состояния системы можно составить уже на этапе предсказуемости. После достижения этого этапа появляется возможность моделирования различных сценариев будущего и определения наиболее вероятных из них. В результате компании могут предвидеть будущие события и, как следствие, своевременно принять надлежащие меры.

Этап самокоррекции позволяет автоматизированной системе принимать решения по оптимизации производственного процесса и управлять компанией. Этот этап позволяет компании переложить обязанности по принятию определенных решений на ИТ-системы, чтобы иметь возможность максимально быстро адаптироваться к меняющейся бизнес-среде.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ «ИНДУСТРИЯ 4.0»



Согласно исследованию «Modernization stages of the Industry 3.0 company and projection route for the Industry 4.0 virtual factory», представленному на конференции «IOP Conference Series: Materials Science and Engineering» в 2019 году, все шесть этапов включены в концепцию «Индустрия 3.0».

В целом, оба исследования говорят о том, что основными качествами «Индустрия 4.0» являются виртуализация, прозрачность, прогнозирование нагрузки и адаптивность компании на основе внедрения новых технологий проектирования и производства. Такие возможности реализуются благодаря внедрению аддитивных технологий, работе с большими данными с помощью ИИ, автоматизации и роботизации процесса производства, а также другим техническим новшествам.

По словам экспертов, в будущем, следуя «Индустрии 4.0», будет реализован переход к новым бизнес-моделям и источникам дохода, в основе которых лежат информация и услуги. Простыми словами, уже сейчас мы можем наблюдать снижение стоимости материального продукта и начало роста ценности продукта в виде информации, программного

обеспечения и т.п. Сотрудничество компаний в макросистеме экономики позволяет двигаться вместе с рынком и принимать активное участие в его развитии.

Например, в условиях рынка Четвертой промышленной революции после продажи материального товара (автомобиля), по соглашению с покупателем, продавец может получать данные по его использованию и продавать их компаниям, которые нацелены на продажу сопутствующих товаров владельцам определенной марки автомобилей

Новый технический уклад «Индустрия 4.0» внесет коррективы в отрасли производства всего мира так же, как в свое время это сделали первые три промышленные революции. Говоря о модернизации производства в рамках этой концепции, необходимо понимать, что промышленная робототехника — это не только механические интеллектуальные устройства, но и промышленный интернет, большие данные, искусственный интеллект — все то, что может сделать тяжелую работу проще и эффективнее.

НОВАЯ ЭКОНОМИКА

На рубеже XIX и XX веков производство штучных товаров сменилось массовым конвейерным производством. Конвейерное производство, предложив качественные товары по низким ценам и в практически неограниченных количествах, обеспечило взрывной рост потребления. Но в случае падения спроса, производство не могло сразу снизить количество выпускаемого товара, поэтому нереализованная продукция отправлялась на склад. А массовое производство одинаковых товаров привело к дефициту персонализации товаров и спросу на товары, изготовленные с учётом индивидуальных требований покупателя. На сегодняшний день почти все производства в мире работают, выпуская крупные серии одинаковой продукции и храня излишки товара на складе. И лишь немногие готовы изготавливать товар под заказ, как правило по ценам многократно выше серийных аналогов: например, так собираются автомобили премиум-класса с уникальной комплектацией и дополнительными функциями.

Появление новой производственной стратегии Интеллектуальные фабрики будущего



На рисунке серые кружки означают возможности традиционного производства товаров, а жёлтый кружок — возможности, которые обеспечивают новые технологии.

Современный уровень развития робототехники и искусственного интеллекта дает возможность вернуться к индивидуальному производству на новом технологическом уровне, сохранив при этом низкие цены. Следующая ступень развития промышленности, первые предпосылки которой можно наблюдать уже сегодня, — это производство товаров под заказ, а после — и проектирование под заказ клиента. Речь идёт о матричном производстве, в котором каждая единица изготавливаемого товара проходит свой индивидуальный путь от одной роботизированной ячейки к другой, а роботы безошибочно обеспечивают сборку уникального товара с учётом индивидуальных требований заказчика. Перемещение деталей будущего товара между ячейками также полностью роботизировано.

Матричное производство — это такой способ организации промышленного производства, при котором применяются роботы разных классов, сгруппированные в производственные ячейки. В отличие от конвейерного производства, будущая продукция не перемещается по конвейеру, где на каждом этапе выполняется одна и та же операция для всей серии, а перемещается от ячейки к ячейке, в которых каждый экземпляр производимой продукции может быть изготовлен по уникальному проекту. Матричное производство требует безошибочной работы программного обеспечения, которое управляет не только перемещением заготовки между ячейками и технологическими операциями в них, но и доставкой к ячейкам многочисленных комплектующих. Необходимость перемещать объекты между ячейками в частности требует развития внутрицеховой логистики и расширяет понятие «промышленный робот» на мобильные роботы.

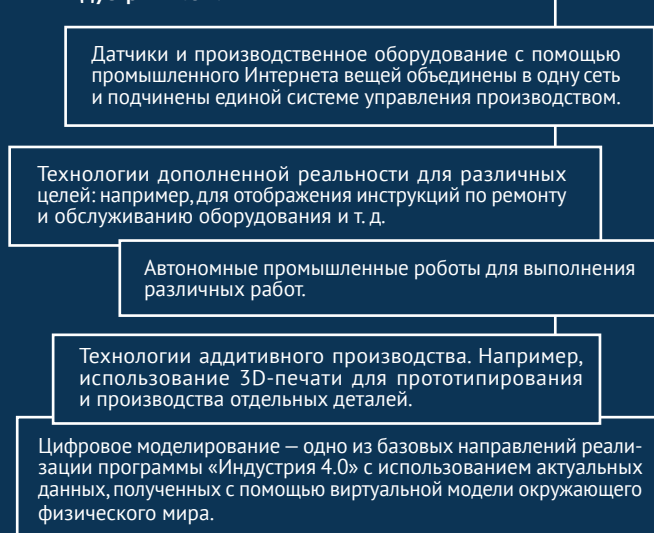
Роботизированное матричное производство — это основа для того, чтобы массовая индивидуализация технологически могла существовать. Но для того, чтобы индивидуальное производство в современных условиях стало массовым, потребуется взаимодействие таких технологий, как большие данные и промышленный интернет, которые позволят удешевить это производство, и искусственный интеллект, который позволит поддерживать высокий уровень удовлетворения индивидуальных потребностей заказчиков.

Применение искусственного интеллекта позволяет сдвинуть «точку производства» вверх, то есть повысить возможность индивидуализации продукта под требования клиента. Этапы сборки, производства и проектирования несомненно

увеличивают возможность получить индивидуальный товар, но к тому же увеличивают его стоимость и время на разработку. Такие инструменты, как большие данные и промышленный интернет, способствуют уменьшению удельных затрат на единицу продукта и возможности сохранить такое же время ожидания товара. Эти технологии необходимы, чтобы сдвинуть «точку производства» влево.

Синергетический эффект объединения технологий робототехники, больших данных, промышленного интернета и искусственного интеллекта позволит добиться низких удельных затрат на единицу продукта, уменьшить время ожидания и индивидуализировать продукт под требования клиента

Таким образом, можно выделить основные компоненты мехатроники и робототехники, необходимые для реализации концепции «Индустрия 4.0»:

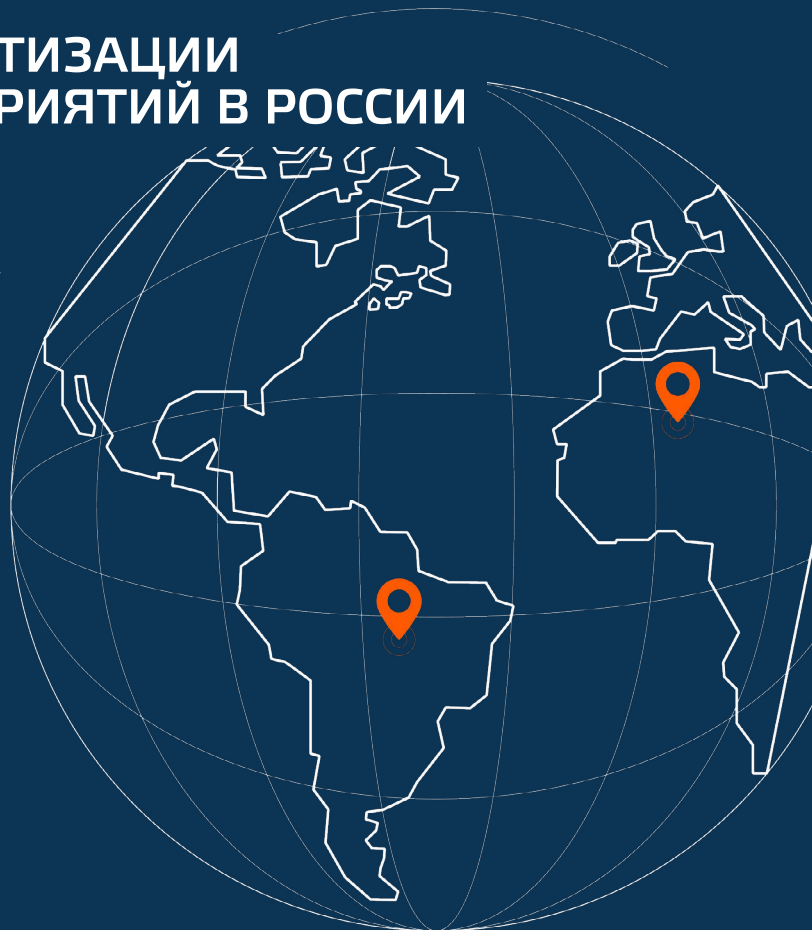


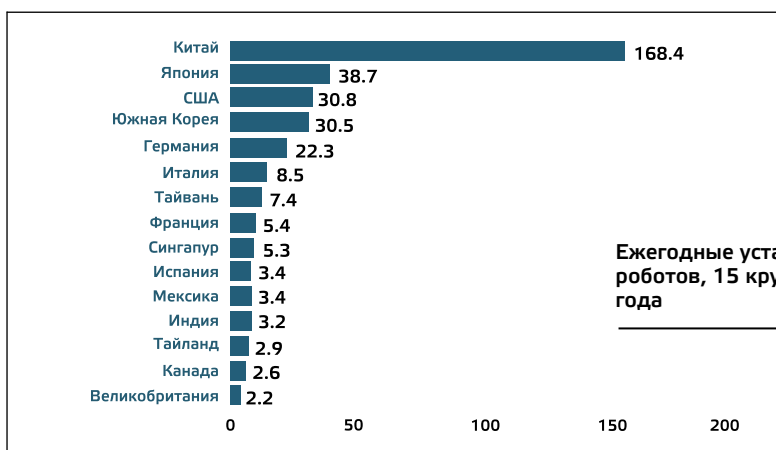
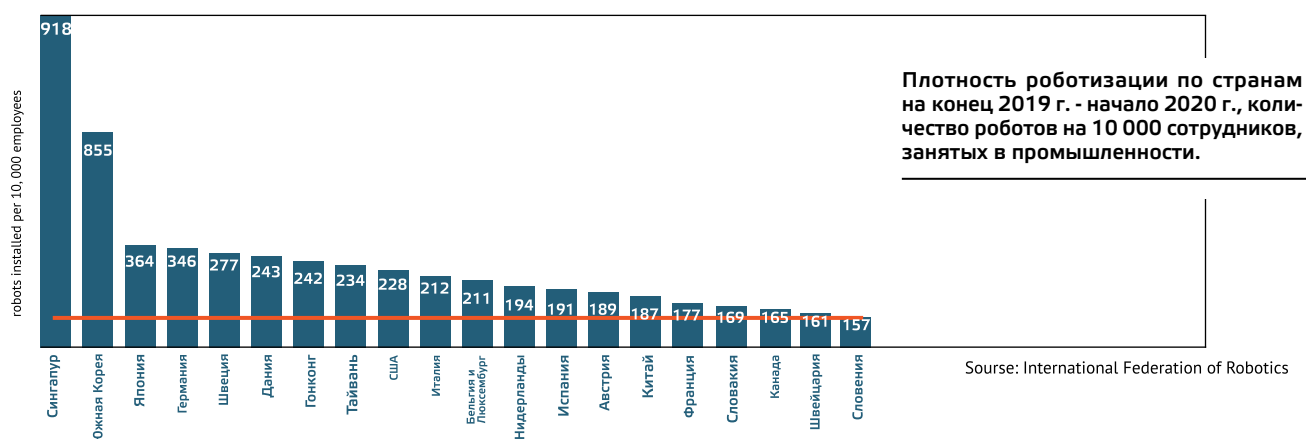
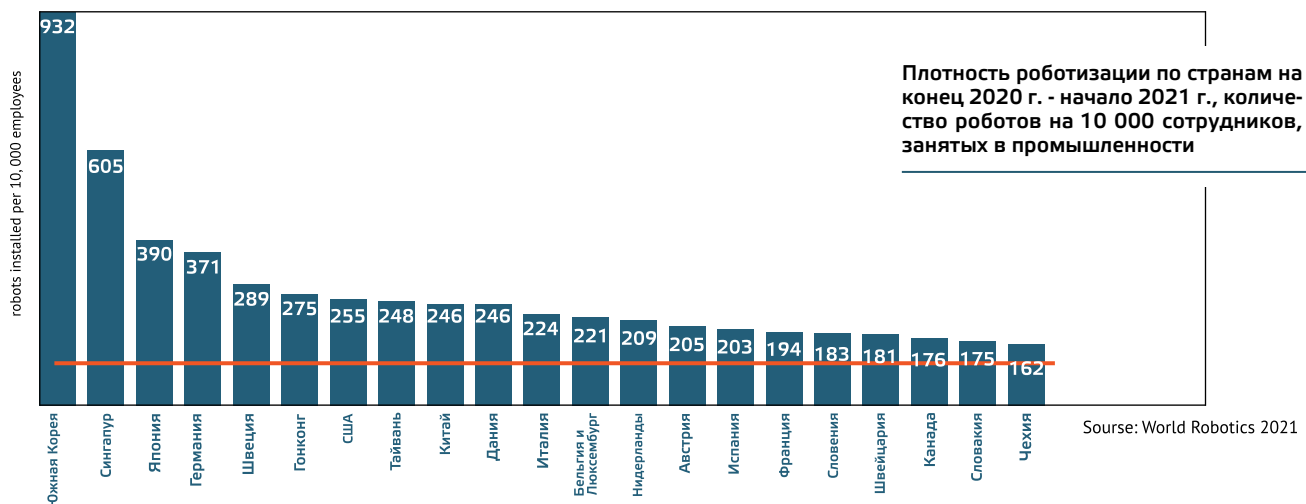
ТЕКУЩИЙ УРОВЕНЬ РОБОТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РОССИИ И В МИРЕ

В мире для оценки степени роботизации производства в разных странах используется такой показатель, как «плотность роботизации», — это количество установленных роботов на 10 000 сотрудников, занятых в промышленности. В мировом масштабе Россия имеет невысокое значение плотности роботизации — 6 роботов на 10 000 сотрудников по данным Международной Федерации Робототехники (IFR) на 2020 год.

Интересно проследить развитие этого показателя по годам. Для сравнения на рисунках приведены данные за 2019 и за 2020 годы. Можно отметить, например, взрывной рост уровня роботизации в Китае — плюс 59 роботов на каждые 10 000 сотрудников. С учётом огромного китайского населения это делает Китай лидером по абсолютным цифрам новых внедрений промышленных роботов. Хотя по относительному росту наибольшее значение показала Южная Корея, увеличив уровень роботизации на 77 роботов на каждые 10 000 сотрудников. Интересные вопросы вызывает значительное снижение показателей Сингапура. Возможно, это снижение является следствием выноса производства в другие страны.

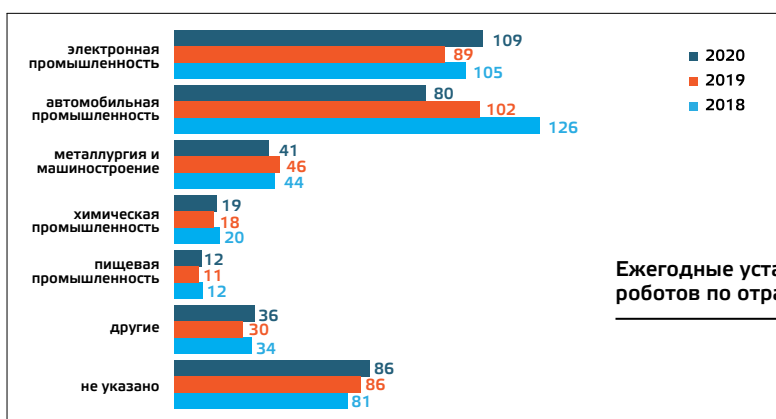
Большинство стран «роботизированной двадцатки» показали за год увеличение показателя роботизации на 10-15 единиц. Россия показала незначительный рост, менее 1 нового робота на 10 000 работников.





В абсолютных цифрах рынок робототехники, согласно отчету World Robotics 2021 Industrial Robots, представленному Международной Федерацией Робототехники (IFR), составляет 3,015 миллиона промышленных роботов, работающих на производствах по всему миру. В 2020 году было установлено 384 000 новых единиц роботизированных комплексов.

Source: International Federation of Robotics



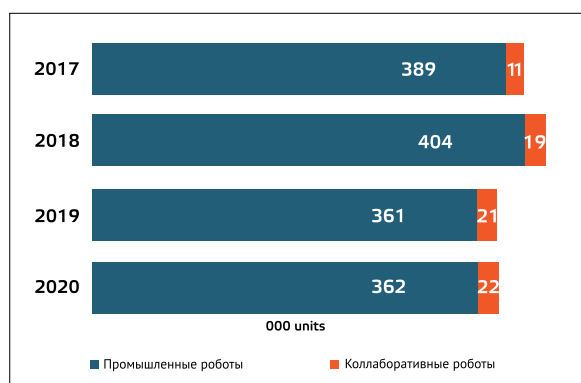
Source: World Robotics 2021

В разрезе отраслей промышленности наиболее быстрый рост происходит в электротехнической/электронной и автомобильной отраслях, хотя в автомобильной промышленности с 2018 года заметна тенденция к замедлению этого роста. Так, общемировой спрос на новые роботы в автомобильной промышленности в 2020 году упал на 36 % по сравнению с 2018 — со 126 до 80 тысяч вновь установленных промышленных роботов.

Значительное падение спроса в 2019 году пережил рынок электротехнической/электронной промышленности (включая компьютеры и оборудование, радио, телевидение и средства связи, медицинское оборудование, прецизионные и оптические инструменты). Эксперты связывают это со снижением выпуска электронной промышленности из-за нехватки полупроводниковых элементов. Однако в 2020 году количество поставок новых роботов в этой отрасли выросло на 18% (до 109 000 единиц), что, вероятно, означает восстановление экономики после кризиса нехватки полупроводниковых элементов.

Отдельного внимания требует сектор коллаборативной робототехники. Доля коллаборативных роботов в общем числе роботов-манипуляторов устойчиво растёт. Количество установок в 2020 году выросло на 5,6% по сравнению с 2019 годом. Сегодня коллаборативная робототехника составляет 6% от общего рынка промышленных роботов. Все же, несмотря на быстрое развитие, рынок пока еще находится в начальной стадии развития, далеко не полностью раскрыв свой потенциал.

Количество установок промышленных и коллаборативных роботов.



Source: International Federation of Robotics

Рассмотрим более подробно ситуацию в разных частях света.

АЗИЯ

Азия — лидер среди рынков промышленных роботов. Ведущими странами в области применения промышленной робототехники остаются Южная Корея, Сингапур и Япония. Япония, кроме того, остаётся лидером и в производстве промышленных роботов. В этих странах приняты законы, регулирующие использование роботов, и также налажено финансирование этой отрасли.

На сегодняшний день в Китае реализуется концепция «Китайское производство 2025». Согласно плану, предполагается сначала «подтянуть» промышленность до уровня, соответствующего «Индустрия 3.0», а к 2025 г. — достичь «Индустрия 4.0». В стране за двенадцать лет (с 2009 г. до 2021 г.) плотность роботизации выросла в 22 раза — с 11 до 246 роботов на 10 000 сотрудников. Также в Китае наблюдается быстрый рост экономики за счет развития и модернизации автомобилестроения и электронной промышленности, что обеспечивает высокий спрос на робототехническую продукцию. Помимо этого, в 2016 году крупный китайский холдинг Midea выкупил около 75% немецкой компании KUKA, что сделало Китай одним из крупнейших игроков на рынке производства промышленных роботов.

Япония также находится на пути к формированию нового технологического уклада «Индустрия 4.0». Основными направлениями для реализации, заявленными в японских программах развития, является создание мобильной робототехники, новая система интеллектуальной собственности, и создание исследовательских центров для работ в области искусственного интеллекта.

ЕВРОПА

В Германии в 2020 году было установлено около 22 300 роботов — это на 8% больше, чем в 2019 году. Страна является одним из лидеров автомобильной промышленности и в связи с этим одним из главных покупателей промышленных роботов, однако по причине нехватки полупроводниковых элементов в предыдущие годы, продажи товаров этого сегмента снижались. Сейчас Германия восстанавливает темп роботизации автомобильных производств. Установка роботов в любой стране, несомненно, связана со стоимостью рабочей силы. Стоимость рабочей силы в Германии остаётся очень высокой даже по европейским меркам. Кроме того, согласно данным Федерального статистического ведомства Германии, на протяжении последних семи лет стоимость рабочей силы в государстве непрерывно растёт, поэтому в этой стране работодателю выгодно внедрять роботов для выполнения рутинной работы, мотивируя людей заниматься повышением квалификации. Таким образом, в 2020 году в Германии было установлено в 2 раза больше роботов, чем в Италии (+12 000 единиц) и в 1,5 раза больше, чем во Франции (+17 000 единиц).

СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

США также является крупнейшим пользователем промышленных роботов. Большинство роботов в США импортируются из Японии и Европы. В Северной Америке не так много производителей робототехнических систем, но существует множество важных системных интеграторов. США является крупным потребителем роботов в автомобильной и пищевой промышленности, где роботизация набирает обороты. В 2020 году в стране насчитывалось 324 000 единиц роботов, что на 9% больше, чем в предыдущем году. На втором месте — Мексика с 43 700 единицами (+ 8%), за ней следует Канада приблизительно с 31 200 единицами (+ 8%).

РОБОТИЗАЦИЯ В РОССИИ

По мнению председателя Национальной ассоциации участников рынка робототехники Алисы Коноховской, низкий уровень роботизации в России — огромный потенциал для роста рынка, однако нехватка компетентных специалистов является одним из главных барьеров развития.

Для повышения уровня роботизации отечественных промышленных предприятий был выпущен указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». В нем сформулированы стратегические задачи по повышению производительности труда и конкурентоспособности отечественных производителей на внутреннем и внешнем рынках. Меры, необходимые для развития рынка робототехники и перехода его на новый уровень, вынесены в дорожную карту проекта «Цифровая экономика», которую разработала в 2019 году команда Центра технологий компонентов робототехники и мехатроники Университета Иннополис. Они включают в себя стимулирование внедрения новых управленческих, организационных и технологических решений, преобразование приоритетных отраслей экономики, включая промышленность, путем внедрения цифровых технологий и платформенных решений.

Для реализации роботизации реального сектора отечественного машиностроения и перехода к концепции производства «Индустрия 4.0» необходимо решить следующие задачи:

Горизонтальная и вертикальная интеграция систем (организация тесного взаимодействия как на различных уровнях внутри предприятия, так и между предприятиями-партнерами по производственному циклу).

- 2 | Обеспечение информационной безопасности (защищенный доступ, надежная связь, полный контроль доступа к сетям управления).
- 3 | Аддитивное производство (освоение в промышленности аддитивных технологий, в т. ч. применение 3D-печати для прототипирования и производства отдельных деталей).
- 4 | Цифровое моделирование.
- 5 | Автоматизированное управление жизненным циклом изделия.
- 6 | Обеспечение эффективного использования больших данных.
- 7 | Развитие коллаборативной промышленной робототехники. Безопасное пересечение рабочих зон робота и человека.

ПРЕГРАДЫ РОБОТИЗАЦИИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА В РОССИИ

По уровню роботизации в России, как и во всем мире, лидирует автомобильная промышленность. Согласно данным НАУРР в 2019 году на автомобильных предприятиях насчитывалось 360 роботов (+ 44% по сравнению с 2018 годом). В других отраслях промышленности насчитывается около 602 единиц роботов, из которых 19% задействованы в металлургической промышленности. Роботизация пока не стала существенной частью российской экономики, и на это существует ряд причин:

01 Неготовность сотрудников промышленных предприятий (от рабочих до руководителей разного уровня) внедрять инновации.

02 Экономические риски: низкий уровень зарплат, высокая стоимость роботов.

03 Необходимость повышения квалификации персонала производственных предприятий.

04 Отток молодых кадров из научно-технических центров робототехники из-за недостаточной материальной базы и финансирования.

В 2020 году НАУРР совместно с TAdviser опубликовали список участников рынка, куда вошли 112 компаний-интеграторов, 13 отечественных производителей роботов, 22 зарубежных вендора, 20 производителей компонентов для робототехнических систем, 9 производителей ПО.

Для эффективного перехода к концепции производства «Индустрия 4.0» в России необходимо поддерживать отечественных производителей робототехники и компании-интеграторы. Также необходимо решение проблем с кадрами и повышение актуального уровня компетенций. Важно развивать те сферы, которые связаны с внедрением автоматизации, начиная с обучения персонала и инструкторов и заканчивая высокотехнологичными образцами конкретной техники или программного обеспечения.

Технологии, реализованные сегодня, станут основой для дальнейшего развития страны. Предпосылки последующей, пятой промышленной революции можно наблюдать уже сейчас. В рамках «Индустрии 5.0», как её уже прозвали энтузиасты, будут внедрены совершенно новые технологии, которые, возможно, человечество еще не изобрело, и масштабированы уже имеющиеся: облачные вычисления, коллаборативная робототехника, искусственный интеллект и др. Однако все эти новшества так бы и остались на страницах фантастических книг, если бы не вечный двигатель прогресса — человеческий мозг, способный воплощать немыслимое в реальность.

В январе 2021 года НАУРР провела опрос участников рынка промышленной робототехники, по результатам которого можно констатировать, что выручка робототехнических компаний в 2020 выросла на 21% (в сравнении с 2019-м). Многие эксперты отмечают благоприятное влияние пандемии на роботизацию.

|| Материал подготовили:
Марианна Филиппова, Мария Гафурова **|**

МИРОВЫЕ ЛИДЕРЫ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ



Мировые лидеры — компании (год основания) и количество установленных ими промышленных роботов за всё время (по данным на середину 2018 г.), единиц

Источник: Robotics and Automation News, Лаборатория робототехники Сбербанка

KUKA Roboter, Германия

Год основания: 1898

Выручка 2020: 1159,2 млн евро

Типы роботов: паллетайзеры, коботы, мобильные роботы

KUKA - официальный партнер движения WorldSkills Россия. Промышленные роботы используются в лабораториях Сколтеха, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Казанского федерального университета, МГТУ Станкин, Дальневосточного федерального университета, и еще более 90 вузах и ссузах страны.

Fanuc, Япония

Год основания: 1972

Выручка 2020: 1110 млн евро

Типы роботов: все виды стационарных промышленных роботов

Основные усилия компании сконцентрированы в области автоматизации: промышленные роботы, системы ЧПУ, электроэрозионные вырезные станки, машины для литья под давлением и вертикальные обрабатывающие центры. Также FANUC поставляет роботов для заводов BMW как в Германии, так и за её пределами.

ABB Robotics, Швейцария

Год основания: 1988

Выручка - 21691 млн евро

Типы роботов: манипуляторы, коботы

В области роботизации компания представляет оборудование для самых разных отраслей: автомобилестроение, электроника, логистика и других. В России задействовано около 1,5 тысяч роботов этой компании. Роботы трудятся на различных промышленных предприятиях, на предприятиях пищевой промышленности.

Yaskawa Robotics, Япония

Год основания: 1915

Выручка 2020: 3152,86 млн евро

Типы роботов: манипуляторы, коботы, паллетайзеры, дельта и SCARA роботы

Компания производит сервоприводы, контроллеры движения, приводы переменного тока и промышленных роботов.

Kawasaki Robotics

(Kawasaki Heavy Industries), Япония

Год основания: 1896

Выручка 2020: 2888 млн евро

Типы роботов: манипуляторы, паллетайзеры, коботы, SCARA роботы

Kawasaki Robotics разрабатывает решения на базе промышленных роботов в медицине, металлургии, автомобильной промышленности и других отраслях.

Например, двурукий коллаборативный SCARA робот Kawasaki может упаковывать изделия в коробки и выполнять другие работы на неровных поверхностях. Такие роботы могут быть востребованы в пищевой отрасли.

Omron, Япония

Год основания: 1933

Выручка 2020: 1 290 млн евро

Типы роботов: манипуляторы, мобильные и коллаборативные роботы

Компания является одним из мировых лидеров в производстве средств автоматизации.

Rethink Robotics (HANK), Германия

Год основания: 2008

Типы роботов: коботы

Компания занимается разработками в области промышленной автоматизации и робототехнических решений.

Nachi-Fujikoshi, Япония

Год основания: 1928

Выручка 2020: 1 542,4 млн евро

Типы роботов: манипуляторы, паллетайзеры

Компания занимается производством промышленных роботов, станков, а также компонентов машин.

Mitsubishi Robotics, Япония

Год основания: 1921

Выручка 2020: 34 231 млн евро

Типы роботов: манипуляторы, паллетайзеры, SCARA роботы

Компания является одним из мировых лидеров по производству электрического и электротехнического оборудования.

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

Арипх Роботикс, Москва

Год основания: 2018

Тип роботов: манипуляторы

Роботы компании применяются на пищевых производствах и в машиностроении.

Аркодим ПРО, Казань

Год основания: 2013

Тип роботов: декартовы роботы

Разработки компании могут выполнять операции по разгрузке и погрузке, а также покраске, шлифовке, резке и сварке.

Bitrobotics, Москва

Год основания: 2012

Тип роботов: манипуляторы, дельта-роботы

Компания занимается проектированием, производством и внедрением роботизированных комплексов для автоматизации процессов производства, упаковки и укладки.

Grinic Robotics, Новосибирск

Год основания: 2007

Тип роботов: манипуляторы, паллетайзеры

Компания занимается проектами полной автоматизации производства, в частности, внедрением манипуляторов и паллетайзеров.

Норма ИС, Санкт-Петербург

Год основания: 2011

Тип роботов: Манипуляторы

Роботы компании могут выполнять работы по сортировке, сварке, резке, покраске, полировке и др.

Rozum Robotics, Минск

Год основания: 2015

Тип роботов: коботы

Роботы компании предназначены для автоматизации коммерческих и промышленных рабочих процессов, а также исследовательских и образовательных проектов.

НПО Андрoидная техника, Москва

Год основания: 2009

Тип роботов: коботы

Предприятие специализируется на разработке, производстве и обслуживании робототехнических комплексов.

Эйдос Робототехника, Казань

Год основания: 2013

Тип роботов: манипуляторы

Роботы компании используются на производствах, где нужно повысить производительность, заменить людей на сложных или опасных участках, стабилизировать качество продукции и снизить риски травматизма.

Карта рынка промышленной робототехники от TAdviser и НАУРР

Материал подготовили:

Марианна Филиппова,
Леонид Коробков

ДМИТРИЙ КАПИШНИКОВ



Роботы могут применяться везде,
где есть работа для человека



Компания: KUKA Robotics Россия

Дата основания: 2007 год

KUKA Robotics – производитель промышленных роботов. Компания предлагает промышленных роботов различных по цели применения и грузоподъемности. Количество сотрудников в компании KUKA Robotics – 14 000, в российском представительстве – 30 человек.

Материал подготовили:

Гузель Низамова, Алёна Сидорова,
Оксана Федотова, Марианна Филиппова

Дмитрий Капишников,
генеральный директор KUKA Robotics Россия

О КОМАНДЕ И ЕЁ ЦЕЛЯХ

ЦРБТ:
КУКА широко представлена за рубежом. Расскажите о российском представительстве компании: как давно оно работает?

Д.К.:

КУКА в России работает еще с 1960-х годов. Тогда еще не было роботов с электроприводом, но уже применялась автоматизация производственных линий. Начинали сотрудничество с «АвтоВАЗом», затем с «КАМАЗом».

Первые роботы появились в Советском Союзе в 1976 году. Кстати, мы с коллегами однажды наткнулись на аукционе на пивную кружку 1970-го года, которая была подарена торговому представителю СССР компанией КУКА в честь открытия первых линий с роботами... Этот ценный экспонат теперь стоит у нас в офисе (смеется).

Первый договор между КУКА и Советским Союзом был подписан тогда же, в 1970-х годах. Делали сборку роботов совместно с «АвтоВАЗом» и поставляли на промышленные предприятия.

Если говорить о собственном офисе: с 2005 года КУКА начала сотрудничество с университетом СТАНКИН (Московский государственный технологический университет) и открыла на базе него представительство. Официальное юридическое лицо зарегистрировали в 2007 году.

ЦРБТ:

Расскажите о команде: сколько человек работает в российском представительстве, что их вдохновляет?

Д.К.:

В нашей команде чуть больше 30 сотрудников: большая часть занимается сервисом, чуть меньшая — продажами и несколько человек — административной работой. Конечно, в нашем коллективе востребованы и другие функции, но все, что не профильно, мы стараемся передавать на аутсорс: маркетинг, бухгалтерию, работу юристов и так далее.

У нас очень замотивированный коллектив. Людям не нужен постоянный контроль, им интересно самим ставить цели и добиваться их. Есть различные льготы: корпоративный транспорт, медицинские страховки, оплата спортивных занятий, изучение языков и так далее. В результате этих и многих других факторов создана здоровая профессиональная среда, в которой люди готовы работать на постоянной основе и не ищут альтернатив. Есть сотрудники, которые работают по 15 лет.

Как повысить качество жизни людям, работающим на производстве? Заменить их трудную работу роботами, а им дать более квалифицированный труд

ЦРБТ:

Какие цели у российского представительства?

Д.К.:

Стандартная коммерческая цель — увеличение оборота компании. Помимо этого, есть глобальная цель — развитие рынка робототехники в РФ. И с этой точки зрения мы не ставим себе задач из разряда «продать 2 000 роботов куда угодно». Скорее «установить больше роботов, чем за прошлый период, и принести пользу внутри страны».

Работу над развитием рынка робототехники мы ведем по трем направлениям: поддерживаем компании-интеграторы, стараемся усовершенствовать российские

образовательные программы, а также сотрудничаем с государством, чтобы стимулировать развитие отрасли на высшем уровне.

Требуется очень много времени, чтобы продвигать интересы в государственные структуры. Большинство национальных программ могут получить положительные результаты благодаря применению промышленной робототехники для достижения целей, к примеру, самая очевидная — повышение производительности, однако там нет ни слова о промышленной робототехнике. Повышение качества жизни и долголетие тоже связано с роботами. Как повысить качество жизни людям, работающим на производстве? Заменить их трудную работу роботами, а им дать более квалифицированный труд.

Робот — это всего лишь инструмент. Важно определить, как внедрить этот инструмент в технологическую цепочку, решить с его помощью задачи бизнеса

ЦРБТ:

В представительстве сейчас продвигается инициатива о субсидировании производств, внедряющих роботов. Как это поможет компаниям?

Как в России, по вашему мнению, можно еще поддерживать робототехнику?

Д.К.:

Нет, к сожалению, такой закон не продвигается. Единственное, знаю, что Фонд развития промышленности предлагает субсидии под 1% компаниям, которые хотят установить роботов через определенный список партнеров. В России отсутствует конкурентная среда в некоторых отраслях, в Европе конкуренция намного выше, поэтому они развиваются довольно стремительно. В российских компаниях малого и среднего бизнеса, например, в пищевой промышленности, конкуренция есть, поэтому шаблоны некоторых европейских программ по роботизации таких производств можно использовать и у нас.

ЦРБТ:

Остановимся на сегменте образования. Какие сложности вы стараетесь решить?

Д.К.:

90% наших клиентов жалуются на нехватку специалистов. Это связано с тем, что не все российские программы обучения эффективны. Я учился по направлению робототехники и в России (МГТУ «СТАНКИН»), и в Будапеште (Budapest University of Technology and Economics), поэтому могу сравнить подходы к обучению. В России учат в большей степени конструированию роботов, в Европе — акцент на то, как их использовать в дальнейшем. Считаю, что европейский подход правильнее. Впрочем, есть и российские образовательные организации, которые это понимают: всегда привожу в пример Университет Иннополис, где робототехническое образование действительно эффективное.

Робот — это всего лишь инструмент. Важно определить, как внедрить этот инструмент в технологическую цепочку, решить с его помощью задачи бизнеса. Именно поэтому с 2011 года мы стараемся привозить зарубежные образовательные программы. К слову о кадрах: мы также ведем программу трудоустройства специалистов в компании наших партнеров. Если интересно, подписывайтесь на наш telegram-канал. Кстати, через него мы ищем сотрудников для наших партнеров.



О ПРОДУКТАХ, УСЛУГАХ

Линейка роботов компании KUKA

ЦРБТ:

В каких производственных задачах могут применяться ваши роботы?

Д.К.:

Обычно на этот вопрос я отвечаю: везде, где работают люди. Если говорить про «сейчас» и именно про российский рынок, то машиностроение (такие операции, как сварка, резка), производство потребительских товаров (пищевая промышленность, мебель, агрохимия и другое).

ЦРБТ:

Для каких задач/отраслей сейчас чаще всего приобретаются ваши роботы? Как Вы думаете, изменится ли ситуация в ближайшие десять лет?

Д.К.:

Сейчас один из самых быстро растущих сегментов — электроника. Основные потребители — это Китай и азиатские рынки. Как пример: компания Samsung закупила у нас более 10 000 роботов одним контрактом.

Думаю, что в перспективе 10 лет роботы останутся востребованы в электронике, фармацевтике и при работе со станками. Тренд на грузоподъемность уже сходит на нет, сейчас важна точность работы робота и техническое зрение.

ЦРБТ:

Если говорить об опасных для человека условиях работы, какие модели роботов с дополнительной защитой созданы компанией?

Д.К.:

У компании KUKA 13 центров компетенций, как следствие, большая вариативность моделей роботов. Есть роботы, способные работать в условиях легкого радиационного загрязнения; модель, специально сертифицированная для перевозки людей; версии роботов, для которых не является препятствием работа в кислотной и щелочной средах и многие другие.

ЦРБТ:

Мы коснулись вопроса безопасности людей. Насколько редки случаи травмирования людей на производстве при взаимодействии с роботами?

Д.К.:

Насколько мы знаем, редки. В России разработаны регламенты безопасности, но соблюдаются ли они? Например, коботы у нас вне закона, потому что нет

такого понятия, их внедряют, но никто не следит как их используют, соблюдаются ли правила. Иногда можно увидеть в открытых источниках видео, на которых люди работают совместно с машинами даже без элементарных ограждений. Это неправильно. Мы, насколько можем, стараемся улучшать ситуацию: в частности, общаемся по этому вопросу с государством и проводим бесплатные вебинары совместно с компанией Sick о том, как выстроить систему безопасного взаимодействия людей и роботов.

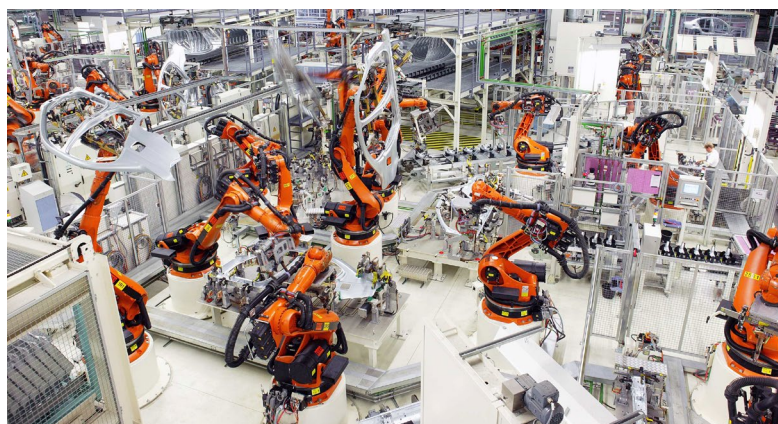
Компания Sick AG (Германия) является мировым лидером по производству датчиков и сенсорных решений для промышленного применения. Решения компании применяются для защиты людей от несчастных случаев на производстве и предотвращения вредного воздействия производства на окружающую среду.

ЦРБТ:

Какова вероятность кибератаки? Как ее избежать?

Д.К.:

Мы недавно разговаривали с Евгением Касперским, он сказал очень просто: если прибыль от атаки выше, чем затраты на нее, то атака высоковероятна. Совместно с компанией «Касперский» мы тестируем сейчас повышение безопасности подключения робота к сети.





Коллаборативные роботы имеют возможность работать вместе с людьми благодаря датчикам отслеживания положения человека.

ЦРБТ:

Как изменились промышленные манипуляторы по сравнению с предыдущими поколениями?

Д.К.:

Я бы отметил изменения в предиктивном обслуживании: роботы сообщают клиентам о возможных поломках, предупреждают о необходимости ремонта. У современных манипуляторов упрощаются интерфейсы, меняются протоколы связи, совершенствуется взаимодействие работы людей и роботов. Также с ростом популярности роботов прослеживается тенденция к снижению их стоимости.

ЦРБТ:

Какие предприятия наиболее автоматизированы, на ваш взгляд?

Д.К.:

Из автопрома могу назвать завод Daimler в Турции — это новое производство, гибкие системы и высокий уровень автоматизации и роботизации. В авиации завод Boeing в США, где нет привычных стоек: в цех заезжают автоматические тележки с роботами, которые осуществляют сборку самолета. Завод Lego также могу отметить, компания вдумчиво развивается в области роботизации.

ЦРБТ:

Какие амбициозные цели по разработке решений сейчас стоят перед вами?

Д.К.:

Из первого, что приходит на ум — сейчас KUKA проводит тесты по применению 3D-печати в медицине, в перспективе с помощью этой технологии будут производиться

органы и ткани для операций... Еще компания гордится своими коботами (сокр. коллаборативный робот). Во-первых, мы сделали их первыми. Во-вторых, они реально классные, но дорогие. Мы поняли, что для текущего рынка, где доля продажи коботов составляет только 5%, они излишне функциональны, опережают свое время. Сейчас обновляем линейку, делаем акцент на удобство новых моделей. В них меньше опций, зато они интуитивно понятны. Еще одна особенность — открытый код. Роботы будут продаваться с возможностью перепрограммирования через мобильное приложение для разработчиков. Также разработчики смогут создавать свой уникальный код и продвигать его через KUKA для заинтересованных заказчиков.

Постепенно мы переходим к созданию матричного производства. Это стандартизированные производственные ячейки, которые не заточены под одну операцию, а могут быть перестроены под любую задачу в течение пары дней. Вот лишь небольшая часть наших амбициозных планов на будущее, которые уже можно анонсировать (улыбается).

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ, ЭКСОСКЕЛЕТЫ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: КАКИЕ ЕЩЁ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЯЮТСЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ?

Человеку при выборе профессии необходимо учитывать не только свои желания, возможности, но и потребности рынка труда. И всё-таки во многом будущую профессию определяют именно способности человека. К слову, у роботов все совсем наоборот. Каждый робот используется под конкретную задачу, и именно процесс, требующий автоматизации, определяет возможности устройства. Что же скрывается за железной обшивкой, управляемой кучей проводов? В нашем обзоре вы узнаете о том, что из себя представляют промышленные роботы, какие технологии еще применяются на производстве и какие задачи они решают.

Автономное устройство, называемое промышленным роботом, состоит из механического манипулятора и перепрограммируемой системы управления. Такие устройства применяются для перемещения объектов и осуществления различных производственных операций, таких как замена деталей, сварка и т. д.

Для питания роботов может использоваться аккумулятор, но в большинстве случаев применяется промышленная электрическая сеть. Управление аппаратом чаще всего происходит через систему управления на основе промышленного компьютера, который передает команды роботу по проводам или с помощью беспроводной связи.

Промышленных роботов классифицируют по грузоподъемности, способу установки, полезной нагрузке и другим параметрам.

В промышленности используются, в основном, последовательные манипуляторы, в которых звенья присоединяются последовательно друг к другу и таким образом образуют единственную кинематическую цепь. Различные виды параллельных манипуляторов, в которых несколько одинаковых кинематических цепей обеспечивают перемещение эндеффера относительно основания робота, используются относительно редко.

Один из основных типов классификации последовательных промышленных роботов определяется степенью подвижности. Универсальные промышленные манипуляторы в настоящее время чаще всего имеют шесть степеней свободы, что позволяет им независимо управлять положением и ориентацией инструментов или объектов в пределах своей рабочей зоны.

Однако для многих производственных задач полное управление ориентацией не требуется. Поэтому остаются популярны роботы с меньшим числом степеней свободы — от трёх до пяти. Такие роботы дешевле и проще. Кроме того, уменьшение степеней подвижности положительно сказывается на жесткости робота, что при прочих равных условиях позволяет сделать его менее массивным и более быстрым.

С другой стороны, в настоящее время создаются роботы-манипуляторы с большим числом степеней свободы, а также развиваются робототехнические комплексы, в которых дополнительные степени свободы обеспечиваются за счёт позиционеров, поворотных столов и другого оборудования. Преимуществом таких систем являются большие возможности по позиционированию рабочего инструмента относительно обрабатываемой детали.

Кинематическая структура манипулятора определяет тип системы координат и форму рабочей области робота, которая наиболее удобна и естественна для работы с роботом.

Эндеффер (end effector) — устройство на конце роботизированной руки, предназначенное для взаимодействия с окружающей средой.

Рабочая зона (рабочая область) робота — это то пространство, в котором робот может перемещать и ориентировать свой рабочий инструмент. В зависимости от требований к ориентации инструмента выделяют различные типы

Грузоподъемность промышленных роботов:

Сверхтяжелые — с номинальной грузоподъемностью свыше 1000 кг.

Тяжелые — с номинальной грузоподъемностью свыше 200 до 1000 кг.

Средние — с номинальной грузоподъемностью свыше 10 до 200 кг.

Легкие — с номинальной грузоподъемностью свыше 1 до 10 кг.

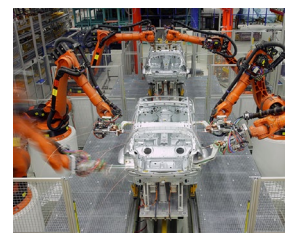
Сверхлегкие — с номинальной грузоподъемностью до 1 кг.

Число степеней свободы (степеней подвижности) определяет минимальное количество независимых переменных, необходимых для полного описания состояния механической системы. У промышленного робота число степеней свободы характеризуется количеством управляемых осей и их положением в пространстве.

Способ установки промышленных роботов:

Встроенные — такие роботы могут использоваться для обслуживания промышленного станка или для работы со станком, например, для подачи деталей. Устройства находятся в одной зоне с рабочим элементом и ограждены от человека. В большинстве случаев такие роботы продаются в составе робототехнической установки, которая встраивается в рабочий процесс.

Самостоятельные (напольные и подвесные роботы) — способны на большие перемещения, могут работать одновременно с несколькими станками и выполнять несколько технологических операций самостоятельно, то есть заменять станок. К таким роботам можно отнести манипулятор, который может выполнять различные производственные операции, заменяя не только человека, но и дорогое оборудование.



рабочего пространства, такие как пространство неограниченных ориентаций, пространство множества ориентаций, пространство постоянной ориентации и другие.

Выделяют несколько типов базовых систем координат:

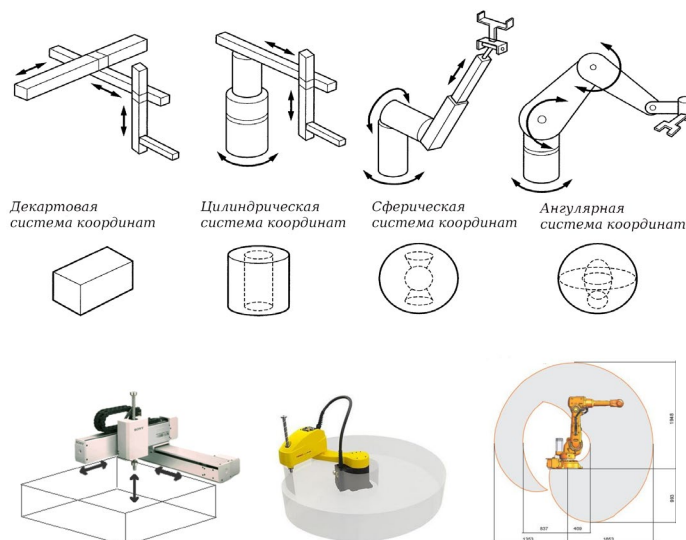
Прямоугольная (декартова) – устройства, работающие в такой системе координат, называются декартовыми роботами. Рука такого робота состоит из двух или трёх звеньев, перемещающихся в перпендикулярных направлениях относительно друг друга. Роботы такого типа часто имеют только три степени подвижности и могут обеспечивать только перемещение объектов.

Цилиндрическая – в такой системе координат работают, например, роботы SCARA. Такие роботы обычно имеют четыре степени свободы, которые позволяют работать в «стакане», окружающем их, а также ориентировать объект вокруг вертикальной оси.

Сферическая – устройства с такой системой координат представляют собой вращающуюся колонну, поворотную каретку и «руку», перемещающуюся по каретке поступательно. Некоторые виды манипуляторов предназначены для работы в такой системе координат.

Ангулярная (сферическая угловая) – в такой системе координат работают шарнирные манипуляторы. Роботы наиболее точно представляют собой руку человека: к вращающемуся корпусу («туловище») прикреплено «плечо», а к нему в свою очередь крепится «предплечье». Роботы такого типа имеют шесть степеней подвижности.

Комбинированная – одна из самых сложных систем координат, которая дает роботам возможность выполнять сложные задачи по перемещению. Роботы такого типа имеют семь и более степеней подвижности. Например, в такой системе координат работают манипуляторы, установленные на линейной оси. Они совмещают сферическую и цилиндрическую систему координат. Перемещаясь по линии оси, манипулятор расширяет свое рабочее пространство.



Помимо кинематической схемы, аппараты отличаются по грузоподъемности, диапазону рабочей зоны, точности, скорости и габаритам. Эти характеристики определяют задачи, которые будет выполнять робот.

В обзоре представлены основные типы последовательных роботов, наиболее распространённый тип параллельных роботов – дельта-робот, а также некоторые другие устройства и технологии, используемые или перспективные для промышленности, такие как экзоскелеты, мобильные роботы, технологии дополненной и смешанной реальности.

РОБОТЫ-МАНИПУЛЯТОРЫ ШАРНИРНОГО ТИПА (АНТРОПОМОРФНЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ)

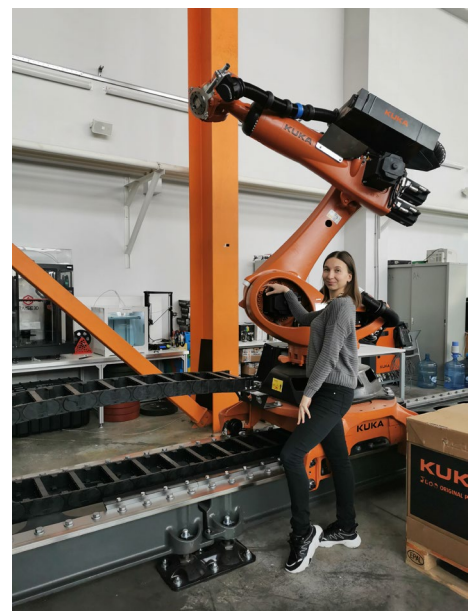
Человеку, чтобы взять или переместить какой-нибудь предмет, необходимо задействовать всю руку: плечо, локоть, запястье и пальцы. В зависимости от совершаемого действия человек складывает пальцы рук определенным образом и применяет необходимую силу для манипуляций с предметом. По такому же принципу работает и наиболее распространённый тип промышленных манипуляторов. Шарнирные роботы состоят из вращательных кинематических пар и имеют обычно от четырех до шести управляемых осей. **Управляемая ось** – это привод, позволяющий роботу менять положение в пространстве, как человеческое плечо и локоть. **Кинематические пары** – это соединения элементов конструкции посредством управляемой оси. Например, у человека такой парой можно назвать соединение плеча и предплечья с помощью локтя.

В манипуляторах такого типа по аналогии с человеком выделяют «руку» и «кисть». Как правило, «рука» имеет три степени свободы и предназначена для перемещения объектов в рабочем пространстве робота. В свою очередь «кисть» тоже имеет три степени свободы, но она предназначена для ориентации объектов в пространстве. На «кисти» закрепляется рабочий инструмент или устанавливается схват, который позволяет удерживать различные объекты. Таким образом, основная часть манипулятора имеет шесть степеней свободы, которых достаточно для позиционирования и ориентации объекта или инструмента в пространстве.

Манипулятор может иметь больше шести управляемых осей: чем больше, тем шире его функционал. Дополнительные оси робота могут быть линейными, обеспечивающими перемещение вдоль оси, – это обеспечивается в комбинированной системе координат.



Промышленный робот-манипулятор на линейной оси от компании KUKA и сотрудник лаборатории робототехники. Робот-манипулятор на линейной оси расширяет свою рабочую зону за счет перемещения по линейной оси



Вместо пальцев робот-манипулятор использует устройства захвата. Они могут быть выполнены в любом виде, удобном для исполнения той или иной работы, а также обладать разной прочностью и грузоподъемностью. Для перемещения плоских предметов, например, легких коробок, робот может использовать вакуумный захват, а для работы с нестандартной формой груза – вилочный. Робот также может иметь в качестве рабочего инструмента сварочное устройство, фрезеровочный аппарат и другие инструменты. Таким образом, тип «пальцев» робота определяется объектом, с которым манипулятору придется работать.

Для роботов-манипуляторов различают несколько типов захвата:

Вилочный – два ряда вилок, расположенных параллельно друг другу, с помощью которых можно перемещать тяжелые мешки и другую нестандартную упаковку.

Зажимной – похож на вилочный, но требует более тщательной настройки прилагаемой степени усилия. Такой тип зажимов применяется для перемещения тонкостенных упаковок, строительных материалов, габаритных и тяжелых грузов (кирпичи, тяжелые детали).

Пневматический – с помощью усилия сжатого воздуха устройство способно захватывать и переносить предметы на различные расстояния. «Пальцы» захвата (губки) могут сжиматься и разжиматься благодаря внутреннему распределителю воздуха.

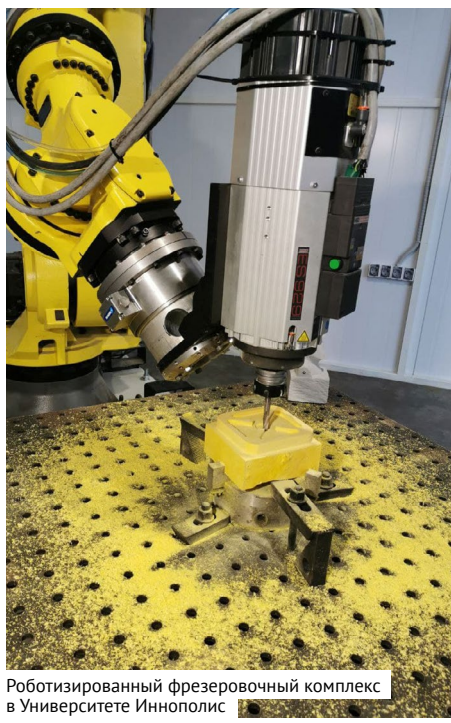
Вакуумный – с помощью этого устройства можно быстро осуществить захват. В вакуумных присосках воздух разряжается – образуется вакуум, благодаря которому робот может надежно держать груз при его перемещении.

Гидравлический – обеспечивает требуемое усилие для работы с тяжелыми предметами. Такой тип захвата не имеет широкого применения в связи с необходимостью в дополнительном обслуживании.

Сервоэлектрический – позволяет работать с небольшими деталями благодаря гибкости инструмента, так как может открываться на любое промежуточное положение.

Магнитные захваты разделяют на два подтипа. **Захват с постоянным магнитом** часто используется на взрывоопасных производствах. Такие захваты не требуют подключения к электроэнергии, но нуждаются в механизме снятия груза. **Электромагнитный захват** работает от системы управления с внешним питанием. После перемещения груза питание манипулятора отключается, после чего груз освобождается.

Комбинированный – позволяет выполнить несколько последовательных операций, которые требуют применения различных типов захвата. Например, вакуумно-зажимного или вакуумно-вилочного.



Роботизированный фрезеровочный комплекс в Университете Иннополис



Пневматические захваты

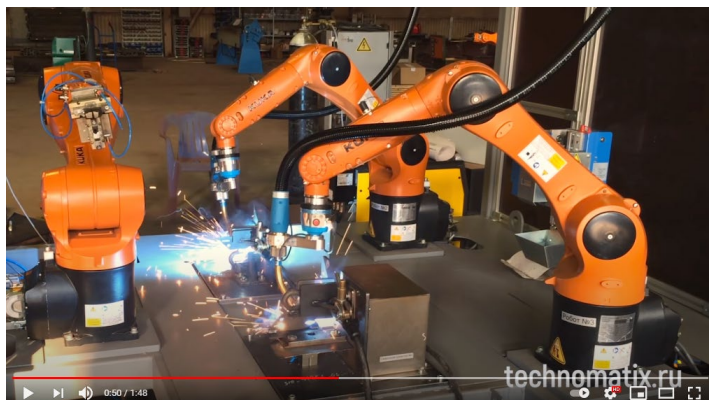


Кроме того, для работы с хрупкими предметами в аппараты встраиваются датчики давления или силомоментные сенсоры, благодаря которым роботы могут контролировать силу захвата.

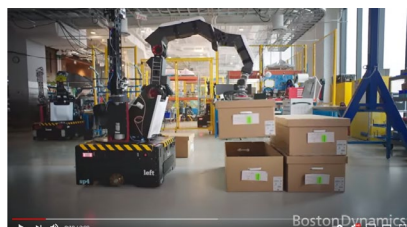
По виду выполняемых операций манипуляторы бывают:

- производственные – выполняют операции технологического процесса: сварку, склеивание, обслуживание станков, резку, шлифовку, фрезерование и др.;
- подъемно-транспортные – осуществляют перемещение грузов;
- универсальные – выполняют как основные производственные операции, так и вспомогательные.

Манипуляторы могут работать под руководством оператора, задающего команды на протяжении всей работы аппарата, или автоматически – с использованием управляющей программы. Каждая компания, выпускающая роботов-манипуляторов, программирует устройства на своем уникальном языке программирования. Например, роботы KUKA работают на языке KRL, и этот язык может использоваться только в аппаратах этой компании. Поэтому манипуляторы считаются неуниверсальными с точки зрения программного обеспечения, так как невозможно использовать программу одного робота для работы с другим устройством.



Для перемещения более тяжелого груза может использоваться паллетайзер. Такой аппарат на основе манипулятора обладает лучшими характеристиками для выполнения работ по погрузке и разгрузке, а также легче в настройке, эксплуатации и дешевле манипуляторов.



Интересное решение мобильного манипулятора предложила компания Boston Dynamics. Робот Stretch – компактное устройство для работ с грузами. Устройство имеет вакуумный захват и автономную платформу, с помощью которой может перемещаться в помещении.

РОБОТЫ С ДЕКАРТОВОЙ СИСТЕМОЙ КООРДИНАТ

Декартова (прямоугольная) система координат является наиболее простой для понимания и описания движения, так как система предполагает перемещение по осям x , y , z под прямым углом. Поэтому роботы, работающие в такой системе, состоят только из линейных осей, позволяющих перемещаться устройствам относительно рабочей зоны. Простыми словами, если вообразить, что робот находится в центре коробки, то он может переместить груз в любую точку этой коробки, передвигаясь только параллельно или перпендикулярно дну.

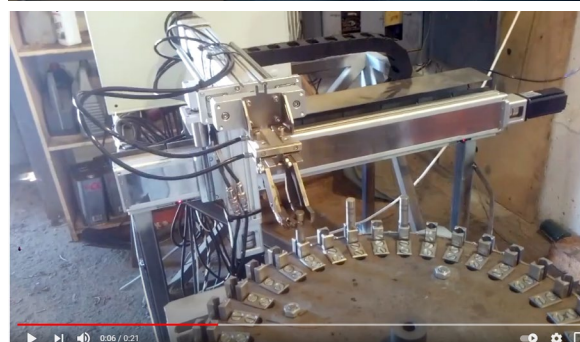
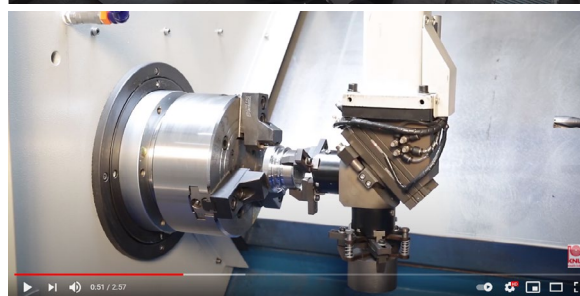
К примеру, игровой автомат с игрушками является упрощенным подобием портального робота под управлением человека. Рычаг управления позволяет каретке с захватом перемещаться в нужную точку по закрепленным балкам над горой с игрушками. Каретка представляет собой вал, систему подшипников и стакан, фиксирующий на каретку рабочий элемент. Конструкция останавливается в выбранной точке и позволяет опустить трос с захватом, чтобы схватить игрушку. После этого трос поднимается назад и аппарат направляется к точке выдачи призов, где можно забрать выигрыш, открыв захват устройства.

В качестве примера работы такого агрегата в промышленности можно привести портальные контрольно-измерительные машины (КИМ). Агрегаты компании Hexagon Manufacturing Intelligence предназначены для измерения крупных деталей с высокой точностью, контроля высокоточных призматических элементов, измерения и контроля сложных механических узлов.



В производственных цехах и на больших складах такие аппараты могут играть важную роль благодаря способности к перемещению в любую точку огромного пространства помещения. Конструкция робота может состоять из рельс, закрепленных на противоположных стенах или опорах, по которым передвигается балка с рабочим звеном. Как и в автомате с игрушками, рельсы аппарата позволяют передвигаться рабочему инструменту по всему периметру цеха. Такие аппараты в основном применяются для выполнения повторяющегося цикла укладки грузов.

Так же как и другие роботы, такие устройства могут оснащаться средствами автоматизации, системой технического зрения и программируемыми контроллерами — все эти устройства позволяют осуществлять работу без остановки на высокой скорости и с большей точностью.



Захваты портальных и декартовых роботов отличаются от рабочих инструментов манипуляторов способностью к большим нагрузкам. Портальные и декартовы роботы не подходят для работы с перемещением по сложной траектории, чаще всего они применяются для подъема, транспортно-сборочных операций, загрузки и выемки деталей, для перемещения тяжелых инструментов и других роботов.

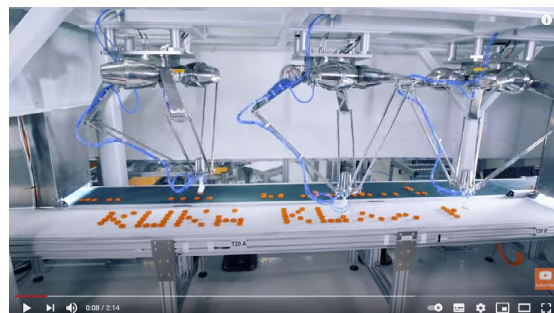
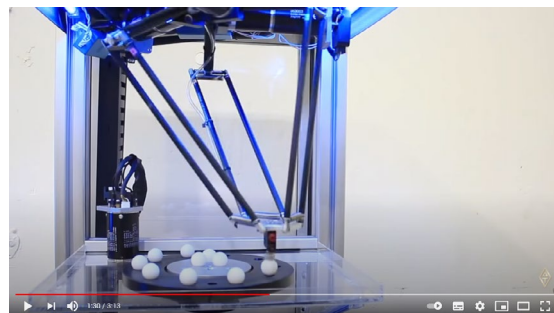
SCARA-роботы

Роботы типа SCARA имеют преимущества благодаря повышенной жесткости конструкции. Жесткость механизма необходима для сохранения положения в пространстве при влиянии внешних факторов. Так как у роботов типа SCARA управляемые оси находятся в вертикальном положении, перпендикулярно рабочей плоскости, то воздействие внешних сил на звено робота будет незначительно влиять на работу робота, поскольку ось не даст конструкции согнуться. В таких манипуляторах звенья, находящиеся в горизонтальной плоскости, могут прогибаться. Устройства, использующие механику SCARA, можно выделить в две группы:

- промышленные роботы (манипуляторы, транспортные механизмы),
- координатные машины с ЧПУ (малогабаритные фрезерные станки, граверы, 3D принтеры).

Промышленный робот SCARA имеет максимум четыре степени свободы, механизм аппарата может состоять из одной поступательной оси и трех вращательных. Рабочая область механизма цилиндрической формы зависит от модели робота, которая различается диаметром и глубиной цилиндра. Выглядит это так, будто робот находится в центре стакана и может перемещаться только в радиусе его дна.

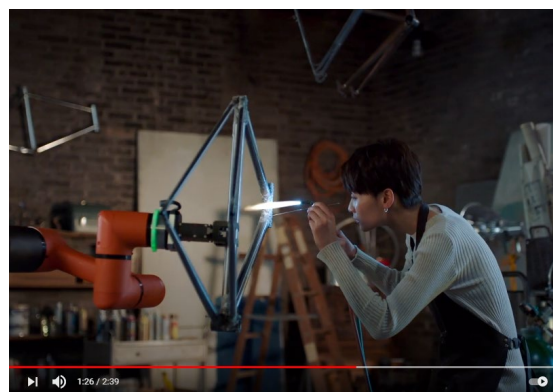
Преимущество применения роботов SCARA заключается в возможности их использования на любой плоскости и в ограниченных помещениях. В большинстве случаев такие роботы выполняют операции сборки и перемещения. Манипуляторы SCARA могут быть оснащены рабочими инструментами: это может быть простой захват, отвертка, сверло и др.



Коллаборативные роботы

Из соображений безопасности промышленные манипуляторы следует устанавливать в специально отведенных местах с ограждением и окрашивать в яркие цвета. Несмотря на достоинства применения роботов, такие как повышение качества и скорости выполнения операций, не все процессы на производстве можно полностью автоматизировать, а иногда в этом даже нет необходимости. Именно для таких задач предназначены коллаборативные роботы. Такие аппараты могут работать в паре с людьми и учитывать нахождение рядом человека, не причиняя ему вреда, благодаря специальному ПО и встроенным датчикам. Именно наличие встроенных датчиков отличает коллаборативного робота от промышленного манипулятора. Заметив человека в своей рабочей зоне, робот остановится или замедлит движение. Также скорость работы роботов (так сокращенно называются коллаборативные роботы) намного ниже, чем у манипуляторов — это связано с техникой безопасности.

Размеры таких роботов не превышают полутора метров — это необходимо для комфортной работы с человеком. В отличие от промышленных роботов, аппараты могут работать в непосредственной близости от человека без установки защитного ограждения. По конструкции коботы могут быть схожи с промышленными манипуляторами.



Для того, чтобы легче интегрироваться в существующий производственный процесс, а также не доставлять неудобств персоналу, робот должен копировать работу человека. Захваты коллаборативных роботов не отличаются от захватов обычных промышленных манипуляторов, поэтому они могут выполнять те же функции.

Дельта-роботы

Название робота отражает сходство устройства с перевернутой буквой греческого алфавита «Δ» (дельта). Привод устройства находится в основании аппарата, которое крепится над рабочей зоной устройства. Конструкцию робота можно легко представить, используя образ паука, только вместо ног робот имеет рычаги. Они крепятся над рабочей зоной в небольшое основание, которое несет рабочий инструмент робота: вакуумный захват, маркер и др. Дельта-робот располагает тремя степенями свободы, это зависит от количества рычагов. Чем больше их количество, тем точнее аппарат. Рабочая зона робота — полусфера — имеет ограничения, которые позволяют ориентировать рабочую платформу по осям X, Y и Z.

Дельта-роботы могут быть внедрены в производственные линии с ограниченным доступом, благодаря различным вариантам монтажа. Интеллектуальные функции, такие как техническое зрение, визуальное отслеживание, обеспечивают устройству высокую точность движений и скорость перемещения. Такой тип роботов востребован на линиях упаковки, где некоторые аппараты осуществляют до 300 захватов в минуту.

Благодаря высокой скорости работы дельта-роботы находят широкое применение при упаковке и сортировке продукции в пищевой, медицинской, фармацевтической промышленности, при производстве электронных компонентов. Большинство современных «роботов-пауков» могут работать с грузами до 12 кг, отдельные модели — до 30 кг.



В отличие от промышленных манипуляторов, работа которых задается программным кодом, роботов можно программировать с помощью тактильных технологий (Haptics Technology). Тактильные и силомоментные системы осязания позволяют задавать движения робота с помощью его передвижения. Специалист может отклонить звено устройства на нужный угол для совершения работы — робот запомнит движение и повторит его по команде нужное количество раз. Применение такого способа программирования можно посмотреть на видео с коллаборативным роботом Hanwha.



Коллаборативные роботы требуют меньше затрат на внедрение и переналадку производственного процесса, обучение персонала и привлечение сторонних специалистов.



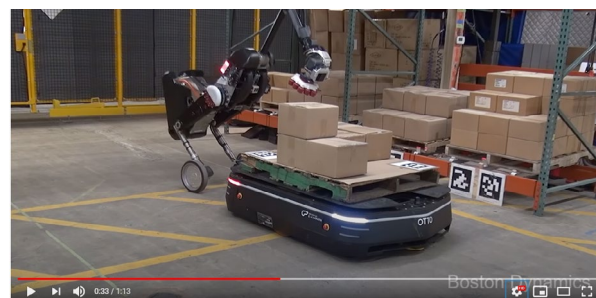
Мобильные роботы

Главное преимущество мобильных роботов — это способность к перемещению. Однако на промышленных предприятиях такая работа требуется нечасто. Несмотря на это, многие компании предлагают решения для выполнения производственных операций на основе мобильных роботов.

К примеру, мобильная платформа от компании KUKA, оборудованная манипулятором, может быть использована в единоразовых операциях, а также на местах, где нет возможности установить стационарный манипулятор, или же на замену другому устройству. В таких случаях передвижение платформы является преимуществом перед устройствами, требующих фиксации к полу и длительного монтажа.



Совместное применение нескольких технологий может улучшить характеристики робота. Например, Handle, разработка компании Boston Dynamics для складских работ, обладает методами захвата манипулятора для склада и способом передвижения автономной платформы. Соединение таких характеристик расширяет функционал робота, так как помимо сортировки и складирования, он может и сам перемещать груз.



Экзоскелеты

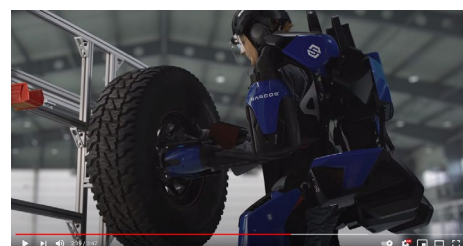
У современных роботов масса положительных характеристик, позволяющих выполнять работу лучше человека. Однако существуют сферы, которые трудно роботизировать в связи со сложностью работы. В таких профессиях, как монтажник, рабочий-сборщик, строитель, выносливость человека играет важную роль.

Экзоскелет — устройство, позволяющее человеку справиться с тяжелой работой и увеличить силу мышц за счет переноса нагрузки через внешний каркас в опорную площадку стопы экзоскелета. Также конструкция позволяет восполнить утраченные функции мышц. Например, после возвращения на Землю, во время восстановления и привыкания к гравитации, космонавты используют такие аппараты для передвижения.

Экзоскелеты можно классифицировать по расположению на теле и активности устройства. Помимо полноразмерных конструкций, есть модели, снижающие нагрузку отдельно на верхнюю часть тела или на нижнюю. Принцип работы экзоскелетов зависит от типа привода.

Активные экзоскелеты оснащены приводами, которые получают энергию от источников питания, закрепленных на самом экзоскелете. Например, полноразмерные экзоскелеты Guardian XO от компании Sarcos Robotics значительно повышают силу человека и снижают нагрузку на тело, позволяя переносить очень тяжелые грузы. Такие конструкции сложны и затратны в разработке, поэтому большинство применяемых на практике экзоскелетов имеют пассивную конструкцию.

Принцип работы пассивных экзоскелетов основан на базовых законах механики и не требует источника энергии. Устройство снижает нагрузку за счет применения противовесов и рычагов. К слову, компания Ford испытывает на нескольких своих автомобильных заводах пассивные экзоскелеты верхней части тела, снижающие нагрузку при работе с высокоподнятыми руками. Экзоскелеты облегчают работу людям на производстве в медицине, логистике и других отраслях.



AR и MR технологии

Работа на производстве требует соблюдения правил безопасности и выполнения других предписаний, необходимых для правильной эксплуатации оборудования. Перед началом работы стажеру необходимо изучить и запомнить множество правил, после чего быстро включиться в работу. Поэтому, чтобы быстрее вовлечь персонал в производственный процесс, можно использовать технологии дополненной и смешанной реальности.

Технология дополненной реальности AR (Augmented Reality) позволяет визуализировать несуществующие предметы в конкретном помещении на экране цифрового девайса. Например, с использованием мобильного телефона магия AR-технологии работает следующим образом: камера анализирует помещение, программное обеспечение накладывает на реальное изображение виртуальный объект, и на экране телефона появляется AR-изображение.

- Виртуальная реальность (Virtual reality, VR) — полностью вымышленное спроектированное окружение;
- Дополненная реальность (Augmented reality, AR) — на существующий мир накладывается виртуальное изображение;
- Смешанная реальность (Mixed reality, MR) — позволяет видеть взаимодействие реальных и виртуальных объектов в настоящем мире.

Дополненная реальность не дает ощущения реального расположения и взаимодействия объектов с окружающим миром. В этом и заключается главное отличие дополненной реальности от смешанной реальности.

В отличие от шлема виртуальной реальности, который транслирует искусственную реальность без синхронизации с настоящей, очки дополненной реальности прозрачны. Глаза исследователя видят окружающую среду, на которую накладывается информация в виде изображений или подсказок. По сути, это голография, а очки являются устройством, способным ее транслировать.

Технологии дополненной реальности позволяют быстро обучить новых сотрудников на производстве. Например, цифровизация производства компанией Phoenix Contact — это внедрение дополненной реальности в повседневную работу сотрудников. В её основе лежит объединение различных машин и систем в единую сеть, а также сбор данных об устройствах и их текущем состоянии. При работе очки дополненной реальности синхронизируют реальные данные с подсказками, необходимыми специалисту, и перед его глазами появляются указания к работе на объекте. Человек может взаимодействовать с AR с помощью различных команд: жестов, контроллеров, маркеров, голоса, — или же путем правильного соблюдения последовательности действий. Такой подход помогает получить обратную связь от

специалистов и эффективнее выполнять работу стажерам.

По сравнению с дополненной реальностью, применение смешанной реальности значительно расширяет возможности персонала на производстве, в строительстве и на объектах логистики. К примеру, на складе такая технология позволяет планировать путь в помещении и может показать оптимальный вариант укладки товара.

В будущем вся монотонная работа на производстве будет передана роботам. Такой подход позволит повысить безопасность и скорость работы на промышленных предприятиях, а также позволит перейти на новый уровень развития технологий. С помощью технологий AR и MR появится возможность быстро обучить и включить в работу новый персонал, а применение экзоскелетов позволит облегчить работу специалистам во множестве сфер. Таким образом, роботизация даст толчок к повышению квалификации персонала и появлению новых профессий.



Материал подготовили:
Марианна Филиппова, Алёна Сидорова

МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ

METRA
ROBOTICS

Рязанова Елена Валерьевна, директор центра роботизации промышленности «Метра-Роботикс»:

Роботизированные решения нашей компании применяются на большом количестве технологических процессов, самые распространённые из них: сварка, обслуживание ЧПУ, покраска, фрезеровка, полировка, шлифовка, роботизированный КИМ, роботизированное тестирование, сборка, паллетирование, сортировка и прочее. Помимо роботизированных технологических ячеек, мы предлагаем беспилотный транспорт, который призван покрывать все внутрискладские и внутрицеховые логистические нужды: AGV, роботизированные погрузчики, роборохли, роботабеллеры.

Технические решения нашей компании уникальны каждый по-своему, так как заказчики, приобретая наши аппаратно-программные комплексы в виде РТК или в виде AGV, получают не просто механизм, а

компания является системным интегратором компаний KUKA, FANUC и 3D ТЕХНОЛОГИИ

технологии для решения той или иной технологической задачи. А они, как известно, у всех производств имеют свои уникальные особенности.

Ввиду пандемии и очевидного роста автоматизации и роботизации производств, почти все отрасли находятся в фазе роста уровня роботизации. Но особенно это заметно на представителях среднего и малого бизнеса. Мелкие предприятия без большой серии производства испытывают дефицит в кадрах, они готовы быстро трансформироваться и автоматизировать свои производства. Кстати, ввиду роста и развития технологий, сейчас все больше предприятий, не имеющих крупную серию, а только единичное производство, решаются на роботизацию.



Шевелёв Сергей Владимирович, генеральный директор ООО «Фруктонад Групп»:

Основными решениями нашей компании в области роботизации производства является автоматизация таких стандартных процессов, как упаковка, сборка, паллетирование.

Роботизация сборочных процессов подразумевает под собой уникальную работу наших специалистов для каждого заказа. Сборка готовых изделий – это многогранный и высокоточный процесс, ручное выполнение которого представляет собой однообразную, изматывающую и рутинную работу. Автоматизированные сборочные линии – это система устройств,

компания является системным интегратором компании ABB

берущая на себя все операции сборки. Сложность и уникальность работы по роботизации такого процесса – это изучение и моделирование действий человека, занятого на этой операции, в алгоритм, который будет заложен в робота.

В ближайшее время, на наш взгляд, продолжится роботизация операций по упаковке и сборке. Эти операции присутствуют в большом количестве отраслей, поэтому все больше компаний будут задумываться о роботизации производств.

АЛЕКСАНДР ЯШКИН



Роботы не новое, а хорошо забытое старое



Компания: FANUC Россия
Дата основания: 2003 год

FANUC — японская корпорация, производитель оборудования для промышленной автоматизации. Деятельность компании «FANUC» сосредоточена в трёх сферах: ЧПУ и лазерное оборудование, промышленные роботы и станки.

Материал подготовили:

Гузель Низамова, Алёна Сидорова,
Марианна Филиппова, Оксана Федотова



Александр Яшкин,
генеральный директор FANUC Россия

Линейка промышленных
роботов компании FANUC



О РЫНКЕ РОБОТОТЕХНИКИ

ЦРБТ:

Компания FANUC — один из лидеров на рынке промышленной робототехники и среди производителей систем ЧПУ. Скажите, что помогает вам удерживать лидирующие позиции на рынке?

А.Я.:

Наша бизнес-модель принята уже давно и она является тем драйвером, который помогает нам удерживать лидерские позиции. Мы идем в ногу со временем, создавая те продукты, которые востребованы на рынке. Работаем с интеграторами в 100% случаев, они, в свою очередь, сотрудничают с различными промышленными компаниями, находятся на передовой, и диктуют нам актуальные требования к продукту, которые необходимы этим компаниям для реализации проекта. Это помогает нам создавать востребованных роботов, а также программные решения, которые позволяют этим роботам легко вписаться в технологические процессы. Мы не делаем что-то необычное, что можно просто поставить в музей и любоваться. Только те продукты, на которые есть спрос.



Мы не делаем что-то необычное, что можно просто поставить в музей и любоваться. Только те продукты, на которые есть спрос



ЦРБТ:

Страны Азии удерживают лидерство в области роботизации уже несколько лет подряд. Как Вы думаете, с чем это связано?

А.Я.:

Начнем с того, для чего вообще нужны роботы на производстве. Помимо фактора экономии пространства и времени, они, в первую очередь, требуются для поддержания постоянства качества и объема выпускаемой продукции. Если говорить про Азию, местные компании в большинстве своем работают в очень высококонкурентной среде, нацелены на глобальный рынок. Для них качество, объем, выполнение работы в срок, вариативность продукции — это вопросы конкурентоспособности, которые сподвигают их применять роботов в большом масштабе.

То есть конкуренция — вот важнейший стимул для роботизации. В случае с российскими компаниями круг заказчиков в основном относится к внутреннему рынку, который воспринимает текущее качество более лояльно. На внешнем рынке требования серьезнее. Как пример: до тех пор, пока среди поставщиков АвтоВАЗа были в основном российские компании, они не стремились что-либо массово роботизировать, как только компания перешла под контроль международного альянса Renault–Nissan–Mitsubishi, была проведена большая

FANUC оснастил ЧПУ новой функцией QSSR (Quick and Simple Start-up of Robotization). QSSR FANUC — это полный пакет, который упрощает подключение робота FANUC к станку, управляемому FANUC. Новая функция G-кода QSSR позволяет операторам и производителям станков легко программировать роботов с помощью ЧПУ FANUC в стандартном формате G-кода ISO. Тем, кто не знаком с языком программирования роботов, больше не потребуется дополнительное обучение или специалисты, поскольку программирование можно выполнять с помощью G-кодов.

работа со всеми поставщиками компонентов. В случае если на 10 000 изделий выявится брак — первое предупреждение, если брак повторяется — поставщик исключается из реестра.

ЦРБТ:

Расскажите, пожалуйста, о примерах внедрения искусственного интеллекта в производство — в вашей компании или у заказчиков.

А.Я.:

Термин «искусственный интеллект» можно поделить на два направления. Во-первых, это обработка внешней информации и принятие на ее основе решений. Во-вторых, способность накапливать информацию, самообучаться и, таким образом, оптимизировать свою работу. Если говорить про первый тип искусственного интеллекта, FANUC уже более чем 30 лет предлагает нашим потребителям интегрированную систему технического зрения FANUC iRvision, которую мы также используем в своем производстве. То же самое можно сказать про силомоментные датчики, которые позволяют роботам принимать решения на основании тактильной либо визуальной информации, которую робот получает от системы технического зрения. Все это можно назвать первичной стадией искусственного интеллекта.

Следующим шагом для нас стало создание системы самообучения для различных операций, запрограммированных человеком.

Например, робот запрограммирован на определенную траекторию движения, но в процессе уже сам анализирует поступающую информацию и прокладывает для себя наиболее быстрый маршрут. В нашей компании такие опции называются Learning Vibration Control и Learning Pass Control. Это позволяет минимум на 15% оптимизировать время цикла робота, что особенно важно для массовых производств (например, на автопроме при сварке кузова автомобиля).

Еще мы предприняли такие шаги по внедрению искусственного интеллекта: сделали комбинацию тактильных и зрительных сенсоров для задач шлифования, полирования, зачистки изделий после механической обработки. Робот с помощью технического зрения смотрит, где какие наплывы, и в автоматическом режиме начинает устранять дефекты там, где это необходимо.

Или вот еще пример применения: есть линия по укладке печенья, над ней установлена камера с компьютерным зрением для анализа положения продуктов на конвейере, и автоматическая система распределяет задачи роботам: кому какое печенье взять.

Сейчас еще ведется совместная работа с Токийским университетом по самообучению роботов, чтобы они в автоматическом режиме обменивались информацией при производстве: кто перегружен, а у кого «свободные руки», — и, на основе этого, принимали решение о равномерном распределении задач.

ЦРБТ:

Часто ли вы сталкиваетесь с тем, что компании не хотят внедрять роботов, потому что нет краткосрочной выгоды?

А.Я.:

У нас две с половиной категории предприятий в стране (смеется). Первая — госпредприятия, которые распоряжаются, как правило, не своими бюджетами. Вторая — частный бизнес. И еще есть частный бизнес, который сотрудничает, в основном, с госпредприятиями. Если говорить про государственные структуры, конечно, там все внедряется, автоматизируется в соответствии с программами, утвержденными правительством. Если говорить о частных компаниях, бывает, сталкиваемся с тем, что компании говорят: «Нет, вдруг не окупится». Но таких скептиков становится все меньше. Причин несколько: во-первых, становится меньше сотрудников рабочих специальностей; во-вторых, возникла нехватка рабочей силы в связи с пандемией; в-третьих, меры поддержки от государства делают покупку оборудования и другие финансовые затраты гораздо менее ощутимыми для бизнеса. Как результат — роботизация становится все более привлекательной альтернативой ручного труда для компаний, а доступность финансовых ресурсов позволяет спокойно относиться к окупаемости в течение пяти-семи лет.



Коллаборативный робот на конвейере упаковки фармацевтического производства

ЦРБТ:

Как часто производители хотят заменить людей на роботов при выполнении вредного тяжелого труда?

А.Я.:

Когда мы говорим «заменить людей на производстве» — мы лукавим. Никто на современных производствах раскаленные детали вручную не перетаскивает, для этого используются механические краны. Все эти процессы и так были механизированы. Сейчас мы говорим о том, что помимо таких простых операций как перемещение, устройства могут выполнять вспомогательные: например, контрольно-измерительные. Добавление таких функций позволяет сузить цепочку технических процессов и на одном участке выполнять сразу несколько операций.



На мой взгляд, коллаборативные роботы способствуют изменению восприятия роботов. Их легче внедрить, запрограммировать. Люди понимают, что это не суперсложная вещь, она не требует заливки фундамента под ее установку и можно легко внедрить ее в производственный процесс



ЦРБТ:

Как Вы считаете, текущих методов стимулирования робототехники со стороны государства достаточно? Что бы еще помогло?

А.Я.:

Сейчас достаточно много институтов, готовых помогать при внедрении промышленного и любого другого высокотехнологического оборудования. Поэтому, думаю, те руководители, которые говорят: «Это недоступно», — просто не вникали в предложения, которые есть на рынке. Сейчас есть исчерпывающие меры поддержки, которые помогают создать новое производство или модернизировать текущее. Если говорить о федеральных и региональных программах, есть, например, Фонд развития промышленности, который выдает займ на роботизацию под 1% — доступные деньги в короткий срок.

Информация о том, какие есть возможности для развития робототехники, до каких-то регионов нашей большой страны вообще не доходит. В этом вижу проблему.

Популяризация робототехники и науки в целом также может создавать в головах людей установку, что это нужно и доступно. Думаю, необходимо больше рассказывать. Например, то, чем вы занимаетесь, создавая этот дайджест — правильный подход. У людей должно сформироваться восприятие, что роботизация — это не сложно и не дорого. Вспомните, когда только появились мобильные телефоны, мы думали, что это дорого — сбрасывали и перезванивали с домашнего. Сейчас большинство из нас пользуется только мобильной связью. Кроме того, она совершенствуется, и это стимулирует внедрение новых гаджетов. Нужно писать аналитические статьи, делиться историями успеха компаний, перед которыми стояли сложные задачи, решенные с помощью роботов.

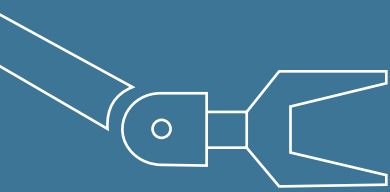
Еще из полезных мероприятий — хорошо бы, чтобы банки давали кредиты или займы на роботизацию, чтобы развитие происходило не только на бюджетные деньги.

ЦРБТ:

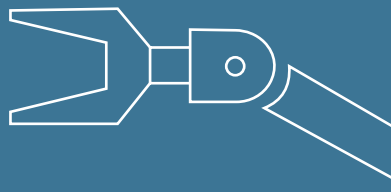
Как вы считаете, есть ли недочеты в правовой отрасли по отношению к робототехнике? Например, с юридической точки зрения, нет такого понятия в законе «коллаборативный робот», тормозит ли это развитие таких устройств?

А.Я.:

Я думаю, отсутствие упоминания в законе о коллаборативных роботах никого не сдерживает.



В России нет особых правил по внедрению коботов, они так же как и любые промышленные роботы, должны находиться в ограждении. Как раз таки, на мой взгляд, коллаборативные роботы способствуют изменению восприятия роботов. Их легче внедрить, запрограммировать. Люди понимают, что это не суперсложная вещь, она не требует заливки фундамента под ее установку и можно легко внедрить ее в производственный процесс.



О КОМАНДЕ

ЦРБТ:

Расскажите, пожалуйста, о кадровой политике компании. Есть ли проблемы с кадрами и как с ними справляетесь?

А.Я.:

Мы — компания, которая переживает органический рост на российском рынке. Начинать работать в 2008 году вчетвером, сейчас в штате более 40 человек, и постоянно идет набор новых специалистов. Даже в прошлом году, в разгар Covid-19 и финансового кризиса большинства компаний, мы приняли трех специалистов.

Рынок каждый год увеличивается на 10-20%. Как следствие, нам нужны новые роботы, установки, специалисты технического обслуживания и так далее. Параллельно расширяем региональное присутствие. Здесь иногда возникают сложности, поскольку региональный рынок отличается от рынка крупных городов. Иногда поиск занимает много времени, но все же находим специалистов.

ЦРБТ:

Что команда FANUC представляет собой сейчас?

А.Я.:

Коллектив из 40 человек (скоро будет 45) среднего возраста 30-35 лет. Все молодые, но в то же время опытные и мотивированные. Поскольку наша компания является одним из лидеров отрасли, многие специалисты в области робототехники стремились к нам попасть. Один из сотрудников лет 10 назад даже умудрился пробиться в компанию, несмотря на отсутствие вакансий. Он звонил, писал, наконец пришел и заявил, что хочет у нас работать. Мы не ошиблись, доверившись его упорству: сейчас это один из лучших наших экспертов.

Вообще, когда мы говорим о робототехнике как о каком-то новом, инновационном направлении, не стоит забывать, что во времена Советского Союза, в 80-е годы, средств механизации, автоматизации было в разы больше, чем сейчас. Поэтому нужно исходить из того, что роботы, которыми мы занимаемся — не новое, а хорошо забытое старое явление.

ЦРБТ:

Есть ли кадровые сложности у партнеров-интеграторов?

А.Я.:

И да, и нет. Штаб-квартира FANUC находится в Москве, а наши партнеры, как правило, работают в регионах. Из-за этой удаленности мы не можем помочь им в поиске кандидатов, но помогаем с обучением. Например, если

наши партнеры принимают на работу новых инженеров-программистов или конструкторов, которым не хватает технических знаний, мы их бесплатно обучаем.

ЦРБТ:

Что Вы думаете о получении компетенций в области робототехники для людей, работающих по другим специальностям? Например, трудно ли стать оператором роботизированной установки?

А.Я.:

Важнее знание самой операции, технологии, чем программирования... Допустим, я умею управлять роботом, мне нужно стать оператором роботизированной сварочной установки. Профессиональному сварщику будет намного проще научиться программировать роботов под задачу сварки, чем программисту, не знакомому с технологией, заняться сваркой. Понимание технических процессов идет на первом плане.

Я не знаю, как сварить между собой железки разного состава, на каких режимах это делается, как будет вести себя шов и так далее. Сварщик посмотрит на две железки и сразу поймет, как «подкрутить» аппарат, чтобы все работало правильно. Для того, чтобы научиться работать с роботами, нужно, во-первых, желание, во-вторых, умение мыслить алгоритмически.

ЦРБТ:

Сейчас есть такая тенденция, что программистов необходимо обучать на языке программирования высокого уровня. Исходя из вашего предыдущего высказывания, получается, что это не так? Не так важен язык программирования, сколько знание технологии?

А.Я.:

Зависит от операции, которую выполняет робот. Для ряда задач программирование — примитивная вещь. Особенно с учетом того, что интерфейсы промышленных роботов становятся все проще. Например, одно из последних поколений FANUC программируется буквально перемещением иконок на экране. Интерфейс и раньше был интуитивно-понятным, теперь — он наглядно-понятный.

В более сложных задачах нужно написание программ языком C++, использование систем CAD/CAM моделирования и так далее. Здесь важны узкоспециализированные знания. Так что, повторяю, под разные задачи — разные требования, однако во многих случаях это не так сложно, как кажется.

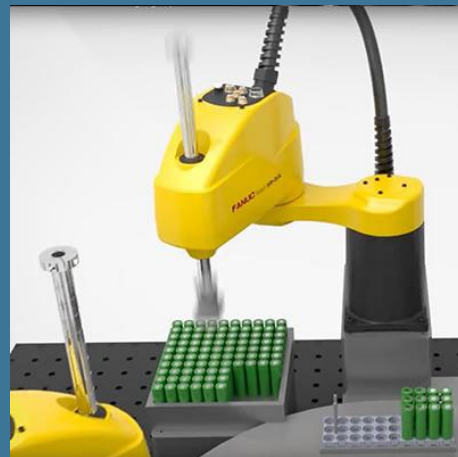
О РЕШЕНИЯХ, ПРОЕКТАХ

ЦРБТ:

Компания FANUC производит много типов роботов. Можете выделить, какие более популярны в России, за рубежом, и для каких производств?

А.Я.:

Мы работаем в трех кинематических схемах: DELTA, SCARA и шарнирно-сочлененные антропоморфные роботы. DELTA используется в основном для пищевого производства: забора с конвейера продукции, например, печенья. Ранее эту технологию применяли на производственных линиях Италии, Испании, Германии, в последнее время есть интерес и доверие и со стороны российских компаний.



SCARA с грузоподъемностью до 40 кг в основном применяется для задач сортировки, укладки, а также для производства аккумуляторов, батарей в электронике, но в год пандемии возрос интерес к этой технологии для применения в лабораториях, исследования анализов.

Шарнирно-сочлененные антропоморфные роботы-манипуляторы выполняют широкий спектр задач: укладка, паллетирование, сварка, нанесение клея, герметика, полирование, обслуживание станков. Набирает обороты их применение в пищевой промышленности.

ЦРБТ:

Каким образом, по Вашему мнению, повсеместная роботизация отразится на рядовых людях? Грозит ли это массовой безработицей?

А.Я.:

С одной стороны, роботы встанут на место людей в каких-то операциях — это факт. С другой — таким образом будут созданы новые высокотехнологичные рабочие места. Все равно нужны будут люди, чтобы управлять роботами, программировать их, следить за их работой. Поэтому, если некоторые рабочие специальности будут вытеснены, на их место придут новые. Есть пример из истории: когда появились автомобили, извозчики потеряли работу, но они могли переквалифицироваться в водителей, или заняться другими видами деятельности.

И в целом, роботы займут те специальности, на которых люди не особенно и хотят работать.

ЦРБТ:

Расскажите о ваших самых интересных проектах.

А.Я.:

Есть ряд предприятий, которые вступили на путь роботизации и планомерно идут по нему вместе с нами на протяжении последних 5-7 лет. Например, такой кейс: компания «Тонар» — лидер по выпуску прицепной техники в России — уже внедрила 35 роботов и планирует еще как минимум 40. Как результат, объем производства увеличился в два раза, количество персонала — также в два раза (кстати, о появлении новых рабочих мест в связи с роботизацией!). Сейчас в штате компании трудится около 1500 сотрудников. Недавно компания вошла в список 20 крупнейших мировых производителей кузовной/прицепной техники и не собирается останавливаться на достигнутом.



Среди необычных проектов: на одном предприятии в Республике Беларусь мы занимаемся роботизацией производства обуви. Это не классическое применение, большинство операций обычно выполняется вручную, так что можно сказать — любая фабричная обувь немного хендмейд. Шабрение кожи перед склейкой, заливка каблучков и другие подобные задачи относятся к тривиальным, а вот шитье, раскрой кожи — уникальные операции, которые роботам делать еще не доводилось. Здорово делать что-то новое, с нуля.

Есть еще один проект по созданию машин по аддитивному «выращиванию». Технология так называется из-за послойного создания композиции. Опишу процесс в двух словах: на порошковую композицию воздействует лазер, он спекается и благодаря такой работе получают детали очень хорошего качества. Такие установки работают на многих предприятиях и экономят много средств производителям.

ЦРБТ:
Недавно открывшийся в Сколково инженеринговый центр FANUC призван помочь в развитии, совершенствовании и реализации новых идей на промышленных предприятиях. Расскажите, пожалуйста, подробнее о работе центра.

А.Я.:
Центр Сколково — это наш дом в России, который был спроектирован и построен с запасом на рост компании. Он создан для того, чтобы партнеры и заказчики могли реализовывать здесь свои производственные амбиции и развивать те проекты, которые у них уже есть. Здесь кипит жизнь: проходят обучения, прототипирование и тесты решений... Это место, где российские компании получают возможность отработать внедрение роботизированных решений, а заказчики и пользователи легче принимают решения по поводу внедрения.

У нас есть также региональные сервисы в Калуге, Питере, Казани, Екатеринбурге, Кемерово. Мы развиваемся и идем в ногу с растущим рынком.

ЦРБТ:
Какие амбициозные цели компания FANUC ставит перед собой сейчас?

А.Я.:
Наша цель — быть лидерами на российском рынке по внедрению промышленных роботов. Ставим перед собой задачи качественно работать, создавать условия для появления новых российских интеграторов. Опять же своей личной задачей считаю, чтобы они получали не только качественный продукт, но и крутую техническую поддержку и в целом была выстроена комфортная для всех система работы. Работая с робототехникой, мы не видим для себя предела совершенствованию, поскольку технологии постоянно развиваются.

ЦРБТ:
Каким образом отразился COVID-19 на развитии промышленной робототехники?

А.Я.:
Как говорится, на чужом горе счастье не построишь. То, что пришла пандемия — очень плохо с человеческой точки зрения. Если говорить про бизнес, она привела к ограничениям. Например, и сейчас мы общаемся онлайн вместо очных встреч. Но потребность в промышленных роботах возросла. Не скажу, что это связано именно с пандемией, возможно, это отложенный спрос; просто назрела потребность. Однако спрос вырос сильно — это факт. Кто уже был роботизирован, оказался в более выигрышном положении, чем конкуренты.

РОБОТ В ЗАКОНЕ

Мы живем во времена, когда слово «робот» фигурирует не только в книгах фантастов-футуристов, но и в серьезных технических и юридических документах. В ряде стран прослеживается высокая мотивация предприятий со стороны правительства по интеграции роботов, что, в свою очередь, однозначно способствует развитию отрасли. В таких условиях необходимость правового регулирования в этой сфере становится вопросом обеспечения безопасности человека и соблюдения морально-этических норм.

Однако несмотря на достаточно большое количество законодательных инициатив, на сегодняшний день ни в одной стране не разработано эффективного и всеохватывающего законодательства в сфере робототехники и искусственного интеллекта (ИИ). Отставание развития правовой системы от научно-технического прогресса вызывает серьезную обеспокоенность у ряда ведущих специалистов мира в области робототехники, настаивающих на том, что отсутствие превентивных мер может привести к опасным последствиям для всего человечества.

Законотворческая деятельность в области робототехники сталкивается с целым рядом трудностей, в частности, сложность предсказания областей развития робототехники, проблема ответственности за причиненный роботами вред, определение термина «робот», этическая составляющая и многое другое. Несмотря на это, некоторое количество нормативных документов в области робототехники и ИИ уже разработано по всему миру и имеет статус действующих.

Нормативно-правовая база в РФ

В Российской Федерации документами, регламентирующими использование роботов либо связанными с данной и смежными индустриями, на момент написания статьи, в числе прочих, являются:

1. Указ Президента РФ от 16 декабря 2015 г. № 623 «О Национальном центре развития технологий и базовых элементов робототехники»;
2. Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года, утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р;
3. Стандарты комплекса ГОСТ Р 60, распространяющиеся на роботы и робототехнические устройства, например:

ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения» (идентичен ISO 8373:2012), в котором определены термины, применяемые в отношении роботов и робототехнических устройств, работающих как в промышленной, так и в непромышленной среде;

ГОСТ Р 60.0.0.1-2016 «Роботы и робототехнические устройства. Общие положения», который определяет общие положения, составляющие основу комплекса стандартов «Роботы и робототехнические устройства». Требования настоящего стандарта распространяются на промышленные и сервисные роботы, а также робототехнические устройства;

ГОСТ Р 60.0.0.2-2016 «Роботы и робототехнические устройства. Классификация», который устанавливает классификацию роботов и робототехнических устройств. Требования стандарта распространяются на промышленные и сервисные роботы и робототехнические устройства, предназначенные для использования в помещениях и на открытом воздухе в наземных условиях;

ГОСТ Р 60.0.2.1-2016 «Роботы и робототехнические устройства. Общие требования по безопасности», который устанавливает общие требования по безопасности для

роботов и робототехнических устройств. Требования стандарта распространены на роботов, предназначенных для использования в наземных условиях в помещениях и на открытом воздухе; стационарные и мобильные роботы; промышленные роботы; сервисные роботы;

ГОСТ Р 60.3.0.1-2017 «Роботы и робототехнические устройства. Промышленные манипуляционные роботы. Системы автоматической смены рабочего органа. Термины, определения и представление характеристик» (идентичен ISO 11593:1996), который определяет термины, относящиеся к системам автоматической смены рабочего органа, используемым в промышленных манипуляционных роботах, работающих в производственной среде;

ГОСТ Р 60.0.7.1-2016 «Роботы и робототехнические устройства. Методы программирования и взаимодействия с оператором», который устанавливает классификацию систем программирования и взаимодействия с оператором роботов и робототехнических устройств. Требования стандарта распространяются на системы программирования и взаимодействия с оператором промышленных и сервисных роботов и робототехнических устройств;

ГОСТ Р 60.0.3.1-2016 «Роботы и робототехнические устройства. Виды испытаний», который устанавливает виды испытаний роботов и робототехнических устройств. Положения стандарта могут быть использованы при разработке нормативной документации, содержащей требования к контролю, методам испытаний, приемке конкретных типов роботов. Требования стандарта распространяются на промышленные и сервисные роботы;

➡ Другие межгосударственные и государственные стандарты, например:

ГОСТ 25686-85 «Манипуляторы, автооператоры и промышленные роботы. Термины и определения», который устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области манипуляторов, автооператоров и промышленных роботов;

ГОСТ 12.2.072-98 «Роботы промышленные. Роботизированные технологические комплексы. Требования безопасности и методы испытаний», который устанавливает общие требования безопасности к конструкции промышленных роботов при проектировании, изготовлении, программировании, эксплуатации, ремонте, техническом обслуживании и организации роботизированных технологических комплексов и участков, а также методы испытаний;

5. Дорожные карты развития «сквозных» цифровых технологий «Компоненты робототехники и сенсорики», «Новые производственные технологии», «Нейротехнологии и искусственный интеллект»;

6. Рекомендации (например, Р 50-54-10-87 «Стандартизация и аттестация испытаний промышленных роботов», Р 50-54-21-87 «Агрегатирование промышленных роботов. Основные положения»).

Кроме этого, следует также упомянуть документы, которые еще не приняты официально, но также могут иметь определенное значение в дальнейшем становлении правового регулирования робототехники в стране. Так, международная юридическая фирма Dentons в 2017 году разработала концепцию первого в России законопроекта о робототехнике. Целью документа является дискуссия о законодательном регулировании робототехники в РФ, чтобы в дальнейшем более эффективно регулировать отношения между роботами и людьми.

- управление и представление интересов робота-агента;
- возможность саморегулирования в сфере робототехники.

Конечно, это лишь первый опыт, который должен был послужить толчком для определения направления для дальнейшей работы. Проект вызвал множество откликов и работа над ним продолжается по сей день.

Еще один инициативный законопроект был разработан казанским ученым-юристом, старшим научным сотрудником Казанского инновационного университета Ильдаром Бегишевым. Среди прочего, в законопроекте сформирована правовая основа и принципы правового регулирования отношений в сфере оборота роботов, описаны виды, типы и классы опасности роботов, зафиксированы ограничения, устанавливаемые на их оборот, определены требования, предъявляемые к ним, определен порядок ведения государственного кадастра моделей роботов, установлены гарантии для субъектов, осуществляющих деятельность в сфере оборота роботов, выработаны меры их государственной поддержки.

Данный законопроект направлен в Государственную думу, Совет Федерации, профильные министерства, во все ведущие вузы страны, а также практически всем производителям роботов в России для всесторонней комплексной оценки. Сейчас ученый ожидает обратной связи по своей работе как от профильных специалистов, так и от деятелей сферы законотворчества.

текст законопроекта

Законопроект представлен в свободном доступе и направлен различным экспертам для обмена мнениями и дальнейшей доработки.

В документе можно выделить следующие ключевые моменты:

- определение роботов-агентов и их владельцев;
- разъяснение ответственности и правоспособности робота-агента;

текст законопроекта

Указанный перечень демонстрирует шаги, предпринятые для создания нормативно-правовой базы в сфере робототехники в России. При этом в ряде стран мира высокий темп развития законодательства в области становится одним из ключевых факторов привлечения инвестиций в индустрию.

Нормативно-правовая база в странах Азии

ЮЖНАЯ КОРЕЯ

В частности, в Южной Корее, одной из стран-лидеров по плотности роботизации, с 2008 года существует закон «О содействии развитию и распространению умных роботов», целью которого является содействие улучшению качества жизни граждан и развитию экономики страны путем разработки и продвижения стратегии устойчивого развития индустрии умных роботов, а также создание необходимой основы для развития и распространения умных роботов.

Этот закон, в числе прочего:

— обязывает государство и каждый из местных органов власти выделять бюджет, необходимый для содействия развитию и распространению умных роботов, а также разработать и внедрить эффективные стратегии реализации данных процессов;

— обязывает правительство каждые 5 лет разрабатывать основной план обеспечения эффективного достижения целей закона по развитию и распространению умных роботов;

- обязывает министра торговли, промышленности и энергетики ежегодно проводить детальные аналитические исследования отрасли;
- обязывает правительство подготовить стратегию содействия международному сотрудничеству с международными организациями, иностранными государствами, предприятиями, университетами, исследовательскими институтами и любой другой организацией или учреждением с целью развития и распространения умных роботов;
- поощряет инвестиции в робототехнику путем получения инвестиционными компаниями компенсации или вознаграждения.

Эксперты сходятся во мнении, что закон «О содействии развитию и распространению умных роботов» имел решающее значение в становлении Южной Кореи как одной из ведущих мировых держав в сфере робототехники. Следует отметить, таким образом, важность наличия в стране, претендующей на развитие отрасли и укрепление своих позиций в ней, законов с сопоставимыми по эффективности требованиями.

Применение того или иного подхода обусловлено государственными приоритетами и технологическими возможностями страны. Южная Корея выбрала политику ускоренного развития индустрии, первоначально ориентированную на выход страны из экономического кризиса.

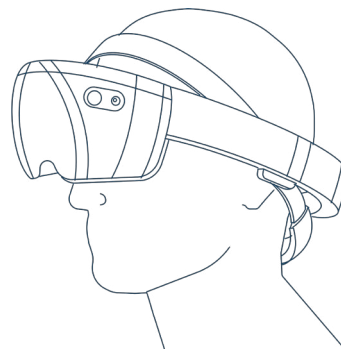
ЯПОНИЯ

Для Японии, в условиях стареющего населения и, как следствие, сокращения числа трудоспособного населения, а также в целях укрепления позиции страны в отрасли, стало актуальным использование стратегического подхода. В связи с этим в 2015 году был разработан документ «Новая стратегия роботов. Японская стратегия роботов: обзор, стратегия, план действий». Помимо этого, в стране приняты «Стратегия возрождения Японии», «Стратегия развития технологий ИИ».

Связанные с робототехникой и искусственным интеллектом положения в стратегических документах Японии, в числе прочего, направлены на:

- разрешение социальных проблем, таких как стареющее население и сокращение количества работоспособного населения;
- повышение уровня конкурентоспособности страны в мировой экономике;
- создание инфраструктуры для инноваций;
- повышение уровня квалификации специалистов, связанных с робототехникой и искусственным интеллектом;
- популяризацию роботов среди населения;
- расширение спектра применения роботов вплоть до превращения всей Японии в так называемый «город роботов»;
- создание согласованной на международном уровне нормативной базы (в том числе разработка стандартов безопасности);
- создание правовой основы, необходимой с точки зрения защиты прав потребителей;

Согласно имеющейся информации, стратегические документы являются основными документами, направленными на развитие инновационных технологий в Японии. Однако данные документы не предполагают наличие строгих ограничений либо обязательных к исполнению требований, а лишь обозначают направление развития.



- создание основы для эффективного содействия технологическому развитию, в частности, поощрение промышленного развития;
- облегчение человеческого труда и другую помощь людям;
- сотрудничество с другими странами в части робототехники;
- минимизацию ручного труда в зонах повышенной опасности;
- сокращение времени расследования и экстренного реагирования на стихийные бедствия;
- повышение производительности труда, а также экономии труда;
- усиление субсидирования научно-исследовательских проектов для поддержки разработчиков технологий.

Япония занимает одну из лидирующих позиций в области робототехники. Наряду с большим количеством многообещающих проектов и добровольных инициатив в сфере, это доказывает эффективность принимаемых нестрогих мер, но следует учитывать особенности менталитета японского общества: для ряда других стран таких мер было бы едва ли достаточно.

КИТАЙ

В Китае направления плана по развитию робототехнической отрасли носят более конкретный характер. В частности, речь идет о:

- создании нескольких конкурентоспособных предприятий на международном рынке, вспомогательных промышленных кластеров в сфере робототехники;
- повышении доли Китая на рынке высококачественных продуктов робототехники как минимум до 45%;
- увеличении числа роботов из расчета не менее 100 роботов на 10 000 рабочих.

Особенностью данного плана, как и многих других стратегических документов в этой стране, является наличие конкретных измеримых целей, что позволяет более эффективно оценивать развитие той или иной области. Увеличение роботизации также является одним из приоритетов в «Made in China 2025» (стратегический план для отраслей, в которых Китай планирует занять лидирующие позиции к 2025 году).

С учетом вышеперечисленных факторов следует отметить, что роботизация в стране переживает стадию активного роста и не планирует идти на снижение. Об этом красноречиво свидетельствуют следующие цифры: в 2000 году в Китай было продано 0,4% от общемирового количества роботов. Два десятилетия спустя, в 2019 году, продажи роботов в Китай

составили около 38,5% от общемирового объема, то есть за этот промежуток времени продажи увеличились почти в сто раз в процентном соотношении. Кроме того, в течение этого периода робототехника была превращена в стратегическую отрасль, а в 2016 году была запущена Программа развития робототехники для увеличения внутреннего производства роботов и привлечения иностранных инвестиций

в робототехническую промышленность Китая. Правительство также объявило о цели утроить производство промышленных роботов к 2020 году. Активное внедрение их в производство связано с тем, что Китай использует самых современных промышленных роботов как часть мер против роста затрат на рабочую силу или усилий по обеспечению более высокого качества производства.

Нормативно-правовая база в США

Что касается США, которые также занимают лидирующие позиции в отрасли, то их нормативно-правовая база далека от совершенства - возможно, именно это и является одной из причин, сдерживающих рост отрасли в стране: так, с 2016 года, когда в США на 10000 работников сферы промышленности приходилось 189 роботов, ситуация изменилась незначительно в 2019 году их стало 228, что не так существенно.

Прежде всего недостатком правовой системы в США является то, что она достаточно разрознена и фрагментарна в силу некоторых юридических особенностей данной страны - каждый штат может иметь свои регуляторные акты. Однако есть и документы федерального уровня, среди которых следует выделить, например, **«Национальную робототехническую инициативу»**, версия 3.0.

Программа направлена на поддержку сообщества исследователей в области робототехники, стимулирование инноваций и развитие трудовых ресурсов, ускорение прогресса, демонстрацию новых возможностей и создание экосистем для инноваций. Также она ставит своей целью продвижение новых интегрированных подходов к проблемам совместимости, этичности и доверия, которые могут возникнуть при работе с роботами. Программа поддерживает исследования, которые продвигают интеграцию роботов на благо человека, включая его безопасность и независимость.

Поощряется сотрудничество между академическими, промышленными, некоммерческими и другими организациями для установления более тесных связей между фундаментальной наукой и инженерией, и разработкой, внедрением и использованием технологий.

Среди организаций, которые спонсируют и поддерживают инициативу и непосредственно заинтересованы в ее результатах – Национальный научный фонд (NSF), Национальное аэрокосмическое агентство США (NASA), Национальные институты здоровья США (NIH), Министерство сельского хозяйства США (USDA) и Министерство обороны США (DOD). Каждая из них выдвинула свои предложения для разработки роботов и устройств, которые могли бы быть использованы в ходе их работы. Целью этой программы является разработка следующего поколения робототехники, чтобы повысить возможности и удобство использования робототехнических устройств. Планируется, что проекты инициативы охватят весь производственный цикл от фундаментальных исследований и разработок до внедрения в производство

Вторым важнейшим документом, который применяется в данной сфере в США, является **«Дорожная карта развития робототехники в США»**, новейшая версия которой увидела свет в 2020 году. Ее подготовкой занимаются ведущие американские эксперты по вопросам робототехники, которые переживает индустрия. В последней версии дорожной карты особое внимание было уделено влиянию пандемии, которая позволила начать применение роботов в новых областях - например, дезинфекция или автоматизация торговли. Также были обозначены шесть приоритетных направлений для развития робототехники:

- Производство
- Медицинские роботы
- Здоровье
- Обслуживание
- Космос
- Оборона

В качестве рекомендаций эксперты предоставили свои советы для дальнейшего развития отрасли, среди которых следует отметить следующие:

- Масштабное внедрение на уровне правительства. Чтобы способствовать инновациям в робототехнике,

следует максимально использовать ее потенциал для общественного блага и минимизировать его вредные последствия, а правительству страны на всех уровнях следует продолжать накапливать опыт во всех аспектах сферы.

- Поддержка междисциплинарных исследований в правительстве и академических кругах. Правительство и научные круги должны активно работать над поддержкой и стимулированием междисциплинарных исследований.

- Устранение исследовательских барьеров. Как упоминалось выше, независимые исследователи должны понимать, что их работы и исследования не несут юридического риска в соответствии с действующим законодательством.

Нормативно-правовая база в ЕС

Страны ЕС можно рассматривать как по отдельности, как суверенные государства или как надгосударственное объединение, в котором возможно применение единых норм. В данном анализе он будет рассмотрен именно со второй позиции, поскольку рассмотрение отдельных юридических актов в каждой стране не представляется возможным в рамках одного материала.

В ЕС пока нет единого специального законодательства по робототехнике, хотя применение роботов в некоторых областях регулируется определенными законодательными актами, включая отраслевое законодательство: например, Директива об ответственности за дефектную продукцию и Директива о безопасности продукции. Промышленные роботы регулируются Директивой по машинному оборудованию, а сервисные роботы могут регулироваться Регламентом по медицинским устройствам или Директивой по низковольтному оборудованию соответственно. Более того, Директивы по электромагнитной совместимости и радиооборудованию может также применяться к роботам — например, в случае автономных автомобилей, которые включают GPS. Однако реальность такова, что существующего законодательства и стандартов недостаточно для решения проблем, связанных с предстоящими инновациями в робототехнике.

Из уже существующих документов следует особо выделить следующие:

Дорожная карта развития робототехники в Европе ROBOTICS 2020.

Это основной документ стратегического планирования, созданный экспертами частно-государственного партнерства SPARC. Документ включает детальное описание основных сфер применения роботов — от производства и здравоохранения до транспорта и потребительской робототехники. Отличительной особенностью дорожной карты является подробный анализ каждой сферы применения роботов. В дорожной карте также выполнен детальный обзор основных типов роботов, представлено описание возможностей и компонентов роботов, затронуты вопросы стандартизации и изменения правового регулирования. Она состоит из нескольких блоков: анализ рынков и применений роботов (Markets and Applications), категории роботов (Robot Categories), системные компетенции (System Abilities), технологии (Technologies) и инновации (Innovations). Карта представляет собой достаточно подробный документ, который представляет собой сборник основных направлений развития робототехники в странах Европейского Союза.

Регулирование робототехники в ЕС осложнялось тем фактом, что долгое время не было единого понимания того, что такое робот. Проект Robolaw (проект ЕС, исследующий правовые и этические последствия появления новых робототехнических технологий; одно из самых фундаментальных правовых исследований на сегодняшний день) был призван решить несколько вопросов, включая этот. В нем также было рассмотрено четыре категории робототехники, в которых применение существующего законодательства ЕС, вероятно, окажется наиболее проблематичным. Среди них:

- автомобили без водителя
- роботизированные протезы и экзоскелеты
- хирургические роботы
- роботы-компаньоны

Затем были исследованы различия и сходства этих четырех видов роботов, после чего были согласованы следующие характеристики «умного робота»:

- автономность за счет датчиков или обмена данными с окружающей средой (взаимосвязь);
- самообучение на основе опыта и взаимодействия (необязательный критерий);
- наличие механической части (в отличие от виртуальных роботов);
- адаптация его поведения и действий к окружающей среде;
- отсутствие жизни в биологическом смысле.

В целом результатом проекта Robolaw стала **Резолюция 2015/2103**, в которой приведены как общие рекомендации, так и рекомендации для различных областей робототехники. Среди ключевых пунктов резолюции:

- варианты решения проблемы ответственности за причиненный роботами вред и намерение применять к таким случаям существующие правовые нормы;
- вывод о необходимости стимулирования исследовательских программ в сфере робототехники и выделения финансовой поддержки профильным компаниям;
- рекомендация о дополнении существующей нормативной базы с учетом этических принципов;
- работа над совершенствованием международных технических стандартов;
- предложение о создании Европейского агентства по робототехнике и ИИ;
- предложение о системе регистрации умных роботов.

Работа над законодательными актами и новыми решениями в данной области продолжается, и ожидается, что Европейская комиссия также реализует следующие нормативные и политические инициативы:

Директива об ответственности за дефектную продукцию.

Директиву по машинному оборудованию в соответствии с современными принципами регулирования с целью адаптации требований Директивы по охране труда и технике безопасности будут адаптированы к автономным роботам.

Стратегия совместной, подключенной и автоматизированной мобильности (C-TIS).

Разработка протоколов тестирования для кооперативных и совместных систем (например, промышленных роботов, которые разделяют рабочее пространство с людьми).

Усиление регулирующего мониторинга медицинских роботов в соответствии с новым Регламентом по медицинским устройствам.

Увеличение финансовой поддержки программы «SPARC» исследовательской программы государственно-частного партнерства в области робототехники.

В целом Европейская комиссия утверждает, что использование роботов и ИИ является стратегическим и критическим фактором экономического развития. Они должны служить как обществу, так и экономике Европейского Союза, а значит, неизбежно дальнейшее развитие всех аспектов робототехники, в том числе и нормативно-правового.

Таким образом, если говорить о правовой поддержке и регулировании со стороны государства, можно сделать вывод, что робототехническая сфера нуждается в существовании конкретных официальных документов, которые обеспечивали бы ее более успешное развитие с помощью государственного регулирования. На примере азиатских стран, упомянутых выше, можно проследить, как эффективное правовое регулирование способствует достижению значительных результатов. Нужны не только общие документы, но и более узконаправленные стратегические планы и программы развития с конкретными измеримыми целями: то есть можно говорить о робототехнике как части национальной стратегии развития экономики и самостоятельных дорожных карт развития робототехники. По первому пути развития идут большинство стран: во многом это объясняется необходимостью модернизации экономики и производства в частности. Что касается второго пути, то он пока распространен не так широко. В подобных документах нуждаются прежде всего страны, активно внедряющие и уже применяющие значительное количество роботов. К ним можно отнести, например, уже упоминавшиеся выше Японию, Китай, США, а также Францию, Германию и другие страны.

Вопросы безопасности

Кроме общих нормативных документов и программ развития для данной области, необходимо также обратить внимание на такой аспект, как юридическое регулирование вопросов безопасности в робототехнической сфере. Повсеместное внедрение роботов влечет за собой потребность в актуализации нормативов, обеспечивающих информационную безопасность. Это становится особенно релевантным при использовании роботов в важнейших инфраструктурах (например, промышленной, медицинской, военной и прочих). Опасения касательно использования роботизации в этих сферах в основном связаны с безопасностью, которая зависит от уровня защиты этих роботов от различных типов кибератак. С учетом всех вышеперечисленных факторов, становится понятна необходимость специализированного правового регулирования. Такая работа на данный момент уже проводится, например, в странах ЕС: законодательные органы приступили к разработке нормативной базы, которую должны соблюдать все государства-члены. Целью Директивы является стандартизация уголовного права государств-членов в области атак на информационные системы, установление минимальных стандартов в отношении определений серьезных преступлений и наказаний и налаживание сотрудничества между органами власти, включая полицию и другие службы в государствах-членах, которым поручено применять закон, в дополнение к соответствующим агентствам. Кроме этого, имеется уже существующая **Директива 95/46/ЕС**, регулирующая защиту персональных данных.

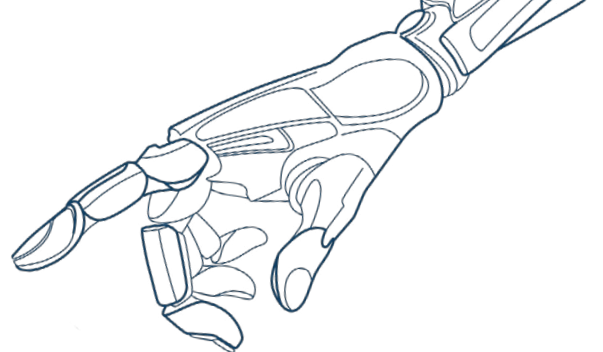
Тем не менее, впереди предстоит обширная работа: чем стремительнее развивается сфера робототехники, тем больше появляется моментов, нуждающихся в уточнении. Важным шагом, который мог бы способствовать решению многих вопросов в части регулирования юридических аспектов, связанных с робототехникой, остается создание специальных органов, которые могли бы специализироваться в данной сфере. В частности, в России предложено создать федеральное агентство по робототехнике и искусственному интеллекту, а также ввести пост профильного вице-премьера. Как и принятие соответствующих документов, эта мера может существенно помочь в развитии роботизации и облегчить процесс становления отрасли.

Юридический статус робота

Среди юридических вопросов, нуждающихся в освещении, остается еще и статус робота как объекта правовых отношений. В целом, согласно действующим законодательствам - например, согласно статье 128 Гражданского кодекса РФ - робот остается «вещью». Подразумевается, что робототехнические устройства можно отнести к «иному (движимому) имуществу». Тем не менее, здесь речь идет о «неразумных» устройствах, не обладающих разумом и свободной волей, не способных пройти тест Тьюринга и действовать самостоятельно. В случае дальнейшего развития роботов может встать вопрос о закреплении за ними собственного статуса субъекта права - это могло бы стать разумным шагом с точки зрения экономики, так как это, например, позволило бы усовершенствовать эффективность возмещения потенциального ущерба посредством четкого определения зон ответственности. Такая перспектива вызывает определенные опасения у специалистов - в первую очередь, это может повлечь за собой снятие ответственности за действия и работу роботов как с их производителей, так и с пользователей, что может привести к опасным последствиям, и, кроме этого, снова встает вопрос о морально-этической составляющей приравнивания, пусть даже юридически, машины к человеческому существу. Вероятно, в будущем робот все-таки получит некий особый статус - возможно, это будет что-то промежуточное между объектом и субъектом права. Однако прежде чем это случится, необходимо все же законодательно закрепить само понятие робота.

Роботэтика

На грани юридических тонкостей находится еще один немаловажный вопрос, который может быть связан с роботизацией и который уже затрагивался выше - это этические проблемы. Этот аспект дал начало отдельной дисциплине - роботэтике. Роботэтика - это деятельность,



находящаяся на стыке этики и робототехники и направленная на изучение процесса интеграции роботов в человеческое общество, описывающая социальные, моральные и юридические аспекты взаимодействия робота и человека. Изначально она базировалась на трех законах робототехники, сформулированных писателем-фантастом Айзеком Азимовым в 1942 году. С этого момента, конечно, прошло немало лет, и бурное развитие отрасли не могло не спровоцировать необходимость новых принципов. В 2017 году произошло событие, во многом определившее основы современной роботэтики: Beneficial AI 2017. Это крупная конференция, посвященная вопросам, связанным с искусственным интеллектом, в которой приняли участие более 1000 исследователей со всего мира, в том числе и такие эксперты, как Илон Маск и Стивен Хокинг. По итогам встречи был составлен и подписан список из 23 пунктов, определяющих основополагающие принципы для ИИ. Среди ключевых моментов можно выделить следующие:

Конструкторы и строители систем с ИИ являются заинтересованными сторонами в моральных последствиях их правильного или неправильного использования и их действий, с ответственностью за них и возможностью влиять на их последствия.

Искусственный интеллект должен быть спроектирован и использован так, чтобы быть совместимым с идеалами человеческого достоинства, прав, свобод и культурного разнообразия.

При работе с персональными данными ИИ не должен необоснованно ограничивать реальные или мнимые свободы людей.

Действия ИИ должны идти на пользу человеческой деятельности, а не во вред.

Сверхразум должен будет служить всему человечеству, а не конкретной частной организации или государству.

Люди должны выбирать, следует ли и как делегировать решения системы с ИИ для достижения целей, выбранных человеком.

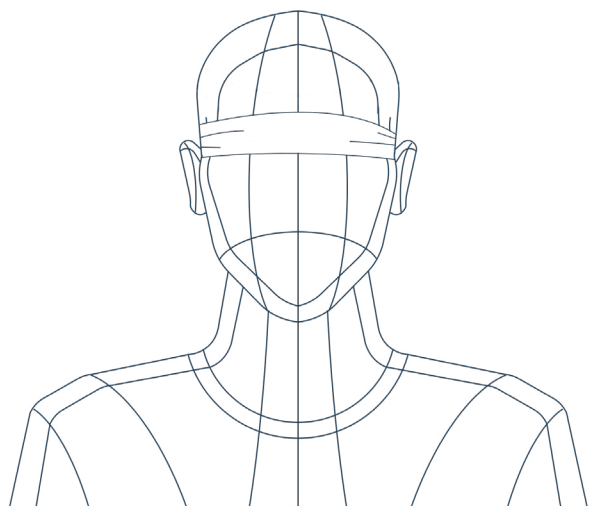
Тем не менее, подобный подход к робототехнике имеет и своих противников. По мнению некоторых экспертов, роботэтика нерелевантна, так как попытки усовершенствовать роботов, наделив их разумом и свободной волей, противоречат самой концепции создания роботов как устройств, задуманных в помощь человеку. Однако несмотря на споры вокруг этой области, роботэтика как дисциплина создает множество сложных и неоднозначных вопросов, которые еще только предстоит решить. Среди них, к примеру, можно выделить следующие:

■ Ответственность: кто несет ответственность за убытки или ущерб, вызванные действиями или бездействием робота? И следует ли относиться к роботам иначе, чем к другим машинам?

■ Должен ли рядом с роботом, который работает среди скопления людей, находиться человек, который может взять на себя управление механизмом в экстремальных ситуациях с точки зрения морального выбора? Самый яркий пример - это беспилотный автомобиль, который в случае опасности действует по определенным заложенным схемам, не имея возможности оценить текущую ситуацию с позиции морали.

■ Где провести грань между заменой естественных человеческих функций и наделением «сверхчеловеческими» способностями? Должны ли протезы ног, например, давать людям возможность бегать быстрее и прыгать выше, чем людям без протезов?

Такие морально-этические дилеммы могут не только повлиять на текущее состояние отрасли, но и определить ее дальнейшее развитие, поэтому этот аспект также должен приниматься во внимание.



Вывод

Подводя итог вышесказанному, можно заключить, что интеграция роботов в различные аспекты жизни влечет за собой появление определенных сложностей во многих сферах, в том числе и юридической. Сейчас ввиду относительной новизны робототехнической отрасли имеется больше вопросов, чем ответов. На сегодняшний день остается множество нерешенных задач, с которыми придется иметь дело как специалистам, работающим с роботами, так и законодателям, которые должны обеспечить адекватную правовую базу для данной отрасли. Если же говорить о конкретных шагах, то можно наметить следующий план:

1 Определение государственных приоритетов, планов, стратегий в сфере робототехники и, как следствие, принятие федерального закона, который мог бы стать основой для дальнейшего развития юридических норм в данной сфере.

2 После принятия глобального закона необходимо начать работу над более узкими и специализированными законодательными актами, а впоследствии и техническими документами в тех конкретных сферах, где роботы будут использоваться больше всего.

Результатом решения этих задач должна стать адекватная, современная и релевантная юридическая база, на которой сможет базироваться дальнейшее развитие сферы робототехники в стране. Такой общий алгоритм позволит постепенно и планомерно вести работу над созданием необходимых документов, благодаря чему законодательство любой страны сможет регулировать все акты под себя, изменяя и настраивая их гибкость, сроки и прочие условия. Кроме всего прочего, страны, которые пока не так далеко продвинулись на пути разработки необходимой документации, могут опираться на опыт других государств, в которых уже вступили в силу определенные акты, касающиеся роботизации. Безусловно, это немалые объемы работы, которые повлекут за собой большое количество затрат и сложностей, однако прозрачная нормативно-правовая среда является ключевым элементом для развития рынка робототехники. Еще более негативно на него могут повлиять последствия определенных действий или решений, направленных

на предотвращение разработки или распространения каких-либо технологий. Всеобщая роботизация неизбежна, и во многом только от разумной политики будет зависеть, будут ли эти роботы придерживаться стандартов, ценностей и социальных норм стран, где им найдут применение. Безусловно, та работа, о которой идет речь выше, может проводиться постепенно, однако, учитывая высокие темпы роботизации и необходимость отвечать на вызовы, которые бросает нам всеобщая цифровизация, начать ее нужно уже сейчас.

Материал подготовили:
Гузель Низамова,
Лейсан Василова



МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ



000 «Эйдос-Робототехника»

Фокусом компании Эйдос-Робототехника является разработка и запуск автоматических линий для производства продукции. Эффективно решать такие задачи позволяет система управления промышленным оборудованием собственной разработки. Система позволяет эффективно применять все последние достижения информационных технологий в промышленности и создавать механизмы с большим набором осей подвижности и сложной кинематикой. Например, на основе системы управления создан промышленный робот с 6-ю степенями свободы A-12.

В настоящее время мы запускаем линию производства чипов молекулярной диагностики для японской компании «Мирай Геномикс». Её запуск позволит обеспечить доступ людей к оперативной диагностике COVID-19 с высокой чувствительностью.

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ АНДРОИДНАЯ ТЕХНИКА

Мария Сергеевна Рубан, коммерческий директор АО НПО «Андроидная техника»

Одна из последних разработок предприятия – робототехнический комплекс, предназначенный для автоматизации контроля наполнения необходимой продукцией торговой части магазина, а также корректности установленных ценников. Робототехнический комплекс позволяет передавать информацию на сервер для ее дальнейшей обработки с применением специализированного программного обеспечения. Он самостоятельно строит карту магазина, автономно перемещается между прилавками с учетом объезда препятствий и посетителей и сканирует прилавки. Параллельно происходит распознавание товаров и ценников на прилавках, для сопоставления с планограммой на предмет отсутствия товаров и несоответствия ценников, после чего сотрудникам магазина передается информация о несоответствиях на прилавках. Таким образом, благодаря оперативной передаче информации, разработка позволяет снизить затраты, разгрузить консультантов и промоутеров.

АРТЁМ БАРАХТИН



Роботизация принесет человечеству только пользу, откроет возможности профессионального роста и повышения заработка



Артём Барахтин,
генеральный директор ООО «АРКОДИМ»

Компания: ООО «АРКОДИМ»

Фокус разработок: многопрофильная конструкторско-производственная компания, занимающаяся производством и внедрением промышленных роботов собственной разработки

Город: Казань

Материал подготовили:

Гузель Низамова, Оксана Федотова

ЦРБТ:
Пожалуйста, расскажите о направлении деятельности Вашей компании. Какие услуги и продукты вы предлагаете?

А.Б.:
Наша компания занимается разработкой и производством промышленных роботов, также мы выпускаем гибкий кабельный канал, который используется в станкостроении.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, о наиболее интересной задаче, с которой вам пришлось столкнуться?

А.Б.:
Все наши задачи интересные, поскольку мы делаем промышленных роботов непосредственно под техническое задание заказчика; таких нет в продаже.

Один из недавних примеров: огромный робот, размером примерно с однокомнатную квартиру, для перемещения длинномерных объектов. Он пристыковывается к производственной линии по выпуску шпульт. Шпульты – это картонные трубы, которые служат осью для намотки различных рулонных материалов. Линия имеет достаточно широкие типоразмеры, которые может выпускать от маленьких осей под пищевую фольгу до шестиметровых труб для намотки линолеума.

Мы сделали большого порталного робота с двумя руками: в зону робота с производственной линии поступает вязанка шпульт максимальным весом 60 кг, длиной – 3 метра. Самое интересное: мы сделали для этого робота универсальный захват, который позволяет автоматически настроиться под любой размер шпульт, этот захват мы запатентовали как изобретение.

Другая интересная задача – роботы для гальванического производства с длиной перемещения в 7 метров. На одной оси находятся два робота, которые перемещаются независимо друг от друга, понимая при этом кто где находится, чтобы не столкнуться друг с другом. Один такой комплекс мы сделали и поставили заказчику в прошлом году, второй делаем сейчас.

Выглядит это примерно так: в середине помещения стоит основная рабочая ванная, справа и слева от нее второстепенные. Сначала робот движется к центральной ванной, забирает оттуда металлический лист, который некоторое время там экспонировался, затем перемещается направо и окунает его в другие ванны... Одновременно то же самое, но в другом направлении, делает второй робот.

Вот лишь пара примеров из актуальных проектов.



Вакуумный захват для извлечения основ зубных щёток из пресс-формы



Российский декартный (картезианский) промышленный робот-манипулятор ARKODIM



Российский коллаборативный робот ARKODIM

ЦРБТ:

Каким образом, по Вашему мнению, повсеместная роботизация отразится на рядовых людях? Грозит ли это массовой безработицей?

А.Б.:

История уже показывала, как автоматизация производства влияет на людей. Это хорошо отслеживается по первой промышленной революции в конце XVIII века: тогда были изобретены ткацкие станки, произошел переход от мануфактуры (ручного труда) к фабрикам (автоматизированному труду).

Ткачи — те, кто занимался ручным трудом, потеряли работу, верно. Но теперь посмотрим на позитивные перемены. В связи с появлением станков тканей стало производиться больше, нужно было их обрабатывать: ткачи могли переквалифицироваться в швей.

Также с увеличением производства материй увеличилась и потребность в профессиях, связанных с поставкой сырья, транспортировкой, продажей готовой продукции и так далее.

Роботы, как правило, заменяют низкоквалифицированный труд; к примеру, когда нужно переместить что-то из пункта А в пункт В. Если эту функцию передать роботу, человек может устроиться на другую, более высокооплачиваемую работу.

Возможно, не обойдется без частных трагедий для людей, которые не хотят меняться и развиваться. Но в общем смысле роботизация принесет человечеству только пользу, откроет возможности профессионального роста и повышения заработка. Кто как воспользуется этим шансом — личное дело каждого.

ЦРБТ:

Какие факторы способствуют развитию отрасли?

А.Б.:

Не уверен, что мое мнение совпадает со взглядами экономистов, но я считаю, санкции, которые были наложены на нашу страну, положительно повлияли на развитие отрасли. Мы получили огромный дефицит товаров, что привело к стимулированию внутреннего производства.

Если рассматривать не политические аспекты, то развитию роботизации способствует удорожание человеческого труда. Многие технологические процессы основаны на работе большого количества людей, выполняющих простые, повторяющиеся операции — движения, перемещения. Эти операции спокойно могут выполнять роботы. Дополнительным плюсом при этом будет снижение человеческого фактора: заболел, не вышел на работу, забеременела и другие причины. Руководители производственных предприятий хотят, чтобы их производство работало стабильно, не зависело от факторов, которые они не могут контролировать, как показала ситуация с пандемией COVID-19. В связи со всеми вышеперечисленными причинами появляется все больше интереса к роботизации.

ЦРБТ:

Какие внешние трудности/вызовы/ограничения, на ваш взгляд, тормозят развитие промышленной робототехники в России и в мире?

А.Б.:

Я больше всего сталкиваюсь с трудностями, которые тормозят меня как роботостроителя в России, за весь мир сказать не могу.

Наши проблемы связаны в основном с нехваткой средств у производителей, разработчиков и не совсем корректно сформулированными программами государственной поддержки. Разъясню подробнее.

Для того, чтобы развиваться, мы должны вкладывать деньги. Проблема такая: вложение средств не сразу даёт результат. Может потребоваться три года и более, а между тем уже сейчас нужно на что-то жить, платить аренду, зарплату сотрудникам и так далее. Без финансовой поддержки малым предприятиям приходится очень тяжело: как роботостроителям, так и компаниям, которые хотят внедрить робототехнику.

Деньги можно взять в кредит в банке, но снова проблема: система кредитования в России не в лучшем состоянии. На малых предпринимателей банк смотрит как на потенциальных неудачников: если что-то случится, что у тебя забрать? Промышленное оборудование кажется банкам слишком специфичным, их интересует то, что можно сразу продать: машины или квартиры.

Государственные программы направлены на то, чтобы решить эти проблемы. Есть различные гранты, например, от Фонда Содействия Инновациям (в простонародье Фонда Бортника), Министерства промышленности и торговли, Фонда развития промышленности. Но когда начинаешь разбираться в правилах их получения, то оказывается много подводных камней. Например, большинство грантодателей ставят обязательным условием, чтобы разработанный новый продукт был передовым и мог конкурировать с иностранными производителями, которые существуют на рынке несколько десятилетий. При этом в действительности у российского рынка даже нет запроса на такие продукты. Здесь востребованы недорогие роботы для простых задач с быстрым сроком окупаемости. И тем не менее в государственной поддержке лежат принципы, что нужно производить инновационные решения, которые будут наравне с мировыми аналогами.

Суммируя ранее сказанное: сложности, тормозящие развитие отрасли, я вижу в системе банковского финансирования и некоторых правилах господдержки.



Мысль о роботизации зреет в умах долго, еще дольше она готовится к реализации. Нужно раздобыть финансы, сделать расчеты эффективности и осуществить разработку.

Тем не менее, то, что люди стали чаще задумываться о роботизации, бесспорно повлияет на развитие рынка в будущем

**ЦРБТ:**

Каким Вы видите рынок робототехники в РФ?

В чем причины его текущего состояния и что нужно сделать для улучшения ситуации?

А.Б.:

Текущее состояние связано с тем, что российский рынок не велик.

Большинству производителей, если они увеличат свое производство, некуда будет сбывать на внутреннем рынке свою продукцию, а внешний рынок по ряду причин для них недоступен. При этом там, где роботизация нужна и даже необходима, роботы не внедряются из-за нехватки денежных средств. Что можно сделать? Как я ранее уже говорил, нужно правильно сформировать программы государственной поддержки.

В идеале хотелось бы видеть два направления субсидирования: непосредственно разработчиков и производителей отечественной промышленной робототехники, а также предприятий, которые хотели бы роботизировать свои технологические процессы, поскольку для этого тоже требуются большие вложения.

Сейчас мы находимся, можно сказать, в замкнутом круге: для того чтобы роботизировать какой-либо процесс недорого, у нас должны быть недорогие отечественные промышленные роботы. К сожалению, на рынке таких предложений очень мало, поэтому для российских производств роботизация стоит дорого. Роботизация станет доступной для большинства предприятий, когда отечественные производители будут на рынке, поэтому так важна поддержка таких предприятий, чтобы разорвать этот порочный круг.

ЦРБТ:

Какие действия, по Вашему мнению, может предпринять государство в качестве мер стимулирования развития робототехники?

А.Б.:

Как я уже говорил, важна поддержка производителей и компаний, которые хотят внедрить роботов. Разработка робота может длиться от полугода до нескольких лет, а начало продаж не всегда бывает массовым.

Следовательно, нужна поддержка в виде грантов, в условиях которых не требовалось бы сразу через год уже показывать фантастическую выручку от продаж, а также, чтобы не требовалось разработать робот наравне с лучшими мировыми аналогами вендоров, которые на рынке уже десятки лет. И конечно же было бы здорово, если бы государственные программы были для компаний, решивших роботизировать свои производственные процессы, чтобы они были направлены на оплату части покупки промышленного робота при условии, что производство внедряет отечественного промышленного робота. При такой схеме работы все останутся в выигрыше.

ЦРБТ:

На какие профессии в сфере промышленной робототехники следует ориентироваться молодому поколению, чтобы стать востребованными на рынке труда? Какие профессии могут стать драйверами технологического развития?

А.Б.:

Сложно сказать, какие профессии станут драйверами в будущем. Могу сказать, с какими сложностями мы сталкиваемся сейчас при поиске кадров. Рынок перегружен программистами. Большинство из них работает с приложениями, но мало кто владеет принципами программирования роботов. Еще меньше таких, кто понимал бы физику, например, что робота одной командой не остановить, что есть определенная инерция, определенный вес робота, и чем быстрее он движется, тем больше времени понадобится на его торможение. То есть, на мой взгляд, востребованы будут программисты, понимающие не только верхний уровень, но и глубокие процессы; владеющие основами физики, кинематики и других наук.

ЦРБТ:

Каким образом отразился COVID-19 на развитии промышленной робототехники?

А.Б.:

Считаю, что пока не принёс явных плодов, но заставил многих производителей, чьи процессы еще не роботизированы и у кого задействовано большое количество ручного человеческого труда, задуматься над этим вопросом. Последствия увидим в течение ближайших лет. Мысль о роботизации зреет в умах долго, еще дольше она готовится к реализации. Нужно раздобыть финансы, сделать расчеты эффективности и осуществить разработку. Тем не менее, то, что люди стали чаще задумываться о роботизации, бесспорно повлияет на развитие рынка в будущем.

ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА

В обзоре представлены сведения о ключевых тенденциях развития исследуемой отрасли, ведущих компаниях-разработчиках, анализ в разрезе ведущих стран, рынков и областей применения технологий и продуктов, относящихся к тематике промышленной робототехники.

Для выявления тенденций развития промышленной робототехники нами был проведен патентный поиск и анализ полученных данных для определения патентной активности в данной сфере.

Патентный поиск и анализ полученных материалов в сфере промышленной робототехники проводился по средствам программного продукта Orbit Intelligence за 20-летний период. Поиск проводился по заголовкам, аннотациям (рефератам), независимым пунктам формулы изобретений и полезным моделям. При этом результаты патентного поиска представлены в контексте патентных семейств – совокупности

всех патентных публикаций, относящихся к одному изобретению. Патенты, включенные в семейство, как правило, имеют более высокую значимость, говорят о ценности технических решений, о наличии стратегии коммерциализации этих решений и выводе на рынок продукции, изготовленной по патентам, имеющим охрану в нескольких странах/регионах мира.

Промышленная робототехника классифицируется по грузоподъемности, способу установки, полезной нагрузке и другим параметрам. Для достижения задач промышленной робототехники чаще всего используются следующие виды роботизированных комплексов или устройств:



В мае 2020 г. аналитический центр TAdviser совместно с НАУРР подготовил первую Карту российского рынка промышленной робототехники. На карте отмечено порядка 170 компаний, представленных на российском рынке. Это производители робототехнических компонентов и специализированного программного обеспечения, отечественные и зарубежные производители промышленных роботов, а также интеграторы

робототехнических комплексов. Новая карта — это первая попытка TAdviser и НАУРР показать отечественный рынок промышленной робототехники в инфографической форме. Составители карты очертили основные сегменты рынка и сгруппировали компании по отношению к ним.

Для анализа промышленной робототехники в мире были выделены патентные семейства, относящиеся к целевому запросу, следовательно, запрос включал в себя следующие ключевые слова:

- INDUSTRIAL ROBOT / Промышленный робот
- SPHERICAL MANIPULATOR / Сферический манипулятор
- CYLINDRICAL MANIPULATOR / Цилиндрический манипулятор
- ARTICULATED ROBOTIC MANIPULATORS / Шарнирные роботизированные манипуляторы
- COLLABORATIVE ROBOTS / Коллаборативные роботы
- CARTESIAN ROBOTS / Декартовы роботы
- SCARA ROBOTS / Шарнирно-сочлененный робот с избирательной податливостью манипулятора
- DELTA ROBOTS / Дельта роботы

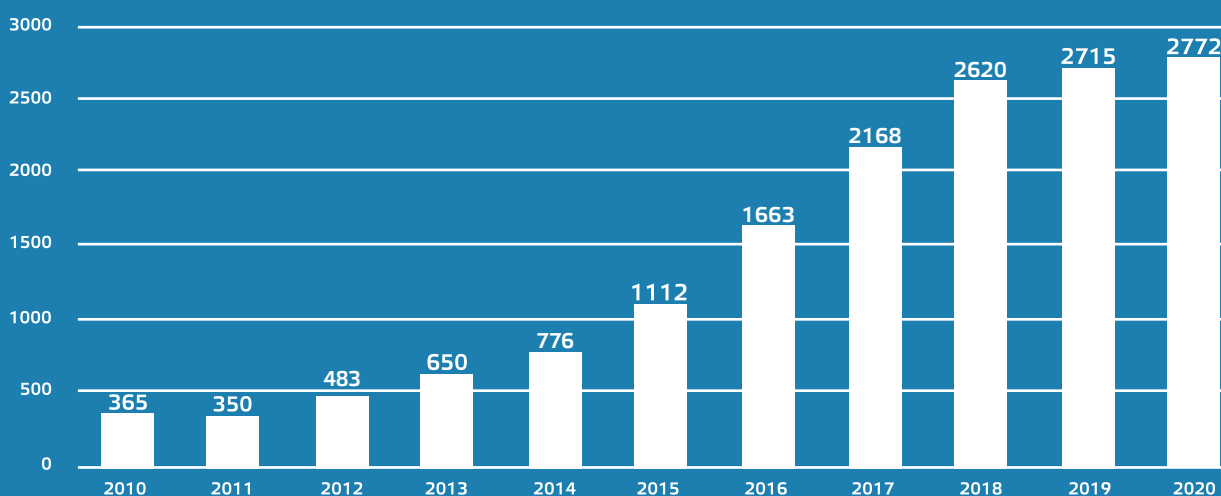
Поисковый запрос, использованный для выполнения анализа, имеет следующий вид: ((INDUSTRIAL ROBOT) or (Selective Compliance Assembly) or (Articulated Robot Arm) OR (spherical manipulator) OR (cylindrical manipulator) OR «ARTICULATED ROBOTIC MANIPULATORS» OR «COLLABORATIVE ROBOTS» OR «CARTESIAN ROBOTS» OR «SCARA ROBOTS» OR «DELTA ROBOTS»)



ДИНАМИКА ПАТЕНТОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

При проведении анализа было выявлено 26049 патентных семейств, относящихся к промышленной робототехнике. Ниже представлена динамика патентной активности за период с 2010 по 2020 гг.

Рис. 1. Динамика патентования промышленной робототехники за период с 2010 по 2020 гг.



Из рис. 1 следует, что ежегодно наблюдается значительная патентная активность и рост количества патентных семейств, что свидетельствует о высокой востребованности разработок в области промышленной робототехники, а сам технологический стек по разработке промышленных роботов находится на стадии активного освоения – создаются новые технические решения для внедрения в реальные секторы экономики. Необходимо подчеркнуть, что выводы патентной аналитики коррелируют с мнениями экспертов в области робототехники. В отчете портала TAdviser «Карта российского рынка промышленной робототехники» отмечено, что одним из факторов, определяющих динамику развития рынка промышленной робототехники в 2020 году, предсказуемо стала пандемия. Ее влияние было как позитивным, так и негативным. Пандемия, падение покупательской способности и при этом повсеместный рост цен показали, что внедрение роботов и автоматизация производственных процессов являются необходимым, а зачастую и единственным способом повышения конкурентоспособности, стабильности, рентабельности производственных компаний, что привело к значительному росту спроса на роботизацию. Также налицо тот факт, что пандемия создала дополнительный спрос на разнообразную электронику, зафиксирован рост интереса к новым областям применения роботов (например, для производства средств индивидуальной защиты).

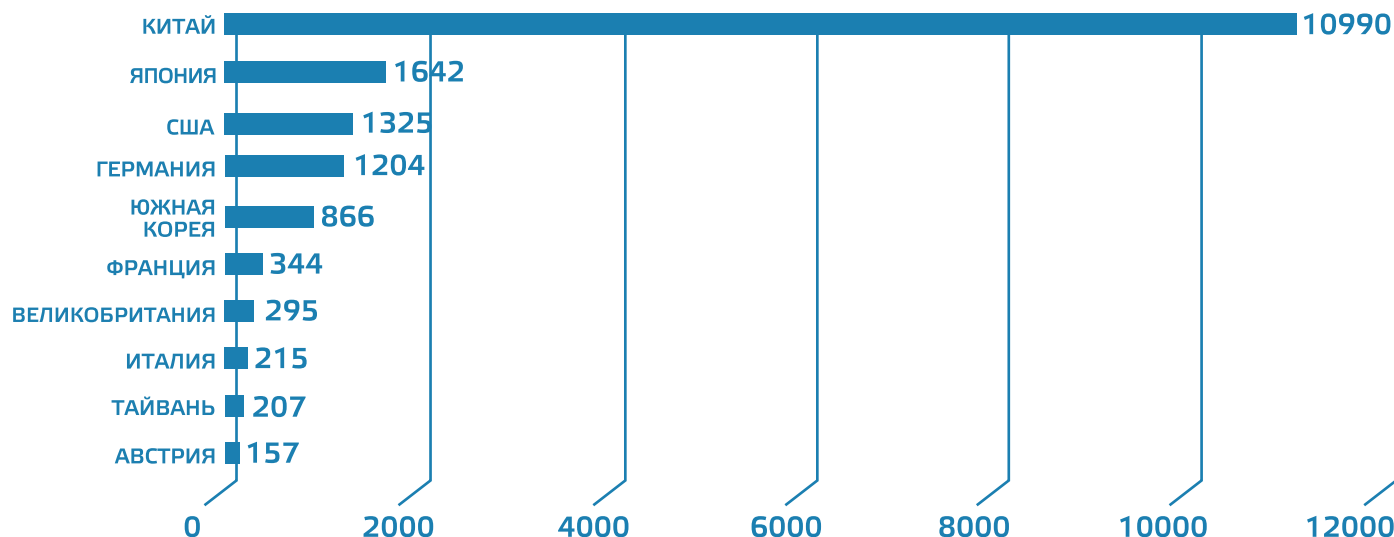


Рис. 2. График по количеству действующих патентов, защищенных в различных национальных ведомствах

Как мы видим из графика, значительная часть найденных патентных семейств относится к заявителям из Китая, а такие промышленно развитые страны как Япония, США и Германия на порядок отстают по количеству охранных документов. Всемирная организация интеллектуальной собственности отмечает взрывной рост заявок из Китая по всем технологическим направлениям с высоким уровнем его инновационности в сочетании с самой большой численностью населения и национальной политикой по интеллектуальной собственности, которая направлена на увеличение количества патентных заявок. Следует отметить, что Китай лидирует со значительным отрывом - патентных семейств там почти в 7 раз больше, чем в находящейся на втором месте Японии. Также существенный разрыв наблюдается между находящимися на 5 и 6 позициях Кореи и Францией, где последняя уступает более чем в два раза.

Россия находится на 17 месте мирового рейтинга по числу действующих патентов – 63 патентных семейства.

На рис. 2 представлен график по количеству действующих патентов, защищенных в различных национальных ведомствах (Топ-10) в области промышленной робототехники. Из диаграммы рис.2 были исключены патентные ведомства – Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС) и Европейское патентное ведомство (ЕПВ), так как заявки данных патентных ведомств не отражают статус о конечной стране, где охраняется техническое решение.

2 ПАТЕНТОВАНИЯ ПО СТРАНАМ И ПО ПРАВООБЛАДАТЕЛЯМ

На представленной ниже карте (рис. 3) отражена география патентования по количеству действующих патентов, охраняемых в различных национальных ведомствах. Эта карта демонстрирует стратегию защиты патентообладателей и, таким образом, с одной стороны, это помогает увидеть рынки, где наиболее развито и востребовано применение промышленной робототехники, а с другой – увидеть страны с низкой конкурентной средой и рассмотреть их на предмет вывода

на рынок своих технических решений. При этом на карте учтено то, что 1030 патентов находятся в стадии рассмотрения заявок в Европейском патентном ведомстве (ЕП) и 251 патент в стадии рассмотрения заявок во Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС, WIPO) по международной патентной системе РСТ.

Рис. 3. Карта стран патентования



Состав участников рынка.

Качественный состав игроков мирового рынка, в том числе и российского рынка робототехники, вполне традиционен для сложных аппаратно-программных систем, каковыми являются современные роботы:

интеграторы;

производители роботов и/или компонентов;

разработчики ПО.

Ниже представлена количественная таблица по количеству патентных семейств Топ-20 правообладателей в мире.

№ п/п	Патентообладатели		Количество патентных семейств
1	Mitsubishi	Производитель машин и оборудования, строительство, добыча ископаемых и пр.	830
2	Fanuc	Производитель оборудования для промышленной автоматизации	806
3	ABB	Производитель электротехники и технологий в области энергетического машиностроения	530
4	Yaskawa Electric	Производитель сервоприводов, контроллеров движения, приводов переменного тока, переключателей и промышленных роботов	401
5	Panasonic	Производитель электроники и машин	398
6	Hitachi	Производитель бытовой техники, приборов, инструментов и оборудования для сферы ИТ	333
7	Kuka	Производитель промышленных роботов	292
8	Tokico	Производитель автомобильных запчастей	282
9	Toshiba	Производитель оборудования и систем в области ИТ, электронных компонентов и пр.	264
10	Kawasaki	Производитель промышленных роботов, гидроциклов, транспорта и пр.	180
11	Gree	Производитель кондиционеров	164
12	Nidec Sankyo	Производитель электродвигателей	141
13	Siemens	Производитель электроники, энергетического оборудования, транспорта и пр.	141
14	Nal (National Aerospace Laboratories)	Аэрокосмическая компания	139
15	Nissan	Производитель автомобилей	138
16	Samsung	Производитель бытовой техники, электроники и компонентов	134
17	Fraunhofer	Объединение институтов прикладных исследований	121
18	Daihen	Производитель промышленных роботов, роботов для дуговой сварки и резки и пр.	119
19	Efort Intelligent Equipment	Производитель промышленных роботов, роботов-распылителей и пр.	108
20	South China University of Technology	Исследовательский университет	108

Патентные семейства большинства представленных компаний были сгруппированы для более широкого понимания патентного портфеля компаний, например в компанию Kuka входят Kuka Deutschland, Kuka Roboter, Kuka Systems, Kuka Laboratories, Kuka Industries, Kuka Schweibanlagen & Roboter, Kuka Robotics, Kuka Robot Manufacturing, Kuka Roboter, Kuka Systems Aerospace, Kuka Schweibanlagen & Augsburg, Kuka Development Laboratories, Kuka Automation Equipment, Kuka Schweissanlageb, Kuka Roboter GMBH.

Согласно полученным данным, пять первых мест в патентовании технологий, применяемых для промышленных роботов, занимают зарубежные организации Mitsubishi (12,78%), Fanuc (12,41%), ABB (8,16%), Yaskawa (6,17%), Panasonic (6,13%).

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

На рис. 4 представлены наиболее актуальные технологические области в промышленной робототехнике в разрезе патентования ведущими производителями.

Ключевые игроки рынка										
MITSUBISHI ELECTRIC	724	107	181	13	17	52	14	3	8	2
FANUC	676	130	247	40	46	74	41	9	5	6
ABB	437	64	168	52	39	44	72	21	8	4
YASKAWA ELECTRIC	322	57	123	27	16	46	23	8	-	1
PANASONIC	336	36	155	20	22	48	17	1	-	2
HITACHI	257	49	127	3	12	26	6	-	1	1
KUKA	248	59	75	22	27	20	22	2	19	4
TOKICO	272	13	113	7	6	7	2	43	4	2
TOSHIBA	223	33	100	13	6	13	5	3	1	4
KAWASAKI	149	31	59	7	15	11	5	4	4	
МАНИПУЛЯТОРЫ СТАНОЧНЫЕ РОБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ, АППАРАТЫ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РОБОТЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ТРАНСПОРТ ДРУГИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАШИНЫ										

Рис. 4. Топ-10 технологических областей патентования в промышленной робототехнике.

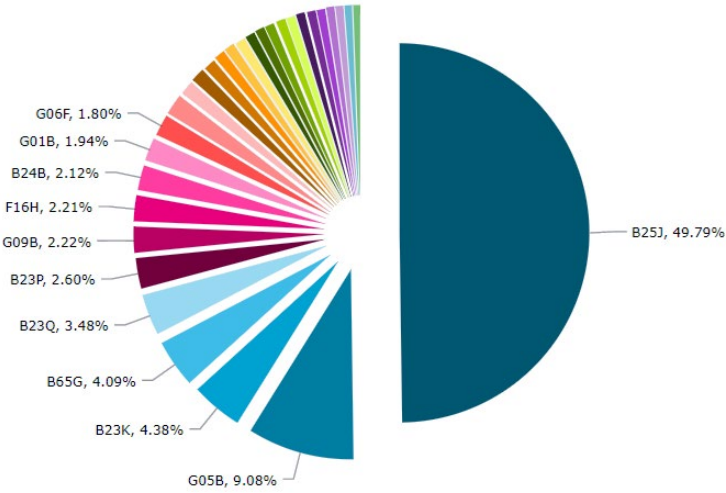
Можно отметить, что в промышленной робототехнике в большей степени патентуют технические решения, относящиеся к следующим направлениям: обрабатывающее производство (различные манипуляторы и коллаборативные роботы); системы управления промышленными роботами; станочные роботы; отдельные механические элементы роботизированных устройств (механизмы регулирования, автоматические системы дозирования, различные механические элементы для установки на промышленные роботы); системы измерения (способы и устройства калибровки роботизированных устройств, различные симуляторы и способы моделирования окружающей и рабочей среды роботов); электрические машины, аппараты (устройства для прокладки кабеля, модули сбора данных для беспроводной связи промышленных роботов) и другие.

Ниже представлена диаграмма, которая дает представление о наиболее часто встречаемых кодах Международной патентной классификации (далее - МПК) в области промышленной робототехники.

Можно выделить следующие основные классы МПК:

- В25J Манипуляторы; камеры, оборудованные манипуляторами (49,89%);
- G05B Регулирующие и управляющие системы общего назначения; функциональные элементы таких систем; устройства для контроля или испытания таких систем или элементов (9,21%);
- B23K Пайка или распаивание; сварка; плакирование или нанесение покрытий пайкой или сваркой; резка путем местного нагрева, например газопламенная резка; обработка металла лазерным лучом (4,32%);

- B65G Устройства для хранения или транспортировки, например конвейеры для загрузки или разгрузки опрокидыванием, конвейерные системы для магазинов или пневматические трубчатые конвейеры (4,08%);
- G06F Обработка цифровых данных с помощью электрических устройств (3,51%);



Топ 20 классов международной патентной

Представленный на рис. 5 семантический анализ текстовых документов патентных заявок представляет собой интеллектуальный анализ описаний, формул, рефератов запатентованных решений, который дает понимание о наиболее часто встречаемых в патентных документах словах, фразах. Он объединяет патентные документы и группирует их по технологическим кластерам, а также иллюстрирует смежные технические решения, которые встречаются в рамках одного направления.

Логика этого распределения говорит о том, какие именно технические задачи решаются в данной области либо какими средствами они достигаются. В направлении промышленной робототехники можно выделить следующие кластеры: решения, направленные на улучшение непосредственно манипуляционной части робототехнического устройства (Robot Arm/Роботизированная рука) - 15948 патентных семейств; решения, связанные с приводными, механическими частями робототехнического устройства, направленные на повышение точности (Axis of rotation/Ось вращения) - 3893 патентных семейств; решения, связанные с применением роботов-манипуляторов, автоматизированных линий с их применением (Manipulator/Манипулятор) - 3475 патентных семейств и другие.

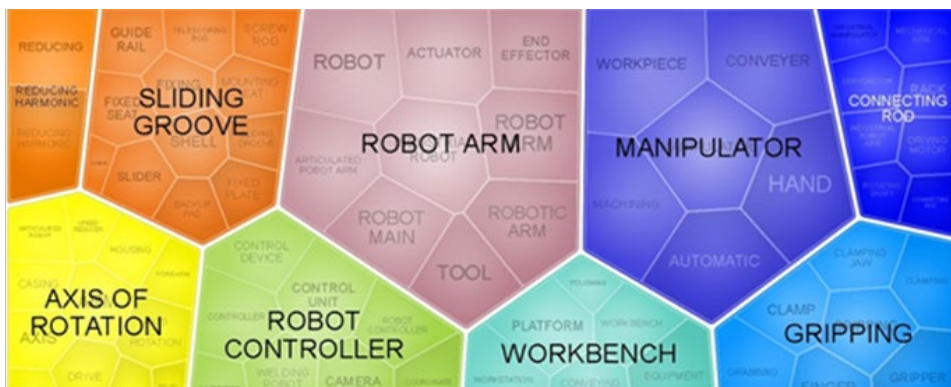


Рис. 5. Семантическое распределение патентных документов, отражающее распределение по технологическим кластерам

В целом наблюдается стабильная положительная динамика патентной активности в промышленной робототехнике – это говорит о том, что решения в этой области можно отнести к хорошо освоенной и востребованной на рынке технологий. Однако можно заметить, что на рынке присутствуют крупные промышленные компании, которые заботятся о защите прав на свои разработки и патентуют решения, относящиеся ко всем аспектам, связанным с робототехникой. С точки зрения конкурентной среды, рынок довольно насыщен, поэтому новым разработчикам, несомненно, необходимо искать собственные узкоспециализированные ниши, где может быть применима робототехника и двигаться в область нестандартных применений существующих решений по новому назначению.

Отдел интеллектуальной собственности
и трансфера технологий АНО ВО
«Университет Иннополис»

Контакты: iu-patent@innopolis.ru

При работе над статьёй использованы материалы:

1.

ТAdviser: «Карта российского рынка промышленной робототехники»

2.

РБК: «Что такое индустрия 4.0 и что нужно о ней знать»

3.

**TAdviser: «Промышленный
роборынок в России: низ-
кая база, устойчивый рост
и большие надежды»**

4.

ТAdviser: «Промышленные
роботы в России»

5.

Патентная база данных
Questel Orbit:

6.

RobotPortal.ru: «Промыш-
ленная робототехника:
«умные машины»
в производстве»

7.

International Federation of
Robotics

8.

Деловой профиль: «Использование промышленных роботов: обзор рынка робототехники в России и мире»

АНАТОЛИЙ ПЕРЕПЕЛИЦА



Для выживания на современном российском рынке, интеграторы вынуждены быть «всеядными»



Компания: УРТЦ Альфа Интех

Фокус работы: интегратор промышленных роботизированных комплексов

Заказчиками предприятия являются компании различных отраслей промышленности, в том числе предприятия Федерального космического агентства «РОСКОСМОС», гос. корпораций «РОСАТОМ» и «РОСТЕХНОЛОГИИ».

Город: Челябинск

Материал подготовили:

Гузель Низамова, Алёна Сидорова,
Марианна Филиппова, Оксана Федотова



Анатолий Перепелица
генеральный директор компании УРТЦ Альфа Интех

ЦРБТ:

Расскажите об истории компании: когда была основана, с каких направлений деятельности начинала?

А.П.:

В области промышленной робототехники работаем с 2009 года.

Немного предыстории. До этого я и мои партнеры трудились в ракетно-космической отрасли — в КБ «Машиностроение» (позже Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева). Позднее были наемными менеджерами на машиностроительном предприятии, которое занималось установками гидроабразивной резки и деревообрабатывающего оборудования. В 2008-2009 случился финансовый кризис, что заставило задуматься о новых направлениях. В это время нас свела судьба с Александром Яшкиным, который сейчас представляет компанию FANUC и Дмитрием Капишниковым — KUKA. На тот момент мы имели компетенции, базовые возможности для того, чтобы освоить промышленную робототехнику. Нашими силами был реализован первый в России роботизированный комплекс гидроабразивной резки с давлением воды до 6000 атм.

Мы начинали без ярко выраженной специализации. Сами понимаете, в 2009-2010 годах рынок был узкий, объем рынка составлял всего 300 роботов на всю Россию и, при наличии нескольких десятков востребованных типов приложений, объем рынка для каждого отдельного приложения получался совершенно мизерным. В этих условиях выжить, специализируясь на каком-либо отдельном приложении, было достаточно сложно, поэтому занимались абсолютно всеми направлениями. Как и большинство интеграторов, мы были вынуждены быть «всеядными»: браться за различные сложные проекты. Это приносит одновременно и дополнительные возможности, и риски для развития бизнеса.

ЦРБТ:

Что представляет из себя компания сейчас, какова основная специализация?

А.П.:

На сегодняшний день Альфа Интех — предприятие, входящее в реестр интеграторов Фонда развития промышленности с годовым оборотом в миллион — полтора миллиона евро. В компании трудятся 22 человека: конструкторы-механики, электронщики, программисты. Считаем себя крепким середняком (улыбается).

Наша деятельность по-прежнему разноплановая, но постепенно выделяются приоритетные направления.

Сейчас в ответ на вопросы о специализации я называю гидроабразивные технологии применительно к робототехнике. Формируется портфель кейсов в области металлургии: мы сделали несколько проектов по обслуживанию линий цинкования листов и литьевых машин. Практически у любого интегратора в области робототехники (и мы не исключение) есть компетенции по разработке роботизированных сварочных комплексов. Автоматизация этого процесса появилась одной из первых на рынке, вначале она даже занимала примерно 70-80% от всех роботизированных операций, сейчас, возможно, 30%.

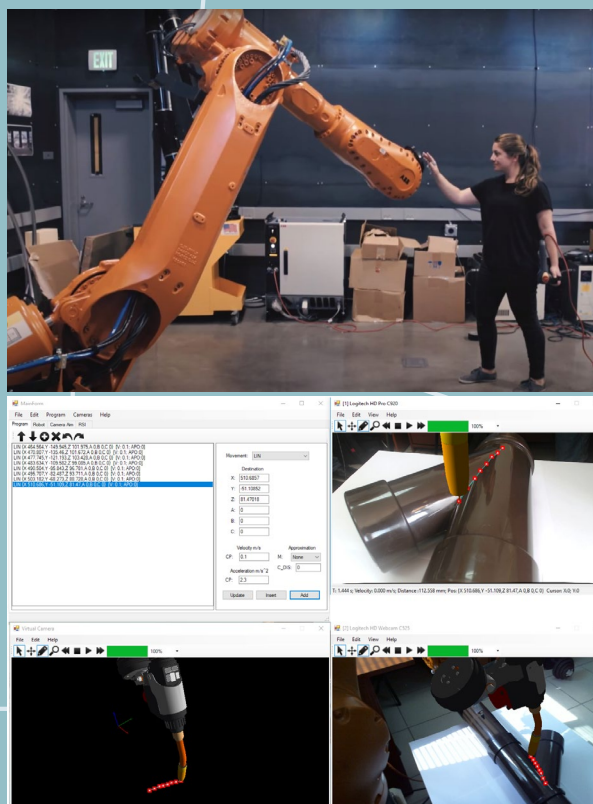


Роботизированный комплекс гидроабразивной резки композитных материалов на базе робота KUKA для АО «Петербургский тракторный завод»

Но, повторюсь, мы занимаемся много чем: от пилотируемой космонавтики и термоядерного синтеза до сварки рам велосипедов и производства секции батарей отопления.

Среди наших проектов — комплекс для структуры Роскосмоса совместно с СКБ «Прогресс» для обработки теплозащиты бака окислителя. Ракеты-носители «Союз» сейчас летают с баками, обработанными нашими роботами. Также мы разработали первый в РФ роботизированный комплекс производства металлических строительных конструкций. Помимо этого стараемся реализовывать другие инновации.

Например, мы первыми в стране сделали роботов, которые рисуют портреты. Также разрабатываем систему дистанционного программирования роботов-манипуляторов с помощью технологий дополненной реальности: разработали технологию, позволяющую привязать виртуальный объект к реальному пространству с большей точностью, чем это возможно с помощью очков смешанной реальности HoloLens. Это решение может также применяться для калибровки цифровых двойников робототехнических комплексов.

**ЦРБТ:**

С какими необычными, запоминающимися задачами вы сталкивались?

Нам на полном серьезе заказывали роботизированный комплекс по сборке банных веников. А это, между прочим, сложная задача (смеется)! Подобрать правильные веточки, листочки, все связать...

Если из более глобального (улыбается), вызовом стала задача по сбору шара для термоядерного синтеза. В шаре делаются отверстия, оси которых должны сходиться в центре. Отверстий сотни, шар весит 120 тонн, размером в 10 метров. Это тонкая оболочная конструкция, которая деформируется даже под собственным весом. Как добиться того, чтобы оси отверстий сходились в центре шара? Внешними измерителями замеряли положение объекта и под это положение автоматически корректировали программы обработки. То есть позиционировали объект как могли, а точности обработки добивались за счет

правильной корректировки программы с использованием точных данных о положении объекта.

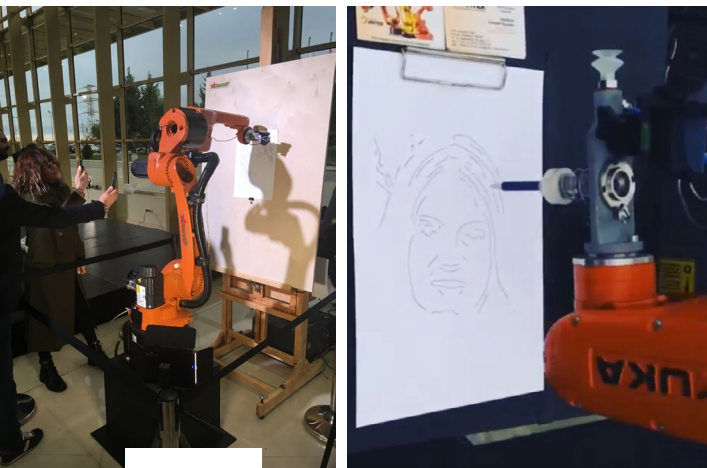
Или, например, из практики работы с КАМАЗом: у них есть такая задача — роботизировать устранение дефектов на отливках литейного завода. На этот брак тратятся большие деньги, десятки и сотни миллионов рублей. Устранение дефектов производится как на приеме у стоматолога: нужно высверлить, наплавить, очистить... Чтобы автоматизировать эту, казалось бы, простую задачу, нужно идентифицировать отливку и её дефекты, запрограммировать отдельно все необходимые действия и выполнить другие задачи.

ЦРБТ:

Как вы считаете, какие сложности стоят на пути развития рынка робототехники с точки зрения интеграторов?

А.П.:

Одно из препятствий для развития — слабая осведомленность технического персонала о возможностях промышленной робототехники, наличие стереотипов. Например, считается, что робототехника эффективна только на массовом производстве, где тысячи раз делаешь одну и ту же операцию. Миф. Как пример: вышеупомянутый комплекс обработки ракеты бака-носителя позволил увеличить производительность в 400 раз. Не процентов, а раз. Внушительный показатель. И этих стереотипов множество: «роботы ведут к безработице», «роботы — это сложно, поэтому ненадежно» и тому подобное. Так что это тема для отдельного разговора.



Робот-художник от «Альфа-Интех»

Современный российский интегратор — это всегда предприятие малого, в лучшем случае среднего бизнеса, а работать в основном приходится с большими предприятиями или целыми корпорациями, которые предлагают маленкие размеры предоплат, часто под банковские гарантии и с трудными условиями поставки. Приходится лавировать, например, работать через крупных посредников, не имеющих компетенций в промышленной робототехнике, но способных обеспечить финансовые условия сделки. Естественно, это ведет к увеличению стоимости, поставляемых роботизированных комплексов для конечного заказчика, иногда в разы. Понятно, что это не может негативно не сказываться на развитии рынка.

Есть, на мой взгляд, и некоторая несправедливость в налогообложении. Например, в нашем налоговом кодексе существуют преференции как для разработчиков опытных образцов продукции, так и для ИТ-компаний. Интегратор, по сути, является и тем и другим, ведь ни один робототехнический комплекс не обходится без программ и соответствующей механической («железной») и электронной части. Но работаем мы на общих основаниях, воспользоваться этими преференциями практически невозможно.

Это, впрочем, понятно. Рынок промробототехники в его современном виде начал формироваться только в начале нулевых, и голос игроков этого рынка, в том числе интеграторов, пока слышен слабо. Тон задают большие ИТ-компании.

ЦРБТ:

Какие действия предпринимаются для безопасности взаимодействия людей и роботов?

А.П.:

Вопрос безопасности применительно к робототехнике — один из основных. Для интегратора несоблюдение этих нормативов равно закрытию бизнеса. При разработке комплекса проектировщики учитывают требования безопасности, следуя существующим регламентам, ГОСТам, которыми предусмотрены технические средства на всех уровнях: на уровне механики, электроники, программного обеспечения.

ЦРБТ:

Сталкивались ли вы в своей практике с чрезвычайными ситуациями на предприятиях в связи с применением роботов?

А.П.:

Сталкивался с обратным, когда отсутствие роботизации приводило к травмам, чрезвычайным ситуациям. Например, в металлургии при обслуживании ванн цинкования используется ручной труд для очистки поверхности жидкого цинка от так называемого дросса. Это опасная для человека процедура, и были несчастные случаи на таких производствах, поэтому сейчас производится роботизация таких работ, и мы уже реализовали несколько проектов в этой области.



Лет 25 назад можно было по пальцам пересчитать людей, владеющих ПК. Сейчас этот навык есть практически у всех, это элемент культуры. Считаю, также должно быть с робототехникой, по крайней мере, для людей так или иначе связанных с производством



ЦРБТ:

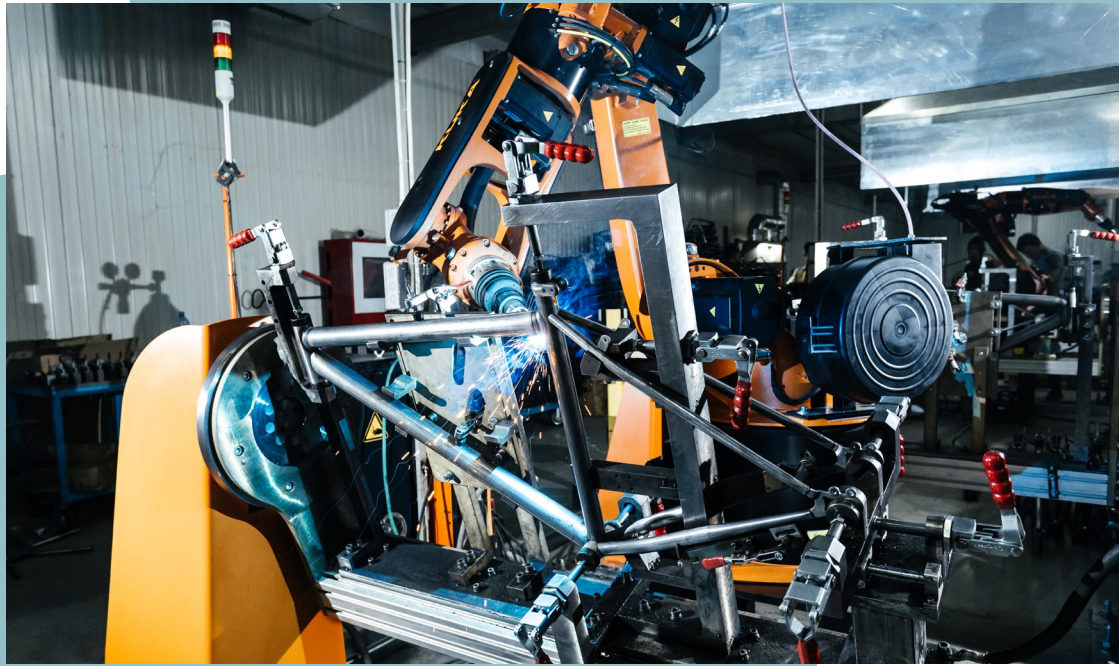
Как считаете, какие способы стимулирования развития робототехники актуальны для России?

А.П.:

Во-первых, думаю, ничего не простимулировать, если люди не будут знать о робототехнике. Так что, считаю, начинать нужно с популяризации отрасли. Более того, представление должны иметь не только те, кто планирует непосредственно применять эти технологии, но и все учащиеся средне-профессиональных и высших учебных заведений, как например, экономисты, юристы и другие специалисты, так или иначе, прямо или косвенно, связанные с производством.

Лет 25 назад можно было по пальцам пересчитать людей, владеющих ПК. Сейчас этот навык есть практически у всех, это элемент культуры. Считаю, также должно быть с робототехникой. Методы популяризации самые очевидные: пока у нас даже нет специализированного журнала по промышленной робототехнике. Кроме того, нужно освещение успешных кейсов, усиление образовательного сегмента, потому что здесь есть разрыв между тем, чему учат, и тем, что нужно рынку.

И если говорить про развитие интеграторов, то у меня есть вопрос, на который я пока не нашел ответа. Почему у наших российских промышленных корпораций нет в структуре своих интеграторов? Ведь у них полно задач по автоматизации и роботизации для одного интегратора. Или не видят



Сварка велосипедных рам и вилок роботами KUKA

перспективы? Или уповают на зарубежных интеграторов? Например, как сейчас в основном на предприятиях автопрома, которые в подавляющем большинстве аффилированы с иностранными компаниями.

ЦРБТ:

Что бы вы посоветовали компаниям, которые хотят работать с такими гигантами, с какими работаете вы?

А.П.:

С крупными компаниями работать трудно. Самое главное — предложить им что-то уникальное и незаменимое. Нам было проще: когда мы выходили на рынок, было меньше конкуренции. Сейчас предложений на рынке много. Но, повторюсь, если у вас есть своя фишка, особенность, то вы конкурентоспособны. Важен опыт в конкретной области. Чем больше роботизированных комплексов в определенной области я сделал, тем больше вероятность, что заказчик предпочтет мои комплексы для этой области, а не у конкурентов, у которых таких реализованных комплексов меньше либо нет вообще. Это один из механизмов появления выраженной специализации. Ну и, конечно, инновационные стартапы тоже являются источниками будущей специализации.

ЦРБТ:

Расскажите, какие амбициозные цели стоят перед вами сейчас?

А.П.:

Ранее я говорил про то, что у нас постепенно формируются перечень приоритетных специализаций. С одной стороны, четкая специализация снижает риски, позволяет сконцентрироваться на определенном виде продукта и повышает его качество. С другой стороны, диверсификация — залог большей конкурентоспособности.

В связи с этим одна из наших амбициозных целей — более вдумчиво подойти к своим специализациям, оформить и углубить компетенции.

Кроме того, двигаем ряд инновационных проектов. Например, ведем НИОКР по вышеупомянутому проекту дистанционного программирования с помощью дополненной реальности.

ЦРБТ:

В каких отраслях ждать роботизации в ближайшее время в РФ?

А.П.:

Автопром был и остается одним из главных потребителей

робототехники. Хотя в прошлом году немного «просел» в связи с пандемией. За рубежом активно роботизируется отрасль электроники (в России, к сожалению, еще нет). Зато здесь бурный рост наблюдается в пищевой промышленности и фармацевтике. И все больше роботов появляется в направлении consumer goods (товары народного потребления). Будет развиваться машинное зрение в промышленных роботах, будет востребована гибкость, то есть возможность использовать одного робота для разных операций.

ЦРБТ:

Каким образом отразился COVID-19 на развитии промышленной робототехники?

А.П.:

Пандемия стала стимулом для развития робототехники. Появляются даже средства дистанционного управления роботами. Мы, кстати, делаем по этой теме НИОКР.

Если в целом говорить про отрасли, то для кого-то это стало толчком к увеличению прибыли (та же фармацевтика), а для кого-то, наоборот, наступили не лучшие времена (автопром). Это меняет структуру наших заказчиков и структуру распределения роботизированных решений по отраслям экономики, и, думаю, этот процесс еще будет продолжаться.

ЦРБТ:

На какие профессии в сфере промышленной робототехники следует ориентироваться молодому поколению, чтобы быть востребованным на рынке труда?

А.П.:

Мне как работодателю в области создания робототехнических комплексов в идеале хотелось бы видеть в сотруднике компетенции электронщика, программиста и механика. Три в одном. Вот этот конгломерат компетенций, считаю, и будет востребован. Самые актуальные специализации будут в области искусственного интеллекта, машинного зрения, дополненной реальности, big data. Если говорить про персонал, эксплуатирующий робототехнику, то, конечно, понадобятся операторы роботизированных комплексов, владеющие различными языками программирования. Однако с развитием визуального программирования даже этот навык может стать в ближайшее время не самым важным.

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЫНКА ТРУДА В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Технологические революции, ставшие в свое время переломными моментами в истории человечества, являются отправной точкой для замены ручного труда на автоматизированный. И сегодня внедрение новых технологий вызывает споры среди сотрудников и владельцев компаний. Однако повышение качества, скорости и гибкости производства несомненно связано с автоматизацией рутинных операций.

К каким изменениям на рабочем рынке могут привести роботизация и автоматизация? Представителей каких профессий полностью заменят роботы? Какие профессии вне зоны риска? Как подготовиться к глобальной роботизации, чтобы не остаться «у разбитого корыта»? Мы попытаемся ответить на эти вопросы.

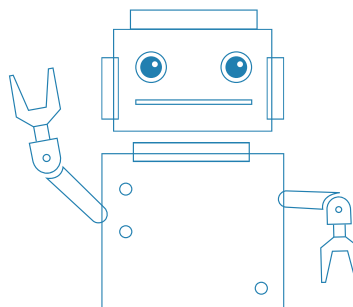
Очевидно, массовая роботизация не случится вдруг, а станет следствием долгого процесса, на всем протяжении которого будет оцениваться экономическая выгода. С другой стороны, опрометчиво недооценивать скорость и охват этого процесса. Достаточно обратиться к историческим фактам.

В своё время технологический прогресс привел к исчезновению таких профессий, как человек-будильник, заготовщик и развозчик льда, кучер, сплавщик, колесник, тещ на фабрике, вычислитель, дагеротипист, фонарщик, телефонист, человек-радар, бурлак и многих других. Однако это не привело к глобальной безработице. Взамен «вымирающих» профессий появлялись новые. Вот только глобальная роботизация может привести к гораздо более ощутимым и непредсказуемым последствиям, поскольку сама её цель заключается в минимизации используемых человеческих ресурсов.

Широко цитируемое исследование The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation? («Будущее занятости: насколько рабочие места восприимчивы к автоматизации?»), опубликованное исследователями из Оксфордского университета Карлом Бенедиктом Фреем и Майклом Осборном в 2013 году, показало, что 47% рабочих мест можно автоматизировать с точки зрения технологических возможностей. Исследователи подчеркивают, что отобрали лишь потенциальные возможности автоматизации, фактические масштабы и темпы компьютеризации будут зависеть от целого ряда факторов.

А где бабуля?

Я за нее!



Для своего анализа Фрей и Осборн использовали данные, полученные при помощи искусственного интеллекта (ИИ). По результатам анализа были выявлены некоторые отклонения между выводами ИИ и экспертов. Например, эксперты посчитали профессию официанта не поддающейся автоматизации – алгоритм ИИ пришел к другому результату и оказался прав: в 2016 году открылась сеть ресторанов без официантов Eatsa.

Было отмечено, что работники, занятые на рабочих местах, подверженных автоматизации, как правило, имеют более низкий уровень образования. Более того, известен целый ряд примеров, когда автоматизация способствовала тому, что едва ли не любой работник, мог выполнить поставленную задачу и становился, таким образом, легко заменяемым, а следовательно, не защищенным. Современным примером крайнего проявления компьютеризации является автоматизированное управление компании Amazon. По данным The Verge (американский веб-сайт о новинках в области IT), в условиях постоянной оптимизации рабочего процесса работники не успевают не только восстановить силы, но и просто сходить в туалет. Вероятно, это временное явление, связанное с тем, что верхнеуровневое управление процессом обработки заказов уже передано компьютеру, а непосредственно в процессе обработки ещё по большей части задействованы люди. С развитием автоматизации и роботизации люди будут освобождаться от этой работы. Но игнорировать наличие негативных последствий автоматизации для человека было бы опрометчиво.

А где бабуля?
Я за нее!

Очевидно, что гораздо проще автоматизировать рутинные задачи, нежели нестандартные. В Оксфордском исследовании приводится определение рутинных задач с точки зрения компьютеризации, как задач, следующих четким правилам, которые могут выполняться машинами. В то же время нестандартные задачи слишком сложны для автоматизации. При этом по мере компьютеризации нестандартные задачи переходят в разряд стандартных. Например, сложные производственные задачи разделяются на последовательность простых подзадач и конвейеризируются. При этом появляются другие нестандартные задачи более высокого уровня: например, автоматизация работы программиста-автоматизатора.

Сегодня в крупных компаниях прослеживается тенденция сокращения сотрудников клиентской поддержки, работников в сфере строительства и в ряде других направлений. Следующим этапом станет сокращение бухгалтеров, кассиров, курьеров, охранников, секретарей, банковских операционистов, копирайтеров, риелторов и других профессий.

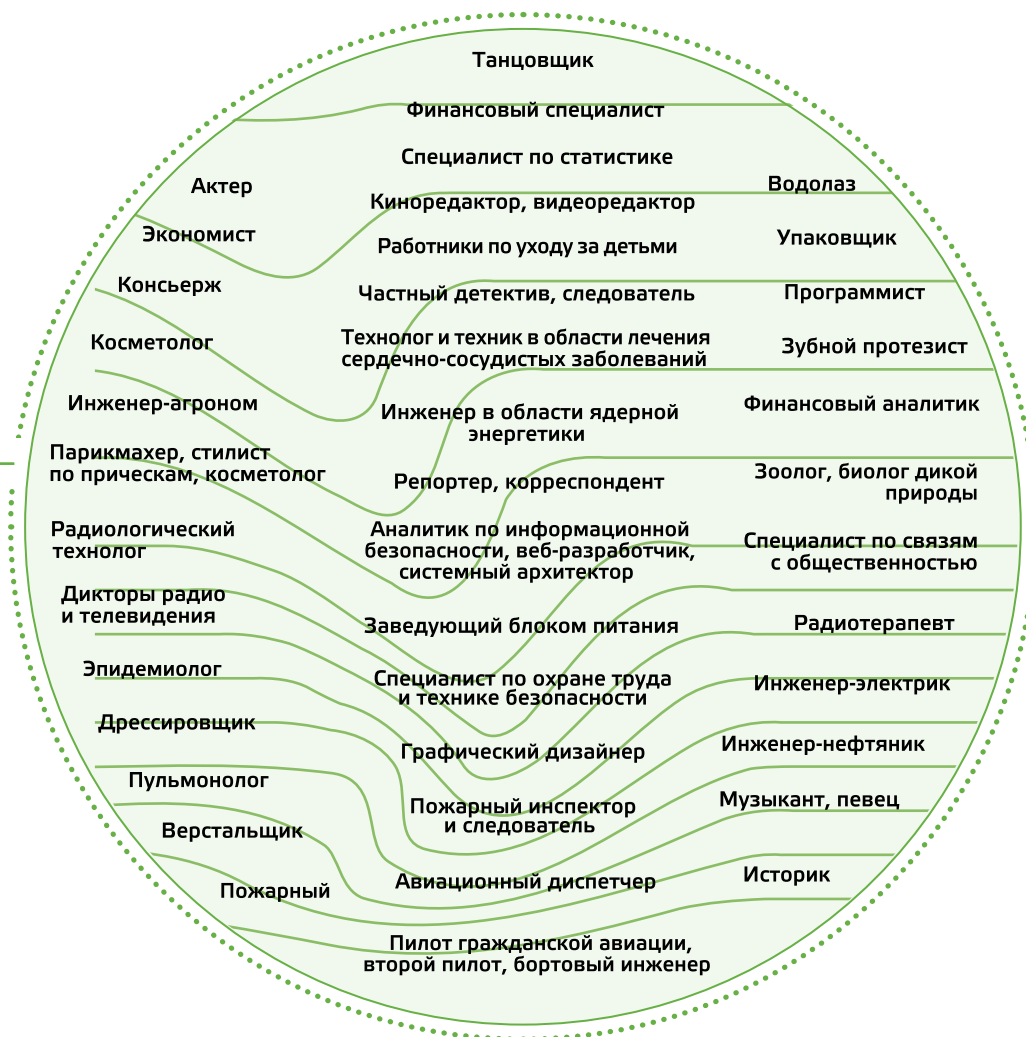
При помощи технологий искусственного интеллекта Оксфордский университет составил список профессий с точки зрения возможности их компьютеризации. На инфографике приведены некоторые из них.

○ ВЕРОЯТНОСТЬ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ

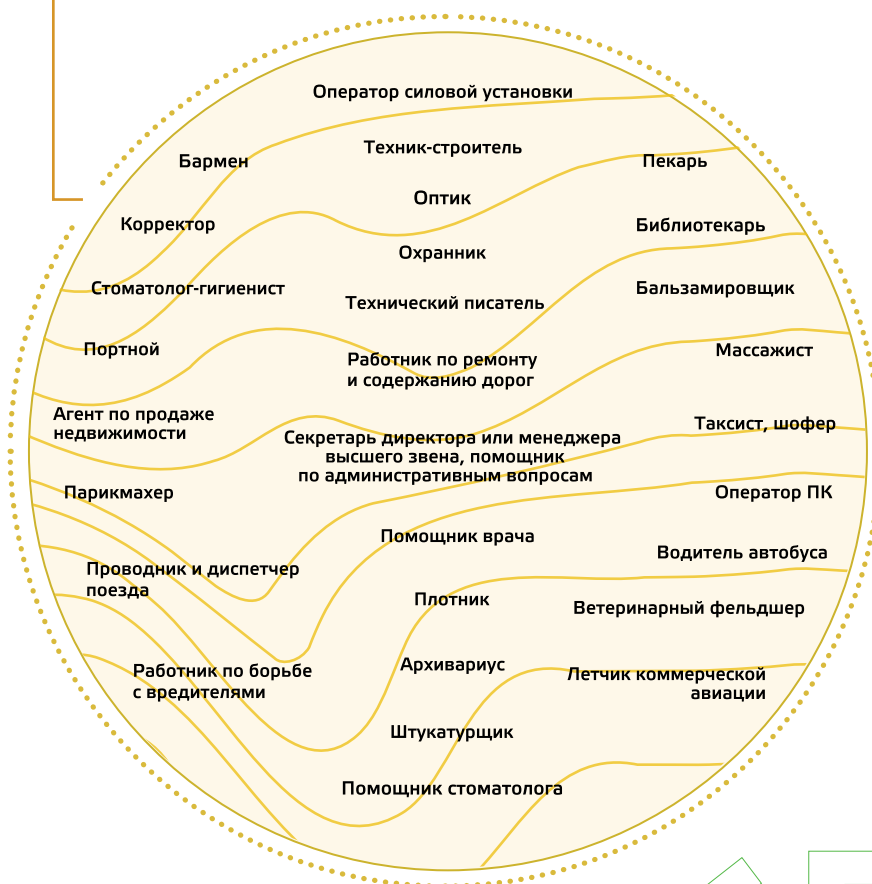


<50%

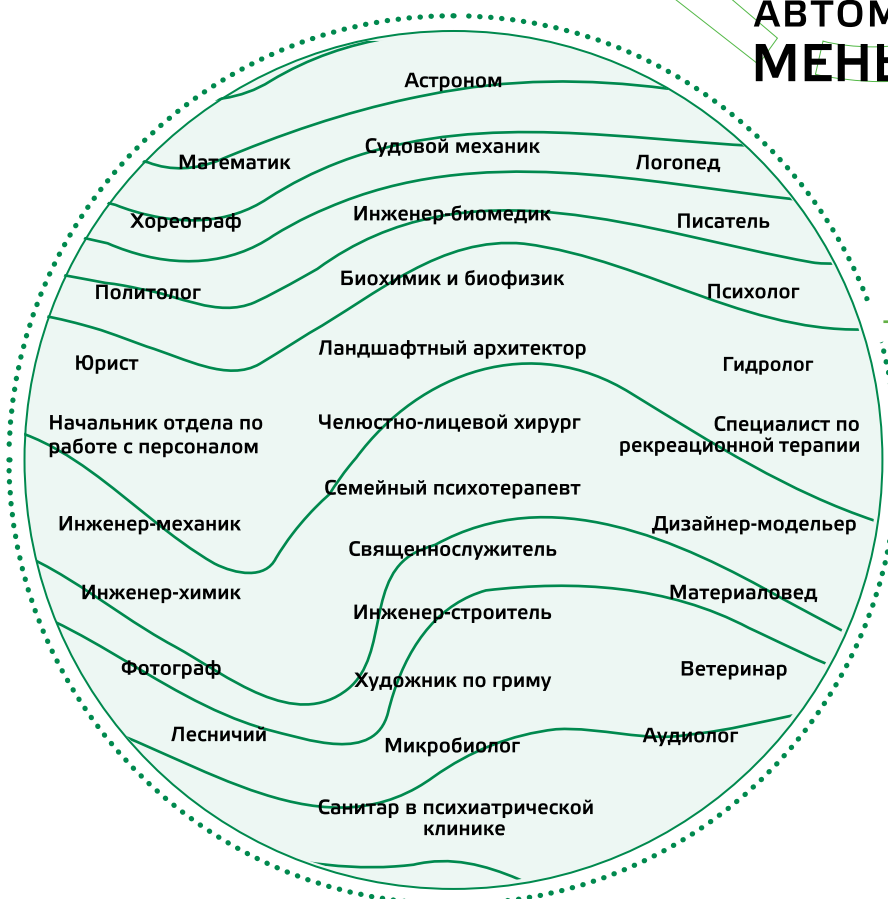
АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕНЬШЕ 50%



АВТОМАТИЗАЦИЯ БОЛЬШЕ 50%



АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕНЬШЕ 5%



Отдельные позиции в приведённом списке вызывают вопросы и кажутся логически необоснованными. Однако эти нестыковки объясняются в первую очередь тем, что под одним и тем же названием профессии могут скрываться существенно разные должностные обязанности в разных компаниях или разных странах. Например, профессия «технический писатель» подразумевает творческую деятельность, которая, очевидно, не может быть легко автоматизирована. Однако в приведённом списке эта профессия имеет вероятность автоматизации 89 %. Видимо, специалисты Оксфордского университета понимают под названием «технический писатель» существенно менее широкий круг обязанностей. Впрочем, нельзя исключить и вероятность того, что использованная система искусственного интеллекта отработала непредсказуемо для человека.

После опубликования анализа Фрея и Осборна был проведен еще целый ряд других исследований с различающимися выводами. Например, согласно результатам исследования Арнца, Грегори и Зиернана 2016 г. «Угроза автоматизации для рабочих мест в странах ОЭСР: сравнительный анализ» компьютерами, алгоритмами и роботами будут заменены не профессии, а конкретные задачи, выполняемые в рамках определенной профессии. Авторы исследования называют причины, по которым автоматизация не приведет к массовой потере рабочих мест:

Организация экономического сотрудничества и развития – международная экономическая организация развитых стран, признающих принципы представительной демократии и свободной рыночной экономики.

экономические, юридические и социальные препятствия, замедляющие процесс автоматизации;

новые рабочие места, появление которых связано с внедрением новых технологий;

вероятная адаптация персонала к изменяющимся вследствие автоматизации рабочим процессам.

Исследование «Угроза автоматизации для рабочих мест в странах ОЭСР» подчеркивает, что техническая возможность автоматизации для выполнения определенной задачи не всегда означает ее практическую реализацию (например, вследствие этических причин, экономической нецелесообразности и так далее). Кроме того, следует учитывать, что работники одной и той же профессии зачастую выполняют совершенно разные функции даже в пределах одной страны, не говоря уже о различиях в традициях, существующих в той или иной профессии в разных странах.

Таким образом, согласно анализу Арнца, Грегори и Зиернана, риску автоматизации подвержены лишь 9 % рабочих мест в странах ОЭСР (а также лишь 9 % рабочих мест в США), в то время как Фрей и Осборн в исследовании Оксфордского университета полагают, что 47 % рабочих мест США потенциально подвержены автоматизации.

Эксперты PwC (PricewaterhouseCoopers) в своем международном анализе потенциальных долгосрочных последствий автоматизации 2020 года также отмечают свое несогласие с некоторыми прогнозами, в частности, с выводами, что автоматизация к 2030-м гг. приведет к массовой «технологической» безработице и что ее последствия могут быть более ощутимыми, чем в период с момента начала цифровой революции.

Наряду с этим, PwC признает дестабилизирующий эффект автоматизации на рынках труда и подчеркивает зависимость последствий автоматизации от страны, от категории работников и уровня их образования. Согласно данному анализу, наибольший риск исчезновения в результате автоматизации имеют следующие профессии: операторы и сборщики машин, а также офисные служащие; наименьший риск – старшие должностные лица и руководители высшего звена. Проследивается зависимость от пола и уровня образования (для мужчин с низким уровнем образования риск несколько выше, чем для женщин с низким уровнем образования, при этом вероятность автоматизации для мужчин и женщин с высоким уровнем образования примерно одинаковая), возраста (среди мужчин риск выше у представителей молодого поколения, среди женщин – у старшего) и ряда других факторов.

Основной вывод исследования PwC заключается в том, что, несмотря на ликвидацию или радикальные изменения, которые коснутся некоторых профессий, будет создано много новых рабочих мест – долгосрочный суммарный эффект автоматизации должен быть положительным для экономики в целом.

Одним из факторов, препятствующих техническому прогрессу, и, как следствие, компьютеризации и автоматизации, является сопротивление людей, стремящихся сохранить свои рабочие места. Среди других барьеров на пути прогресса можно отметить консервативность и неповоротливость некоторых крупных организаций; несовершенство законодательных и нормативно-правовых документов, регулирующих и стимулирующих инновационную деятельность; необходимость серьезных финансовых вложений при внедрении автоматизации и так далее. Однако по мере развития технологий и, как следствие, удешевления отдельных компонентов, компьютеризация и автоматизация становятся все более выгодными как с экономической точки зрения, так и с точки зрения вопросов качества. Помимо этого, научно-техническому прогрессу способствует стремление сохранить человеческие жизни и здоровье. Поэтому максимально приближенная к полной автоматизации рабочих процессов жизнь становится лишь вопросом времени.

Для современных роботизированных предприятий нужны следующие профессии по отраслям:

ДИСТАНЦИОННЫЙ КООРДИНАТОР БЕЗОПАСНОСТИ.

Оператор новых автоматизированных и роботизированных охранных систем, получающий информацию об объекте с помощью датчиков и камер наблюдения и, в случае необходимости, отправляющий на объект группу быстрого реагирования. Эта работа является новым вариантом профессии охранника и в дальнейшем постепенно будет заменена полностью автоматизированными охранными системами.

ПРОЕКТИРОВЩИК ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ.

Специалист, занимающийся проектированием роботизированных производственных устройств (для таких операций, как покраска, сварка, упаковка, штамповка), производственных логистических устройств, например, погрузчиков, транспортеров, манипуляторов, а также роботизированных комплексов из таких устройств, например, автоматизированных заводов.

**ПРОЕКТИРОВЩИК НЕЙРОИНТЕРФЕЙСОВ
ПО УПРАВЛЕНИЮ РОБОТАМИ.**

Специалист, проектирующий системы управления промышленными и боевыми роботами через нейроинтерфейсы, позволяющие контролировать процесс как индивидуальным операторам, так и распределенным коллективам.

**ОПЕРАТОР МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ.**

Специалист по управлению и обслуживанию роботизированных систем, в том числе на сложных и опасных производствах и при работе с труднодоступными или микрообъектами.

**ПРОГРАММИСТ-РАЗРАБОТЧИК
РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ.**

Специалист, занимающийся разработкой алгоритмов и программ робототехнических систем на основе математических моделей.

ЭЛЕКТРОНЩИК-РОБОТОТЕХНИК.

Специалист, который проектирует электронные схемы, собирает и тестирует электронные компоненты, отвечающие за работу электронных приборов и устройств робототехнических систем.

Для подготовки перечисленных специалистов необходимы:

- разработка и введение соответствующих образовательных программ мирового уровня;
- повышение квалификации персонала производственных предприятий, а также их руководства;
- развитие образовательных программ, в том числе сетевых, в российских вузах.

Противоречивые выводы разных исследований наводят на мысль о некоторой субъективности каждого из них. Сложно предсказать заранее, какие прогнозы окажутся наиболее точными, однако необходимость повышения уровня квалификации в целях развития своих гибкости и адаптивности становится все более актуальной с течением времени.

Более подробная информация представлена в Атласе новых профессий

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ

Принимая во внимание очевидность выгоды автоматизации для лидеров отрасли, остается вопрос, каким образом отразится автоматизация на обычных людях. Допустим, существуют положительный и отрицательный сценарии. Какой из них наиболее вероятен?

Следствием технологического развития в сфере автоматизации могут стать следующие специальности:

- Проектировщик «умных материалов».**
Специалист, который разрабатывает композитные материалы в составе «умных сред», меняющие свойства под задачи промышленного предприятия.
- Проектировщик нанотехнологических материалов.**
Профессионал, занимающийся моделированием свойств, прогнозированием жизненного цикла нанотехнологических материалов с помощью цифровых моделей. Такая вакансия предполагает навыки высокопрофессионального программиста с хорошими знаниями по нанофизике и нанохимии.
- Системный инженер композитных материалов.**
Специалист по замещению традиционных материалов на композитные в робототехнике. Этот специалист будет проектировать новые материалы в зависимости от требований отраслей-потребителей по морозостойкости, хрупкости, износоустойчивости, гипоаллергенности и так далее.
- Системный инженер интеллектуальных энергосетей.**
Специалист, занимающийся проектированием и моделированием «умных сетей», микрогенерационных систем, «умных» энергетических сред под ту или иную задачу, а также разработкой технологических и инфраструктурных требований к системам на протяжении всего их жизненного цикла. Решает ту же задачу, что и разработчик систем энергопотребления, но со стороны подачи энергии.
- Проектировщик нейроинтерфейсов.**
Специалист, занимающийся разработкой совместимых с нервной системой человека интерфейсов для управления компьютерами, домашними и промышленными роботами, с учетом психологии и физиологии пользователей.
- Специалист по искусственному интеллекту.**
Такой специалист занимается распознаванием речи, образов или рукописного ввода, созданием виртуальной реальности и др. Одним из инструментов его работы является ИИ, он используется в защите информации, в образовании и инженерии знаний и так далее.

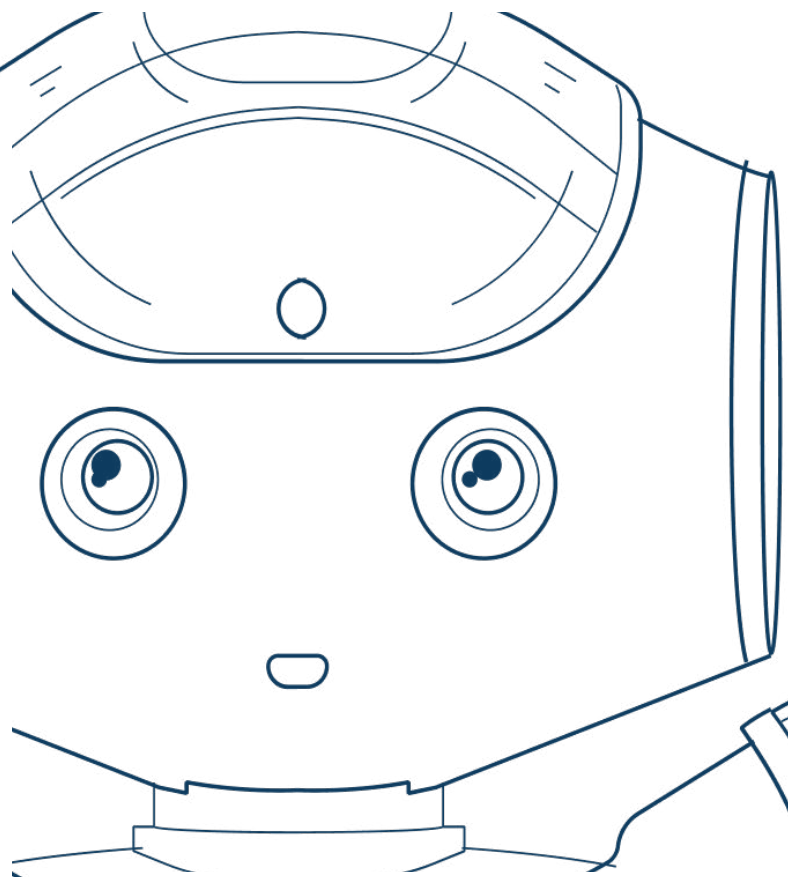
На сегодняшний день можно отметить, что в позитивном направлении движутся Япония и Сингапур. По данным Всемирного экономического форума (World Economic Forum), каждый новый робот в производственном секторе на тысячу рабочих в Японии увеличивает занятость трудоспособного населения на 2,2%. По версии экспертов, это подтверждает, что роботы и рабочая сила в Японии взаимодополняют друг друга. Помимо этого, было отмечено, что, хотя общая занятость увеличилась, когда были внедрены роботы, количество часов, отработанных одним рабочим, уменьшилось.

Однако необходимо учитывать особенности роботизации в Японии, позволяющие вводить новые технологии безопасно и экологично для качества жизни населения. По мнению журнала *Naked Science*, ключевыми факторами положительного влияния автоматизации на рынок труда являются плавное и постепенное принятие автоматизации производств вследствие долгой истории роботизации в Японии по сравнению с другими странами; активное развитие экономики и её ориентация на экспорт. Также следует отметить дефицит рабочей силы и государственное стимулирование технологий.

Сингапур, являющийся одной из стран-лидеров по уровню жизни, также активно использует роботизацию для усиления своих конкурентных преимуществ. Благодаря грамотному управлению и продуманной стратегии развития Сингапур является одним из наиболее развитых государств в мире. Страна делает акцент на инновационной деятельности и стремится к повсеместному использованию инновационных технологий во благо населению. На сегодняшний день нет никаких предпосылок к тому, что автоматизация и роботизация могут негативно отразиться на качестве жизни простого человека в этой стране.

Южная Корея, занимающая второе место в мире после Сингапура по плотности роботизации по данным Международной федерации робототехники (International Federation of Robotics, IFR) на 2019 год, предупреждает проблему возможного роста безработицы путем законодательного регулирования (в частности, повышения уровня защищенности работников, сокращения продолжительности рабочего дня, введения налога на роботов).

Russia Today отмечает большое количество людей с высшим образованием и нехватку низкоквалифицированной рабочей силы в Южной Корее. Наряду с повышением минимального размера оплаты труда (что, в свою очередь, значительно увеличило затраты компаний), это способствует повышению уровня роботизации. Однако выросший за последние годы уровень безработицы в стране на данный момент не позволяет относить Республику Корея к странам с положительной динамикой роботизации, несмотря на прогнозируемое сглаживание ситуации в будущем.



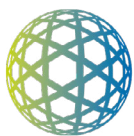
Примером отрицательного влияния автоматизации на граждан страны на данный момент является Китай, где цифровизация используется в том числе для контроля и ограничения свобод людей. По данным онлайн-журнала *Sixth Tone*, китайские компании используют «умные» системы, назначающие задачи группам работников в соответствии с различными этапами проектов и даже повышающие эффективность персонала. Сотрудники отмечают, что приходится работать сверхурочно, приходить на работу в выходные, чтобы не было вычетов из зарплаты. «Умная» система включает систему видеонаблюдения, систему автоматизации делопроизводства, отслеживающую информацию о рабочих, а также систему учета рабочего времени и посещаемости.

Следует отметить, что на некоторых промышленных предприятиях КНР уже начались массовые сокращения персонала вследствие автоматизации. Кроме того, серьезные опасения вызывает система оценки поведения граждан, предполагающая анализ поведения каждого гражданина страны на основании полученных данных о нем и последующее присвоение ему определенного социального рейтинга, который, в свою очередь, влияет на уровень доступа к желаемым социальным благам.

Таким образом, становится очевидным, что роботизация так и будет двигаться по различным путям – в каких-то странах годами преодолевая экономические, законодательные и социальные барьеры, а где-то быстрыми темпами, наращивая технологический и отраслевой потенциал, и затронет многие сферы жизни – в том числе и профессиональную. Несмотря на невозможность заранее предсказать, ударит ли роботизация по рынку труда в конкретной стране, необходимо понимать, что такое может случиться, поэтому, независимо от сценария развития и того, какие решения будут приниматься на государственном уровне, на уровне рядового сотрудника нужно быть готовым к любому развитию событий: постоянно повышать свою квалификацию, развивать гибкость и адаптивность, осваивать инновационные технологии хотя бы на базовом уровне и избегать личностной стагнации.

Материал подготовила:
Гузель Низамова

МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ


PROF-IT
G R O U P

**Дильман Аркадий Михайлович,
руководитель направления по цифровому
производству PROF-IT GROUP:**

Наши решения являются эксклюзивными и по-настоящему уникальными, поскольку несут в себе совокупность инженерно-конструкторской идеи в железе и современный уровень работы программной части наших РТК. Роботизированные комплексы компании ориентированы на сектор металлообработки (сварка всех типов, плазменная и лазерная резка, напыление, дробеструйные процессы, зачистка, шлифовка, наплавка), а также мы успешно осуществляем операции сборки, транспортировки, паллетизации и обслуживания различных станков и прессов с помощью роботов.

Уникальным является каждое решение, которое делается впервые для заказчика под определенный вид продукции.

Компания является системным интегратором компании KUKA

Наша компания разработала серийный РТК, производящий конечную продукцию для строительного рынка. Данное решение реализовано на базе завода Тюменьремдормаш и первые партии продукции уже вышли на рынок.

В ближайшее время рост роботизации ожидается в складском секторе, и по нашему мнению, будет продолжаться рост в секторе паллетизации и упаковки продукции.

СИБУР
диджитал

**Семёнов Александр Владимирович,
владелец продукта СИБУР Диджитал:**

Роботизированные комплексы уже работают на нескольких предприятиях СИБУРа. В Воронеже промышленные манипуляторы укладывают брикеты каучука разных марок в контейнеры после их предварительной сортировки с помощью систем технического зрения. На пермском предприятии робот используется для укладки мешков с вспенивающимся полистиролом на паллеты. В прошлом году в Балахне была завершена пусконаладка робота, который выполняет растарку полипропилена и сополимеров из мешков в приемные бункеры технологических линий производства БОПП-пленок.

Недавно «СИБУР Диджитал» совместно с интегратором «Инспайр» завершили проект по запуску роботизированного комплекса на базе робота-манипулятора KUKA KR-60. Роботизированная ячейка интегрирована в линию производства БОПП-пленки и предназначена для контроля

Подразделение является цифровой лабораторией, реализующей трансформацию нефтехимической отрасли.

геометрии и качества выпускаемой продукции – рулонов БОПП-пленок, а также робот выполняет финальную подготовку продукции перед отгрузкой её клиентам.

По текущим планам – мы продолжаем роботизировать процессы растарки сырья, навески биг-бэгов на машины фасовки сыпучих продуктов, процессы укладки брикетов каучука в контейнеры, контроль и этикетировку рулонов пленок.

Также прорабатываем применение роботов в лабораторных процессах для минимизации рутинного труда специалистов.

Кроме того, видим потенциал в применении мобильных роботов для процессов внутрискладских перемещений продукции на паллетах, инспекций/обходов оборудования, задач доставки по территории предприятий.

ХИСАМУТДИНОВ РАВИЛЬ МИРГАЛИМОВИЧ



**Роботы всегда будут сопровождать
человечество, хотим мы этого или нет**



Дата основания: 1976 год

Город: Набережные Челны

ПАО «КАМАЗ» — крупнейший производитель тяжелых грузовых автомобилей в России.

Компания входит в 20-ку ведущих мировых производителей тяжёлых грузовых автомобилей.

Материал подготовила:

Марианна Филиппова

Хисамутдинов Равиль Миргалимович

Заместитель директора по развитию по роботизации производства ПАО «КАМАЗ», д.т.н., профессор, зав.каф. конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств Набережночелнинского института КФУ, MBA.

ЦРБТ:

Согласно исследованию IFR (International Federation of Robotics), автомобильная промышленность — лидер по установке новых роботов на производстве. Это сложная отрасль со множеством технологических процессов. Скажите, что способствует быстрой роботизации автомобильной промышленности?

Р.М.:

Современный автомобиль сегодня — это настоящее чудо техники. В рамках эксперимента наши автомобили уже сейчас могут подключаться друг к другу, их уже можно назвать автономными и интеллектуальными. Также мы работаем над водородными двигателями, поэтому в перспективе они будут использовать и новые источники энергии. Современные автомобили опережают транспортные средства, которые производились еще совсем недавно. Скорость внедрения инноваций растет по мере того, как в отрасли появляются новые участники, которые бросают вызов лидерам рынка. Мы работаем в стратегической отрасли с высокой динамикой развития и высокой конкуренцией. Требования к качеству и количеству продукции растут так динамично, что человек как рабочий ресурс становится слабым звеном. При таком развитии событий ему остаётся преимущественно роль подготовки производства и управления производством, передавая силовые и прецизионные операции роботам, поэтому можно смело утверждать, что быстрая роботизация в нашей отрасли неизбежна.

ЦРБТ:

Как специалисты компании определяют, какую операцию экономически выгодно передать под ответственность робота?

Р.М.:

В каждой компании есть свои стандарты. Вся процедура внедрения роботизированного комплекса

стандартизирована. Как правило — это расчет окупаемости инвестиций, за исключением случаев, когда мы руководствуемся иными требованиями, например, тяжелыми и вредными условиями труда. В таких вопросах должна быть гибкость, потому что экономическая эффективность может заключаться не только в инвестициях и их возврате, но и в качественных изменениях, которые абсолютно необходимы на нашем рынке для того, чтобы не потерять конкурентоспособность. Все это позволяет нам определить эффективность не только экономической, но и качественную, которая порой ценится гораздо выше, чем экономическая.

ЦРБТ:

Можете примерно сказать минимальный и максимальный срок окупаемости робота?

Р.М.:

Не совсем правильно говорить об окупаемости робота, поскольку робот используется в роботизированном комплексе в окружении целого ряда оборудования и оснастки, где порой стоимость самого робота может составлять только десятую часть от всего комплекса. В простых стандартных ячейках с одним роботом можно достичь окупаемости за полтора года, в сложных проектах с большим объемом модернизации и автоматизации окупаемость может дойти до семи, десяти или двенадцати лет. Каждый проект уникален по-своему, даже если состав комплекса идентичен. Если исходить из того, что стоимость рабочей силы у нас на сегодняшний день порядка 400-700 тысяч руб. в год, то можно было бы говорить об окупаемости при 20 сменах в неделю за один год с небольшим, но на практике это встречается редко.



Производство каркасов кабин



Сварка крыши кабин

ЦРБТ:

Расскажите какие операции на производстве уже роботизированы? Какие результаты были получены?

Р.М.:

На нашем производстве роботизирован целый ряд операций. Самыми массовыми являются дуговая и контактная сварка, сборка, наплавка, окраска, зачистка, логистика, обслуживание станков ЧПУ и другие. Роботы обеспечивают высокое и стабильное качество, они способны работать непрерывно 2000 часов (это более 2-х лет непрерывной работы). Они не ходят на обед, не болеют, не уходят в отпуск и не прогуливают, поэтому в этом плане роботы превосходят людей многократно. Помимо этого, робот способен заменить на одном рабочем месте четверых сотрудников, существенно увеличив при этом производительность труда. Каждый день в мире инженеры разрабатывают что-то новое и благодаря этому робот приобретает новые возможности.

На данный момент у нас задействованы роботы-манипуляторы для выполнения точечных операций и логистические роботизированные комплексы. На мой взгляд, каждый робот практически универсален. Все зависит от того, какой инструмент дать ему в руки: захват, сверлильную или фрезерную установку, сварочную оснастку, лазерную головку. Роботы могут многое, а самое главное - делают это качественно и точно. В скорости и точности человек уступает роботу.

Например, недавно мы запустили роботизированный комплекс с двумя роботами, и они вдвоём заняты на комплексных замерах заготовок коленчатых валов после линии горячей штамповки. Детали сходят с линии каждая весом 90-120 кг разных моделей, очевидно, человеку работать с такими элементами производства трудно. Роботы выполняют такую работу легко:

один из них манипулирует заготовкой, устанавливая на стенд как предусмотрено технологией, а второй, используя измерительную систему в своей руке, очень быстро производит необходимые замеры с разных ракурсов, вскоре оператор на дисплее уже видит все результаты замеров с подробной аналитикой. Человеку на это потребовалось бы в 7-8 раз больше времени.

ЦРБТ:

Какие процессы компания планирует роботизировать в ближайшее время?

Р.М.:

У нас есть проекты по роботизации литейных процессов, по изготовлению стержней, в разработке проекты по горячей штамповке, по холодной штамповке, готовим комплекс с коллаборативным роботом, рассматриваем сборочные операции. Операции логистики тоже многогранны: есть множество вариантов роботизации, над этим мы тоже работаем. В перспективе для себя мы определили 11 технологий, по которым будем разрабатывать проекты по роботизации, и это не предел.

ЦРБТ:

Какие функции выполняют люди, чьи обязанности взяли на себя роботы?

Р.М.:

Практически все технологии, что я перечислил ранее, выполнялись людьми, но сейчас их выполняют роботы. Есть операции, которые люди вообще не могут выполнять, например, лазерную сварку, здесь без роботов вообще не обойтись. Люди переходят на более интеллектуальные виды работ, ни один рабочий, на моей памяти, еще не ушел после прихода роботов. Все остается на заводе, сейчас они заняты более интеллектуальным трудом. Рабочим не грозит остаться без дела с приходом роботов.



Все, что относится к Индустрии 4.0 — автоматизация, роботизация и ИИ — эти три технологии будут определять наше будущее



ЦРБТ:

Какие новые навыки нужны персоналу, чтобы быть востребованным на производстве? Возможно ли производство без людей?

Р.М.:

Если речь идет о роботизированных производствах, то будут востребованы инженеры-технологи с навыками разработки проектов роботизации, так как именно они обеспечивают роботов работой. Будут нужны наладчики с навыками «оживления» роботов, подготовки для них необходимых инструментов, операторы с навыками обеспечения роботов необходимыми заготовками.

Производство рано или поздно будет роботизировано, соответственно, за людьми остаются вопросы управления и обеспечения роботов всем необходимым, чтобы они трудились день и ночь высокопроизводительно.

Индустрия 4.0 — это, по сути, симбиоз автоматизации, роботизации, ИИ, который назван интернетом вещей. Безлюдное производство возможно, только в буквальном смысле понимать это нельзя: будто стоит завод и никого там нет. Безлюдное производство вовсе не означает отсутствие людей на производстве. В самом производственном процессе людей может не быть, но управление все равно остается за людьми.

ЦРБТ:

Какие технологии нужно внедрять в производство уже сейчас, чтобы идти в ногу со временем?

Р.М.:

Все, что относится к Индустрии 4.0 — автоматизация, роботизация и ИИ — эти три технологии и будут определять наше будущее, именно на это нужно обращать внимание, именно в этих трех направлениях нужно двигаться. В большинстве отраслей экономически развитых стран роботы уже доказали свою эффективность, что привело к повышению глобального спроса на них. Ускорение использования роботов выше ожидаемого. Технологический разрыв не сокращается, а увеличивается. Робототехника оказывает влияние на конкуренцию в международном масштабе, повышая уровень производства в тех компаниях, которые вкладывают значительные капиталы в новую технологию, соответственно ослабляя в долгосрочном плане позицию тех, кто не способен идти по тому же пути. Роботизированные технологии будут определять конкурентоспособность и в будущем. Очевидно, что роботы будут доминировать во всех сферах жизни общества, роботы всегда будут сопровождать человечество, хотим мы этого или нет. Мы уже идем по этому пути.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Работа с роботом требует от человека внимательности, как при работе с любым техническим устройством, поэтому стоит не забывать о технике безопасности. На предприятиях, где установлены робототехнические установки, необходимо соблюдать правила эксплуатации и обслуживания таких аппаратов. Это предохраняет от негативных влияний промышленных роботов на человека, таких как:

Материал подготовила:
Марианна Филиппова

механические/термические воздействия;

вред от резких звуков и шума работающего оборудования.

поражения током;

Одними из основных причин таких воздействий являются ошибки систем управления, доступ к механизмам без предварительного обучения и инструктажа, неисправности аппарата, в том числе из-за неправильной установки оборудования, а также непредвиденные природные катаклизмы и человеческий фактор.

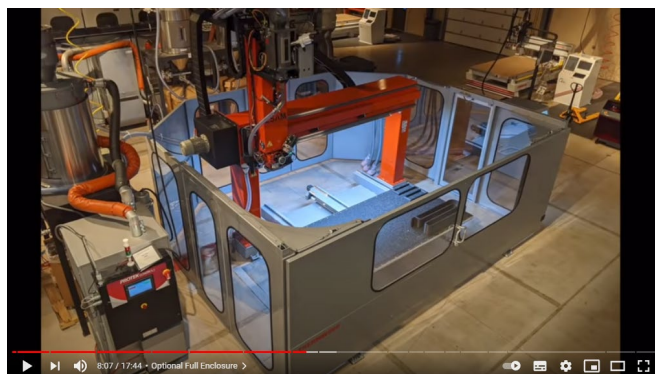
Для эффективной и безопасной работы с роботами на производстве, а также для предотвращения несчастных случаев, которые может спровоцировать неисправный робототехнический комплекс, предусмотрены правила эксплуатации, прописанные в ГОСТ 12.2.072-98 на основе ISO 10218-92 «Роботы-манипуляторы промышленные. Требования безопасности»

Так, следуя предписаниям, безопасность персонала на роботизированном производстве основывается на следующих принципах:

- во время производственного процесса не допускается нахождение обслуживающего персонала в рабочем пространстве робота;
- во время программирования, контроля, обслуживания и в других случаях, требующих нахождения обслуживающего персонала в рабочем пространстве промышленного робота, вероятность возникновения опасной ситуации должна быть минимальной.

Выполнение этих принципов реализуется через мероприятия по:

- ограничению рабочего пространства робота с помощью физических барьеров, защитных ограждений, в том числе с блокировками, а также использование устройств обнаружения, которые помогают роботам ориентироваться в пространстве рядом с человеком;
- организации рабочих мест обслуживающего персонала таким образом, чтобы все работы по наладке и обслуживанию промышленного робота производились вне его рабочего пространства;
- внедрению дополнительных мер защиты обслуживающего персонала, разрабатываемых в зависимости от конструктивных особенностей робота и необходимых для обеспечения безопасности в случаях, когда нахождение обслуживающего персонала в рабочем пространстве не может быть полностью исключено.



Требования к технике безопасности при работе с коллаборативными роботами отличаются от требований для обычных промышленных роботов. Это связано с тем, что люди могут как взаимодействовать с манипуляторами, так и находиться в их рабочей области. Для безопасной работы с коллаборативными роботами необходимо следовать стандарту ISO/TS 15066:2016 «Роботы и робототехнические устройства – коллаборативные роботы».

Так, одними из главных критериев безопасной совместной работы робота и человека являются:

- контролируемый автоматический останов робота;
- ручное управление;
- мониторинг скорости и сближения с человеком;
- ограничение по мощности усилия и моменту силы.

Система управления роботов оснащена технологиями безопасной работы с человеком, этим устройства и отличаются от обычных промышленных манипуляторов. Дополнительные функции дают возможность роботу выполнять работу и ориентироваться в пространстве с человеком, не причиняя ему вреда. Одними из главных технологий, на которых построена работа коллаборативного робота, можно назвать:

SMS (от англ. Safety-rated Monitored Stop) – контролируемая остановка робота

Суть этой технологии в том, чтобы робот мог автоматически остановить движение в тот момент, когда человек подходит к нему на определенное расстояние. Для этого применяются специальные сенсоры удалённости, которые часто дублируются для обеспечения максимальной безопасности.

SSM (от англ. Speed and Separation Monitoring) – контроль скорости и разделения рабочих зон

Технология не отключает робота при приближении человека, но меняет характер его поведения, например, замедляет скорость работы манипуляторов, чтобы машина резкими движениями не нанесла повреждения сотруднику. К примеру, чтобы робот «понимал», что рядом с ним находится именно человек, применяется система из двух умных камер — они фиксируют положение объекта в пространстве и определяют траекторию его движения.

PFL (от англ. Power- and Force-Limited) – ограничение мощности и силы

Технология помогает оценивать хрупкость различных предметов и механизмов. Датчики собирают данные о том, какую максимальную силу можно применить к объекту, чтобы не повредить его. На практике, например, в системах сортировки посылок, эта технология позволяет аккуратно обращаться с хрупкими посылками.

Новый робот GoFa от ABB был удостоен престижной премии Best of the Best Red Dot-2021 за новаторский дизайн.

Это высшая награда в конкурсе, присуждаемая за самый эстетичный, функциональный, умный или инновационный дизайн.

Промышленный робот, как любой другой инструмент АСУ ТП, также должен быть защищен от угроз внешнего проникновения в систему, несанкционированного управления, обновления ПО и т.п. Для обеспечения безопасной и бесперебойной работы устройства роботы оснащаются идентификацией, защитой носителей информации, обнаружением вторжения и противодействием атакам на устройства, управлением обновлениями и др.

Таким образом, в России, как и во всем мире, на роботизированных производствах следуют международным стандартам, позволяющим использование роботов в рабочем цеху. В зависимости от типа роботов требования могут изменяться, но в целом стандарт регламентирует условия безопасной работы для человека с робототехническими комплексами. В будущем, возможно, появятся и другие технологии для обеспечения безопасности, основанные уже на технологии искусственного интеллекта, благодаря которому роботы смогут быстрее обучаться и принимать самостоятельные решения.



МИРОВЫЕ АССОЦИАЦИИ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Ассоциации по развитию промышленной робототехники объединяют ведущие компании в этой отрасли, а также являются площадкой для коммуникации между специалистами. Технический портал RoboticsBiz, объединяющий экспертов в области робототехники, искусственного интеллекта и технологий машинного обучения со всего мира, выделил основные мировые ассоциации, занимающиеся популяризацией промышленной робототехники.

Материал подготовили:

Гузель Низамова, Леонид Коробков



International Federation of Robotics (IFR)

IFR – федерация робототехники, объединяющая экспертов и профессионалов со всего мира. Сообщество предоставляет исчерпывающие рыночные данные для обзоров, исследований и статистики, а также помогает производителям выходить на новые рынки. В организации состоят такие мировые компании как KUKA, FANUC, Daihen, Yaskawa и другие.



Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)

Association for the Advancement of Artificial Intelligence

- Научное общество ассоциации по развитию искусственного интеллекта занимается продвижением исследований в этой области, а также популяризацией машинного обучения в робототехнике. Ассоциация ежегодно спонсирует около десятка конференций и симпозиумов, а также выпускает собственный журнал, в котором освещаются новые исследования и актуальная литература в области искусственного интеллекта.



IEEE Robotics and Automation Society

IEEE Robotics and Automation Society – одна из наиболее признанных мировых организаций в области робототехники и автоматизации. Ассоциация является площадкой для обмена техническими достижениями между специалистами и присоединившимися организациями. Также одной из главных целей сообщества является популяризация автоматизации и робототехники.



Open Source Robotics Foundation, Inc.

Open Source Robotics Foundation, Inc. – международное сообщество людей, объединившихся для исследований и разработки открытого программного и аппаратного обеспечения, используемого в робототехнике.



Foundation for Responsible Robotics (FRR)

FRR – это группа, которая отстаивает разработку политики, учитывающей потенциальные социальные риски будущих приложений робототехники и искусственного интеллекта путем взаимодействия с органами власти как на национальном, так и на международном уровнях. Группа работает над созданием и внедрением правил использования технологий, связанных с робототехникой. Базовым принципом, который отстаивает группа, является ответственный подход к реализации робототехнических устройств, при котором учитываются права человека, не нарушаются правила безопасности, не создается и не усугубляется социальная несправедливость.



Association for Advancing Automation (A3)

AAA - крупнейшая торговая ассоциация в Северной Америке, представляющая более 1100 организаций, занимающихся робототехникой, искусственным интеллектом, машинным зрением и визуализацией, управлением движением и двигателями, а также соответствующими технологиями автоматизации. Организация продвигает технологии и идеи автоматизации, которые меняют способ ведения бизнеса. A3 спонсирует выставки, конференции и другие мероприятия, ведет собственный веб-сайт по технологиям автоматизации, собирает отраслевую статистику и проводит исследования рынка.



Arab Robotics & AI Association

Арабская ассоциация робототехники и искусственного интеллекта – научная организация, объединяющая арабские страны и способствующая развитию робототехники и искусственного интеллекта. Целью сообщества является популяризация науки, повышение интереса к робототехнике и искусственному интеллекту, поддержка научных исследований и взаимодействие с образовательными учреждениями. Организация устраивает профессиональные конференции, конкурсы и выставки для раскрытия талантов и привлечения новых участников. Также она способствует созданию институтов, университетов и исследовательских центров, занимающихся робототехникой, в арабских странах.



Australian Robotics and Automation Association Inc.

Australian Robotics and Automation Association Inc. – профессиональное сообщество Австралии и Новой Зеландии, которое занимается роботами, приложениями для роботов, анализом возможных последствий внедрения робототехнических систем, а также технологиями автоматизации. Ассоциация организует конференции, встречи и служит координационным центром для австралийской промышленности и исследователей, занимающихся робототехникой и автоматизацией.



Robotics Association of South Africa (RSA)

RASA – региональная ассоциация, которая координирует различные исследовательские инициативы в области робототехники и искусственного интеллекта в Южной Африке. Ассоциация намеревается создать сеть исследователей в южной части Африки и на международном уровне. Среди других ее целей – повышение осведомленности об исследовательских инициативах в области робототехники и искусственного интеллекта, участие и проведение международных мероприятий и признание усилий местных исследовательских групп и ученых в области робототехники и искусственного интеллекта.



Asociación Americana de Robótica y Tecnología

AAROBOTEC A.C. – американская ассоциация робототехники и технологий предоставляет возможности для занятий пороботехнике и технологии в различных образовательных организациях. Она объединяет преподавателей, студентов, учебные заведения и компании в Латинской Америке, а также на Ближнем Востоке, в Африке и США для внедрения STEM-технологий в образование.



British Automation and Robot Association (BARA)

BARA – британская площадка для взаимодействия представителей робототехнической промышленности и автоматизированного производства с государственными, промышленными, финансовыми и академическими учреждениями. Ассоциация способствует внедрению, использованию и развитию промышленных роботов и средств автоматизации в британской промышленности. Среди членов организации ABB Limited, FANUC UK Limited, Kawasaki Robotics (UK) Limited, Kuka Robotics UK Ltd и другие.



The Israeli Robotics Association (IROB)

IROB – израильская ассоциация робототехники (IROB) поддерживает национальное робототехническое сообщество в академических кругах и промышленности, продвигая исследования в области робототехники, робототехническое образование, использование робототехники и автоматизации в промышленности, сельском хозяйстве, транспорте, быту, медицине и других сферах



Danish Industrial Robot Association (DIRA)

DIRA - это датское сообщество разработчиков, поставщиков, конечных пользователей, а также образовательных учреждений и органов власти, заинтересованных в робототехнике. Ассоциация является платформой для взаимодействия специалистов в области робототехники, заинтересованных в развитии отрасли, раскрытии её потенциала и популяризации исследований в этой области.



Robotics Society in Finland

Robotics Society in Finland – профессиональное сообщество в Финляндии, занимающееся исследованиями, обучением, связями с общественностью и частным бизнесом в области промышленной и сервисной робототехники. Сообщество поддерживает такие организации, как Innokas Network, FLL Suomi и RoboEdu, которые обучают детей и школьников робототехнике. Одним из примеров такого сотрудничества является развивающая телеигра для детей Robomestariit.



SIRI – Associazione Italiana di Robotica e Automazione

SIRI – некоммерческая организация в Италии, объединяющая производителей, интеграторов и импортеров, занятых в секторах робототехники и автоматизации. Такое взаимодействие позволяет поддерживать связь, обмениваться идеями и информацией между исследователями, промышленниками и пользователями.



Singapore Industrial Automation Association (SIAA)

SIAA представляет собой профессиональную ассоциацию компаний и специалистов в области автоматизации, интернета вещей и робототехники. Ассоциация объединяет компании из Сингапура, и на сегодняшний день в SIAA насчитывается около 500 активных компаний-членов и профессионалов, представляющих различные отраслевые вертикали, такие как умные города, транспорт, производство и так далее. Среди членов ассоциации ABB Pte Ltd, Kawasaki Heavy Industries (Singapore) Pte Ltd, Archisen Pte Ltd и другие.



Asociación Española de Robótica y Automatización

AER – некоммерческая ассоциация, объединяющая основных игроков рынка Испании в сфере автоматизации и промышленной робототехники: производителей, дистрибьюторов, инженеров, интеграторов, технологические центры, стартапы, университеты, учебные центры и пользователей. Миссия ассоциации состоит в том, чтобы способствовать преобразованию производственной структуры на территории Испании с помощью промышленной робототехники и технологий автоматизации. AER является членом IFR и одной из ее основательниц.



Swedish Industrial Robot Association (SWIRA)

SWIRA – отраслевая ассоциация сообществ Швеции, заинтересованных в развитии робототехники. SWIRA направлена на повышение уровня автоматизации в шведской промышленности. Среди членов ассоциации ABB, Kuka, Mitsubishi Electric, Yaskawa и другие.



Seattle Robotics Society

SRS – региональная некоммерческая корпорация из Сиэтла (США), объединяющая любителей, энтузиастов и профессиональных участников рынка робототехники. Ассоциация организует встречи, семинары, конкурсы, информационные мероприятия, стажировки для обмена опытом и знаниями с подрастающим поколением.



MassRobotics

MassRobotics – базирующаяся в Бостоне (США) независимая некоммерческая организация инженеров, ракетостроителей и предпринимателей. Ассоциация является организатором многих грантовых программ и мероприятий, способствующих экономическому росту, а также раскрытию потенциала молодого поколения. Среди партнеров организации Panasonic, Festo, Amazon Robotics, Mitsubishi Electric и другие.



На Ганноверской промышленной ярмарке Hannover Messe компания **KUKA** представила **первые элементы новой операционной системы iiQKA.OS**, которая сильно упростит использование роботов. Операционная система станет основой для целой экосистемы, предложит доступ к программам, приложениям, сервисам или аксессуарам, обеспечит простоту установки, эксплуатации и расширения.

АЛИСА КОНЮХОВСКАЯ



До сих пор существуют мифы,
что роботы — это угроза



Компания: НАУРР (Национальная Ассоциация Участников Рынка Робототехники)
Дата основания: 2015 год

Материал подготовили:
Эльмира Закирова, Марианна Филиппова,
Алина Винова, Оксана Федотова

Алиса Конюховская,
председатель правления НАУРР

Национальная Ассоциация Участников Рынка Робототехники (НАУРР) — первая в России организация, объединяющая российские и зарубежные робототехнические компании всех направлений. Миссия Ассоциации: развитие рынка робототехники в России.

Первым руководителем ассоциации был Виталий Недельский, позже эту должность занимала Алиса Конюховская, которая на данный момент является председателем правления. Исполнительным директором с 2021 года является Ольга Мудрова.

Ассоциация входит в международные организации International Federation of Robotics и Global Robot Cluster, сотрудничает с отраслевыми союзами США, Франции, Сингапура, Малайзии, Испании, Израиля, Турции, Узбекистана, Филиппин, Тайланда.

В 2020 году НАУРР организовала и поддержала более 40 офлайн-мероприятий.

Партнеры ассоциации



ЦРБТ:

Расскажите о том, как создавался НАУРР, чем занимается организация и вы в частности?

А.К.:

В 2015 году на международную промышленную выставку Иннопром впервые приехали представители Международной федерации робототехники. Была идея провести в России Международный симпозиум робототехники. Однако выяснилось, что для его организации необходимо создать Ассоциацию. В сентябре этого же года ассоциация была зарегистрирована, в ноябре вступили первые участники, объединение постепенно начало развиваться. Самыми непростыми были первые годы. Мы разбирались с рынком и изучали его, выстраивали отношения со всеми участниками и «нащупывали понимание», что нужно игрокам.

Я начинала работу аналитиком в Ассоциации, когда она только была основана, делала первые аналитические исследования. В 2015 году материала и информации о рынке и об уровне роботизации было мало, а задач у нас очень много. Вначале я занималась аналитикой, потом была помощником руководителя и его заместителем, через 3 года работы в Ассоциации стала директором, а еще через 3 года - отошла от операционного управления Ассоциации, став председателем правления и независимым экспертом рынка.

В состав НАУРР на сегодняшний день входит 86 компаний. У организации шесть направлений деятельности.

ПЕРВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ — аналитика и статистика.

Мы собираем информацию вместе с Международной Федерацией Робототехники (IFR). Делаем общие исследования по промышленной, сервисной и другим видам робототехники, а также обзоры отдельных направлений на заказ. Другими словами, аккумулируем информацию о рынке робототехники, оцениваем возможности развития и риски тех или иных направлений. Наши заказчики и партнеры по исследованиям - государственные ведомства и корпорации.

ВТОРОЕ НАПРАВЛЕНИЕ — взаимодействие с государственными органами власти. Участвуем в качестве жюри на робототехнических конкурсах и советах по теме развития отрасли, озвучиваем проблемы всех участников рынка: роботостроителей, интеграторов, заказчиков и так далее.

НАУРР и её члены участвовали в разработке Стратегии развития робототехники в России; в создании Дорожной карты по развитию компонентов робототехники и сенсорики; в создании Концепции нормативного регулирования робототехники и искусственного интеллекта.

ТРЕТЬЕ НАПРАВЛЕНИЕ — организация мероприятий в России и за рубежом: форумы, встречи, совещания, заседания, конференции, выставки, лекции.

ЧЕТВЕРТОЕ НАПРАВЛЕНИЕ — международная деятельность.

За годы работы мы установили прочные связи с зарубежными объединениями, компаниями и местными органами власти. НАУРР сотрудничает с International Federation of Robotics (IFR). Ассоциация участвовала в создании международного объединения Global Robot Cluster. Также мы помогаем российским компаниям выходить на международный рынок.



Global Robot Business Forum 2021, Daegu Mechatronics & Materials Institute

ПЯТОЕ НАПРАВЛЕНИЕ — популяризация робототехники в медиа. Сейчас я занимаюсь этим направлением особенно активно, и понимаю, что в обществе до сих пор есть установки, что роботы — угроза, они заберут рабочие места и так далее. Мы стремимся доносить мысль, что нет опасности, это всего лишь инструменты для того, чтобы улучшать качество жизни и труда. К нам регулярно приходят за информацией федеральные медиа. Мы сотрудничаем с YouTube-каналом PRO Роботов, делаем обзоры технологий, российских робо-компаний и их разработок (у канала уже 150 тыс. подписчиков).



Международная выставка ИННОПРОМ 2021

ШЕСТОЕ НАПРАВЛЕНИЕ — нетворкинг — создание и развитие сети полезных знакомств. Мы помогаем искать подрядчиков, партнеров, сотрудников. Для развития нетворкинга мы регулярно проводим неформальные встречи Russian Robotics Club.

ЦРБТ:

Что нужно сделать компании, чтобы вступить в вашу Ассоциацию, и какую поддержку вы им окажете?

А.К.:

Нужно, чтобы было зарегистрированное юридическое лицо и у компании были финансовые возможности оплатить небольшой членский взнос. За счёт взносов существует наша организация. Далее алгоритм простой: нужно связаться с нами. В ходе беседы мы выясняем, чем можем быть полезны. Кому-то (например, интеграторам) нужна осведомленность о возможности участия в мероприятиях, кому-то нужен пиар их компании, кому-то важнее всего знать, какие конкурсы, гранты объявляются государством или быть в курсе трендов рынка; для кого-то приоритет — нетворкинг. Если обобщить, мы отвечаем за информацию и коммуникацию на рынке робототехники.

Как однажды сказал Павел Кривоzubов (руководитель направления «Робототехника и искусственный интеллект» ИТ-кластера фонда «Сколково») про нашу деятельность: «НАУРР — это не фурушет, а холодильник». В том смысле, что на фурушете все сразу разложено, подходишь и берешь готовенькое, а холодильник открываешь, смотришь, какие есть продукты, и что мы можем из этого вместе приготовить. От активности участника зависит объём полезности Ассоциации для него. Другими словами, у нас много возможностей, которые могут помочь участнику, когда он вовлекается и делится своими потребностями.

ЦРБТ:

По сравнению с мировыми показателями, уровень роботизации в России не так высок — 6 роботов на 10 000 людей в промышленности. Какие меры надо предпринять, чтобы повысить этот уровень?

А.К.:

Начнем с того, что не всегда корректно сравнивать такие показатели. Скажем, в Южной Корее или Сингапуре есть производственная специфика. В Сингапуре в принципе мало производственных предприятий по сравнению, например, с Китаем: они поставят пару десятков или сотню роботов и это уже ощутимо в статистике, а для Китая с огромным количеством заводов — лишь капля в море. Также в Южной Корее есть производство электроники, где требуется большое количество роботов.

Если говорить про Россию, вижу такие пути повышения уровня роботизации: во-первых, пиар самих технологий и продвижение робототехнического образования. Нужно говорить о том, что это не какие-то космические технологии, их уже можно и нужно внедрять, поскольку они помогают бизнесу повышать эффективность и производительность, улучшают условия труда и создают новые высококвалифицированные рабочие места. И, во-вторых, субсидировать переобучение и развенчивать миф, что обучение робототехнике непочему дорого и сложное. Стать оператором робототехнического комплекса нетрудно, тем более, что со временем интерфейсы только упрощаются.



Павел Кривоzubов о НАУРР:

НАУРР, как и любая другая организация, направленная на развитие технологических компаний, будь то Сколково или любой другой институт развития — не является универсальным лекарством от всех проблем. НАУРР предоставляет эффективные инструменты для решения задач робототехнической отрасли: прежде всего актуальную аналитику, отличный нетворкинг, позволяющий быстро выйти на нужных партнёров, возможности вывода робототехнических проектов на международный рынок и многое другое. Но для того, чтобы максимально эффективно воспользоваться этими инструментами, необходимо и со стороны компаний-участников прилагать определённые усилия: быть активными, вовлечёнными в диалог, для того, чтобы совместно с НАУРР выбрать наиболее эффективные способы решения своих задач.



Экзоскелет для верхней части тела помогает снять нагрузку с позвоночника при тяжелой работе



Российский антропоморфный робот Федор, разработанный НПО «Андроидная техника»

ЦРБТ:

Как вы оцениваете российское образование в робототехнике?

А.К.:

У меня есть ощущение несоответствия двух факторов: с одной стороны, наши инженеры и программисты настолько профессиональны, что пользуются спросом во всем мире, с другой — в России низкий уровень роботизации. Спросите, почему так?

Думаю, что нашим специалистам не хватает бизнес-компетенций. Если рассматривать известные российские робототехнические компании, то мы увидим, что их руководители уже обладали знаниями в бизнесе, прежде чем создавали робо-компании. Робототехника — сфера со множеством подводных камней: «железо» стоит денег, долгие сроки поставок, необходимы производственные мощности...

Чтобы заниматься разработкой и производством роботов, нужны ресурсы и понимание, как выстраивать бизнес-процессы.

Кроме того, в России нет общей системы робототехнического образования от школьного возраста до взрослого. Что важно сделать? Опять же обеспечить образование грамотным пиаром. Например, после фильма «Ход королевы» в США случился бум заинтересованности в этой игре (шахматы). Многие начали обучаться. Думаю, нам нужно сделать обучение робототехнике модным и крутым. Это также важно, как введение информатики в советскую школьную программу, благодаря чему в стране появились такие ИТ-гиганты, как Яндекс, а наши программисты стали одними из лучших в мире.

Сейчас много школ, занимающихся обучением в области робототехники, но они больше направлены на подготовку к соревнованиям, чем на комплексный процесс обучения.

Кроме того, есть кадровый разрыв. Не всегда подготовка идет по тем специальностям, которые действительно требуются рынку. Например, нужны менеджеры по продажам роботов, а «технари» не всегда обладают хорошими коммуникативными навыками.

В целом, в России около 300 компаний в области робототехники, с планируемым ростом штата сотрудников на 20% в год. На лицо дефицит кадров и сложности с поиском специалистов. Для ответа на эти вызовы мы сейчас делаем проект #RoboJobs, сервис для поиска и подбора специалистов в области робототехники.

ЦРБТ:

Какие цели Ассоциация ставит перед собой сейчас?

А.К.:

Цели Ассоциации задают ее участники. Одна из наших задач — сделать такой механизм, чтобы быстрее реализовывать потребности рынка. Сейчас подход Государственной поддержки ко всем цифровым технологиям одинаковый. Однако необходимо знать и учитывать специфику рынка робототехники, а также делать оценку, где разработка роботов даст наиболее полезный экономический эффект, исследовать различные области применения.



В 2020 году робототехника была одним из трендов в информационном поле в связи с эпидемией и ограниченностью передвижений людей. Раз нельзя отправить на работу человека, может, его заменит робот?



ЦРБТ:

В каких отраслях ждать роботизации в ближайшее время в РФ?

А.К.:

Когда заходит речь о развитии робототехники в отрасли, первый критерий, который нужно учитывать — массовость продукции. Скажем, какой-то завод планирует автоматизировать участок по производству деталей... В каком количестве они нужны? Допустим, робот выполнит всю работу за месяц, а что ему дальше делать? Должны быть регулярные объемы.

Отраслями, где роботизация сейчас востребована и будет необходима ближайшее время, считаю пищевую промышленность, машиностроение, логистику, сельское хозяйство, добычу полезных ископаемых.



Автоматизация кондитерской линии с помощью робота ABB FlexPicker



Паллетирование на производстве огнеупорного кирпича



Необходимо изучить, где разработка роботов даст наиболее полезный экономический эффект, исследовать различные области применения

ЦРБТ:

На какие профессии в сфере промышленной робототехники следует ориентироваться молодому поколению, чтобы быть востребованным на рынке труда?

Какие профессии могут стать драйверами технологического развития?

А.К.:

Думаю, это будут не какие-то принципиально новые профессии, а адаптация новых технологических возможностей под существующие сферы экономики. Например, когда появился интернет, никто не знал, что понадобятся SMM-специалисты для ведения социальных сетей.

Сейчас, например, есть нехватка кадров в сельском хозяйстве: доярки, пастухи... Позднее, как вариант, потребуются операторы роботов для мониторинга и ухода за коровами, оленями и так далее.

Ну и, конечно, когда роботизация станет повсеместной, возможно, появятся и новые специальности, связанные непосредственно с роботами: например, сейчас одной из компаний, входящих в Ассоциацию, требуется специалист по «втыканию волос» в антропоморфного робота.



ЦРБТ:

Каким образом отразился COVID-19 на развитии робототехники?

А.К.:

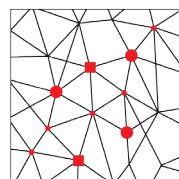
Если говорить конкретно про нашу Ассоциацию, пандемия повлияла даже положительно. Все перешли на удаленный режим работы, возрос интерес к нашим онлайн-мероприятиям, вебинарам. За прошлый год количество компаний в Ассоциации увеличилось с 56 до 86. Мы, конечно, опасались, что будут задержки с членскими взносами и они были, но постепенно все идет на лад. То есть не случился даже такой финансовый спад, какой прогнозировался по рынку, компании все же остались при выручке. Основная причина этого — робототехника была одним из трендов в информационном поле в связи с эпидемией и ограниченностью передвижения людей. Раз нельзя отправить на работу человека, может, его заменит робот?

На карантине мы делали интересные и актуальные исследования, например, про применение робототехники в борьбе с COVID.



ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ПРОГРАММА АССОЦИАЦИИ «ТЕХНЕТ»

Национальная технологическая инициатива (НТИ) – это объединение представителей бизнеса и науки с целью развития перспективных технологических рынков и отраслей, которые могут стать основой мировой экономики в ближайшем будущем. Для развития промышленного сегмента в государственной программе НТИ выделено отдельное направление «Технет». Проект направлен на развитие и применение одного из самых важных классов «сквозных технологий» – передовых производственных технологий.



Технет

Национальная
технологическая
инициатива

К этим технологиям относятся:

цифровое проектирование и моделирование как совокупность технологий компьютерного проектирования, математического моделирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга и оптимизации; технологической подготовки производства, в том числе нового поколения, ориентированной на аддитивное производство; технологий управления данными о продукте и технологий управления жизненным циклом изделий;

аддитивные технологии, включая 3D-принтеры, технологии, подходы и способы работ с исходными материалами, разработка и эксплуатация расходных материалов и набор услуг по 3D-печати;

промышленная сенсорика – внедрение «умных» сенсоров и инструментов управления (контроллеров) в производственное оборудование, в помещение на уровне цеха или фабрики в целом;

информационные системы управления предприятием (Industrial Control System – ICS, Manufacturing Execution System – MES и др.);

индустриальный Интернет.

новые материалы, в том числе передовые сплавы (суперсплавы), полимеры, композиционные материалы, керамические материалы, металлопорошки и металлопорошковые композиции, метаматериалы;

CNC-технологии и гибридные технологии, включая станки и технологии оборудования с числовым программным управлением, приводную технику, гибридные многофункциональные технологии обработки;

технологии робототехники, прежде всего промышленные роботы;

Big Data – генерация, сбор, хранение, управление, обработка и передача больших данных;

На сайте ассоциации представлены бесплатные образовательные онлайн-курсы по направлению «Передовые производственные технологии».

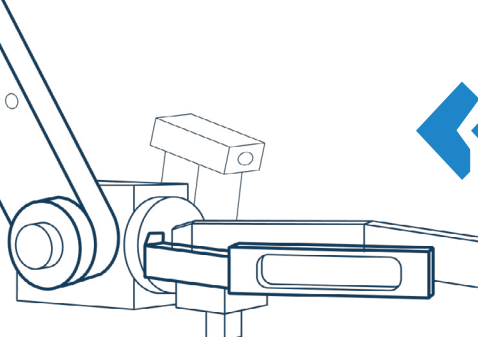
Исследования, разработку, производство и эксплуатацию технологических решений в сфере производственных технологий осуществляет ассоциация «Технет». Это сообщество научных, образовательных и промышленных организаций. Цель ассоциации – обеспечение конкурентоспособности отечественных компаний-лидеров на глобальных рынках и в отраслях промышленности.

Для реализации стратегии развития разработана программа, охватывающая этапы работы специалистов. Расширение сообщества «Технет», принятие отдельных нормативных, корпоративных и региональных дорожных карт, появление новых инициатив и проектов – все это стало ключевыми действиями для актуализации дорожной карты ассоциации.

В июне 2021 года эксперты ассоциации «Технет», СПбПУ Петра Великого, Сколтеха, МИЭТ, Университета Иннополис, ГК «Росатом», РВК, Платформы НТИ представили программу цифровой трансформации российской промышленности, собранную в актуализированной дорожной карте «Технет 4.0».

В основу дорожной карты «Технет 4.0» НТИ вошли планы по созданию в России сети распределенных «Фабрик будущего» и расширению практики применения цифровых двойников российскими предприятиями. Также были добавлены мероприятия по сенсорике и робототехнике, определены необходимые для этого цифровые решения – такие как отечественная PLM-система «тяжелого класса» или платформа разработки и применения цифровых двойников. Помимо этого дополнены блоки по нормативному обеспечению, организационному развитию, подготовке кадров.

PLM-система (англ. product lifecycle management) – это прикладное программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции. Технологии PLM объединяют методики и средства информационной поддержки изделий на протяжении всех этапов их жизненного цикла.



«Фабрики Будущего» — системы комплексных технологических решений (интегрированные технологические цепочки), обеспечивающие в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения, которые, как правило, генерируются на основе испытательных полигонов.

Главными целями, согласно дорожной карте «Технет 4.0», являются:

1

Формирование комплекса ключевых компетенций в Российской Федерации, обеспечивающих интеграцию передовых производственных технологий и бизнес-моделей для их распространения в качестве «Фабрик Будущего».

Задачи для достижения цели:

- создание инфраструктуры для развития комплекса ключевых компетенций для Фабрик Будущего;
- прогнозирование развития передовых производственных технологий и связанных с ними бизнес-моделей;
- внедрение и апробация производственных технологий, стимулирование спроса для достижения промышленного лидерства в будущем, в первую очередь в высокотехнологичных отраслях промышленности;
- создание законодательных и институциональных условий для развития передовых производственных технологий: устранение барьеров (нормативно-технических, научных, технологических, кадровых, финансовых и др.);

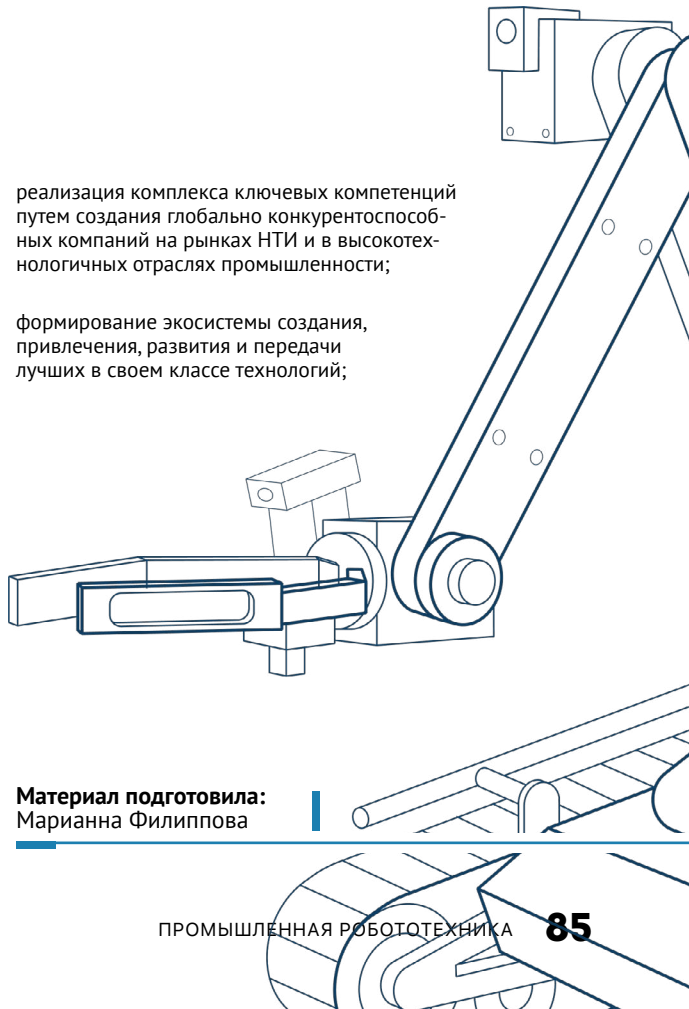
2

Создание глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности.

Задачи для достижения цели:

- разработка, применение и сопровождение цифровых двойников как основы для технологического лидерства;
- разработка и развитие отечественных производственных технологий до мирового уровня, реализация их полного потенциала;
- реализация комплекса ключевых компетенций путем создания глобально конкурентоспособных компаний на рынках НТИ и в высокотехнологичных отраслях промышленности;
- формирование экосистемы создания, привлечения, развития и передачи лучших в своем классе технологий;

Таким образом, если в предыдущей версии дорожной карты «Технет» речь шла, скорее, о накоплении опыта применения передовых производственных технологий, реализации пилотных проектов, формировании первичной инфраструктуры, то главным направлением новой дорожной карты станет масштабирование успешных практик среди ведущих российских производственных и научно-образовательных организаций, а также разработка новых технологических решений для обеспечения конкурентоспособности отечественных компаний в высокотехнологичных отраслях промышленности и на рынках будущего.



Материал подготовила:
Марианна Филиппова

АЛЕКСАНДР КЛИМЧИК



Мы стараемся не делать науку ради науки, а занимаемся именно прикладными задачами



Организация: Университет Иннополис

Дата основания: 2012 год

В лабораториях Центра робототехники Университета Иннополис разрабатываются новые технологические решения для задач автоматизации автомобилестроения, электроники, металлургии, пищевого производства и других отраслей промышленности. Кроме того, ведутся работы над повышением точности выполнения контактных операций в большом рабочем пространстве.

Статьи на портале Scopus

Материал подготовила:
Марианна Филиппова



Александр Климчик

Директор института робототехники и компьютерного зрения, Ph.D, профессор в Университете Иннополис.

ЦРБТ:

Какое направление исследований в области промышленной робототехники сейчас популярно в мире, в России?

А.С.:

Под областью исследований можно подразумевать поиск новых рынков, где можно применить промышленных роботов. Одними из главных задач для расширения возможностей применения можно назвать повышение точности позиционирования рабочего инструмента робота, взаимодействие робота и человека в динамически меняющейся среде, переход от конвейерного к матричному производству. Первое направление включает в себя программные и аппаратные методы. Сегодня большинство исследователей концентрируются на программном повышении точности и работают над новыми алгоритмами и моделями, которые позволяют учитывать различные факторы, влияющие на положение робота. Среди аппаратных подходов можно выделить повышение жесткости конструкции, применение механических компонентов, которые автоматически компенсируют влияние внешних факторов на робота. Многие задачи, которые у нас на слуху, такие как зазоры и вибрации, уже решены в промышленных образцах на таком уровне, что о них можно на какое-то время забыть. Сейчас одно из трендовых направлений работы — это оценка «на лету» (в процессе работы) ошибок позиционирования и их компенсация, а также оценка параметров робота, для того чтобы компенсировать ошибки позиционирования не только «на лету», но и предварительно — это позволяет сделать оценку того, как будет робот вести себя в следующий момент времени и заблаговременно скорректировать его траекторию.

Отдельным сегментом развивается такое направление как коллаборативная робототехника. Это направление пока не очень актуально для российского рынка робототехники: мы не встретим коллаборативного робота на отечественном предприятии (или придётся очень сильно постараться найти его). Тем не менее в академическом сообществе это направление занимает весомую нишу. Ряд научных групп в России (Университет Иннополис, ИТМО, МГТУ Станкин и другие) работают в этом направлении и делают уникальные решения не только для российского рынка. Я полагаю, что за этим будущее. Мир движется к постоянному увеличению ассортимента продукции и кастомизации решений под конкретного заказчика, это, в свою очередь, требует большей гибкости от производственной площадки, которая достигается за счёт использования роботов. Но все же пока мы не говорим о полной роботизации, в таких условиях человек должен будет работать в тесном взаимодействии с роботом, чтобы корректировать, перенастраивать и направлять его. Робот может точно и быстро выполнять многие технологические задачи, но, когда требуется ловкость человека, робота не всегда можно использовать. Тем не менее, этот барьер, при использовании гибридных моделей, мы можем преодолеть.

Наметился новый тренд в автоматизации производственных процессов. Это как раз связано с бумом робототехники. Новая парадигма называется «матричное производство». В данной концепции одни и те же производственные мощности (роботизированные ячейки) могут

обслуживать заготовки с разных производственных цепей. Это снижает издержки производства за счет более равномерной загрузки всех узлов, но требует детального планирования маршрутов заготовок и загрузки производственных циклов ячейки. В матричном производстве, помимо роботов-манипуляторов, появляется большое количество мобильных роботов, перемещающих заготовки, инструменты и расходные материалы между ячейками и складом в автоматическом режиме.

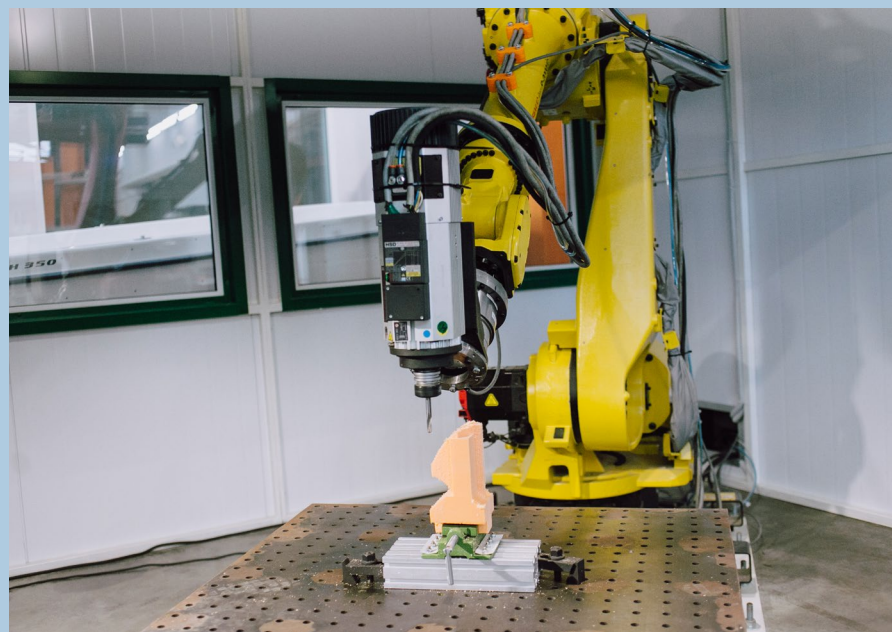
Еще одним перспективным направлением работы, я полагаю, можно назвать автоматическое программирование роботов, в том числе с использованием средств дополненной и смешанной реальности. Применение таких технологий позволяет снизить порог входа в промышленную робототехнику, когда от оператора уже не требуются высокие знания языков программирования для роботов, чтобы показать задачи в рабочем пространстве.

ЦРБТ:

Расскажите об исследованиях в области промышленной робототехники, проводимых в Университете Иннополис. Какие задачи стоят перед исследователями сейчас?

А.С.:

В университете мы исследуем все вышеперечисленные направления. Как и во всем мире, перед нами стоит задача повышения точности позиционирования. Мы начинали исследования с программной компенсацией ошибок позиционирования, то есть оценки внешних усилий, которые приложены к роботу и их компенсация на уровне программного управления. Сейчас движемся к тому, чтобы программную компенсацию перенести на аппаратный уровень: это более сложное решение, но это позволит нам компенсировать ошибки позиционирования за счёт внешних усилий автоматически без написания специальных



Решение задачи точности позиционирования важна для точной роботизированной фрезеровки деталей

программ для каждого случая. Мы активно работаем в области коллаборативной робототехники: есть ряд решений, позволяющих нам идентифицировать контакт робота с человеком, классифицировать контакты в зависимости от природы взаимодействия, выбрать подходящие сценарии, также развиваем свою платформу для взаимодействия робота-человека на основе смешанной реальности.



В прикладной задаче нет проблемы найти нишу для исследований, всегда есть то, что кто-то не доделал, то, куда можно приложить свои знания



ЦРБТ:

Как вы привлекаете студентов для научной деятельности? Каким образом студенты испытывают теоретические знания на практике?

А.С.:

Все студенты, обучающиеся по программе робототехники в университете, с самого начала вовлекаются в различные прикладные и научные проекты. Их дипломный проект связан с одним из проектов, над которым мы работаем в лаборатории. Чаще всего каждый научный проект имеет свое практическое применение. Мы стараемся не делать науку ради науки, а занимаемся именно прикладными задачами. В прикладной задаче нет проблемы найти нишу для исследований, всегда есть то, что кто-то не доделал, то, куда можно приложить свои знания. Многие студенты после окончания учебы настолько увлекаются этим, что продолжают работать на этих проектах в стенах университета.

ЦРБТ:

Какие возможности предоставляет Университет Иннополис для молодых ученых-разработчиков? Как исследователи обмениваются опытом с зарубежными учеными?

А.С.:

И для студентов, и для исследователей актуальна современная материально-техническая база, которая позволяет

проводить прорывные исследования. Многие студенты идут к нам из-за возможности поучаствовать в реальных прикладных проектах, то есть поработать с реальным железом. С точки зрения исследователя, немаловажным также является работа над наукоемкими сложными задачами на передовой грани развития науки и технологий. Мы всегда стараемся предлагать интересные задачи, которые нельзя найти в индустрии, в компании, и зачастую в других исследовательских центрах России.

К примеру, совместно с АО «ОДК-Авиадвигатель» мы решаем задачи повышения точности позиционирования измерительного оборудования, закрепленного на исполнительном механизме робота. В данную работу вовлечен один из наших аспирантов, являющийся сотрудником этой компании. Результаты работы специалисты компании используют для своего стенда по испытанию новых авиадвигателей.

Совместно с ПАО «Камаз» наша лаборатория разработала технологии по автоматическому восстановлению литейных заготовок. Мы разрабатываем новые решения для создания литейных форм из модельного пластика отечественного производства.

ЦРБТ:

Вы защитили докторскую диссертацию по робототехнике в Высшей Инженерной Центральной Школе города Нанта (Франция). Расскажите о работе во Франции. Опережают ли зарубежные исследователи российских ученых? В чем их преимущество?

А.С.:

Зарубежный университет отличается материально-технической базой, то есть зачастую там больше возможностей с точки зрения применения знаний. Студенты могут не только разрабатывать модели, но и тестировать их на реальном железе. Второй важный момент — это комьюнити — люди, которые могут что-то посоветовать, подсказать и направить в нужную сторону. И большой плюс, если мы говорим про робототехнику — это рынок. Рынок робототехники за границей лучше развит, больше запросов идет именно от индустрии. Задачи, которые там решаются, с большей вероятностью будут востребованы на производстве, потому что за рубежом индустрия больше взаимодействует с академическим сообществом, чем у нас в России.



Робототехническая олимпиада НТИ 2021 в Университете Иннополис



ЦРБТ:

Чем отличается Университет Иннополис от зарубежных вузов?

А.С.:

Университет Иннополис изначально строился по западной модели. У нас хорошая материально-техническая база, специалисты с зарубежным опытом работы, поэтому здесь мы качественно выигрываем у остальных российских вузов. Наверное, я бы даже сказал, по материально-технической базе мы дадим фору многим зарубежным вузам сегодня. Студентам предлагаются интересные задачи на острие науки и технологии, здесь они учатся создавать что-то новое, весомое.

ЦРБТ:

Расскажите о своих исследованиях, какие проблемы робототехники они решают?

А.С.:

У меня есть два основных направления исследований. В рамках обучения в аспирантуре я занимался разработкой моделей для описания поведения роботов сложной структуры под внешней нагрузкой. Это исследование заключается в отслеживании изменения конфигурации робота в процессе работы под нагрузкой. В любом элементе конструкции, после того как сила воздействия на него превышает критическую, то есть ту, которую элемент может выдержать, он быстро меняет конфигурацию. Такой же эффект мы смогли найти и смоделировать в роботах (buckling effect — от англ. эффект смятия, изгиба). Только по отношению к роботам мы говорим об изменении всей конструкции, это, так называемый, геометрический buckling (потеря устойчивости). Такой эффект встречается при существенно меньшей нагрузке, за счет большого количества пассивных шарниров у параллельных роботов, то есть здесь нужны усилия в десятки раз меньше, чем для потери устойчивости одного компонента. Для решения этой задачи был разработан метод виртуальных пружин, который позволяет находить нелинейные свойства, то есть отлавливать потерю устойчивости и предотвращать ее на практике.

После аспирантуры я больше работал с промышленной робототехникой и задачами повышения точности позиционирования после калибровки. С командой мы получили

новый результат за счет разработки алгоритмов обработки данных и выбора конфигурации, используемых для калибровки.

Еще одно направление — это переход от геометрической калибровки (там, где учитываются только геометрические факторы) к использованию негеометрических факторов. В частности, мы говорим о податливости робота. Это считается негативным явлением, так как сильно влияет на точность исполнения работы. К примеру, при обработке поверхности необходимо задавать рабочие параметры с корректировкой, чтобы добиться точного результата.

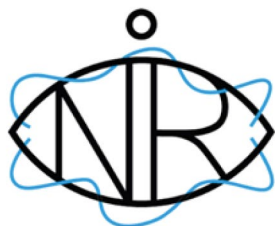
ЦРБТ:

Над чем вы работаете сейчас?

А.С.:

Сейчас совместно с индийскими партнерами мы начинаем новый интересный проект, связанный с инкрементальной роботизированной формовкой металла. В этом проекте мы работаем над задачей интегрирования особенностей технологического процесса в планирование траектории движения робота с учётом податливости заготовки и робота. Во многом этот проект нацелен на расширение компетенций в новой области. Для нас стоит задача не только оценивать поведение робота под внешней нагрузкой, но и моделировать техпроцесс для того, чтобы не разрушить материал. Вместе с индийской командой мы объединяем знания о техпроцессе и о поведении робота в единую систему и используем эту информацию для расширения возможностей техпроцесса с использованием роботов и оптимального планирования движения робота (или пары роботов при зеркальной формовке металла). Еще один новый проект, который мы сейчас планируем запускать — это использование встроенного интеллекта в робототехнические компоненты. В целом это разработка нового математического аппарата, новых подходов и механизмов, которые позволят нам делать новые приводы, новые звенья для роботов с интеллектом на механическом уровне, с возможностью обучения, запоминания, перестройки в процессе выполнения задач. По сути, это механические компоненты со встроенным на механическом уровне интеллектом. Все выглядит сейчас сложно и футуристически, но за этим, мне кажется, будущее.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ NONLINEARITY, INFORMATION AND ROBOTICS



Nonlinearity, information and robotics

Дата: 26–29 августа 2021 г.

Формат: гибридный

Язык мероприятия: английский

Организатор: Университет Иннополис

Соорганизатор: Уральский математический центр
Аудитория: эксперты из академии и инженерии в междисциплинарных областях нейронных систем, информационных технологий и робототехники

Международная конференция «Нелинейность, информация и робототехника» ("Nonlinearity, Information and Robotics", NIR) 2021 года ежегодно проходит на базе Университета Иннополис.

В этом году NIR проходил в гибридном формате – участники выступали офлайн на площадке Университета Иннополис и онлайн с использованием платформы Microsoft Teams. Программа конференции NIR 2021 включала четыре пленарных заседания и 48 технических докладов, разбитых на 3 категории:

- Машинное обучение и компьютерное зрение.
- Нелинейная динамика.
- Разработка ПО.

Возможные темы публикаций и докладов:

- / Интерфейс «мозг-компьютер»
- / Программная инженерия для робототехники и автоматизации
- / Наноробототехника
- / Взаимодействие и координация робота и человека
- / Компьютерное и роботизированное зрение
- / Беспилотные наземные и летательные аппараты
- / Нейротехнология и нейробиология
- / Мягкая робототехника
- / Алгебраические и геометрические методы в динамике
- / Нелинейное управление транспортными и робототехническими системами
- / Интеллектуальные системы и системы на базе ИИ
- / Безопасность, конфиденциальность и доверие
- / Архитектура программного обеспечения

С ключевыми докладами на конференции выступили ведущие исследователи в области робототехники из Швейцарии, Норвегии, России и Франции.

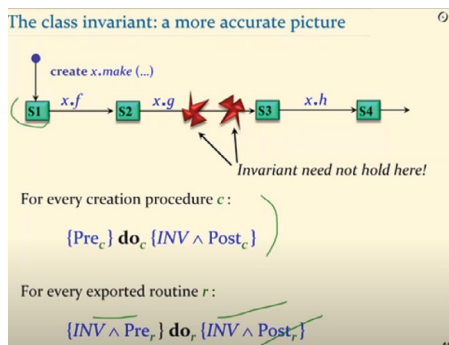
Стефан Каро,
Национальный центр научных исследований (CNRS), Франция

Тема доклада:
«Collaborative Mobile Cable-Driven Parallel Robots»



Бертран Мейер,
Технологический институт Шаффхаузена (SIT), Швейцария

Тема доклада:
«Class invariants: restoring the belief in a sanity clause»



Антон Ширяев,
Норвежский университет естественных наук
и технологии (NTNU), Норвегия; Университет
«Сириус», Россия

Тема доклада:

«Challenges in performing robotic interaction tasks:
role of AI for learning and knowledge extraction»

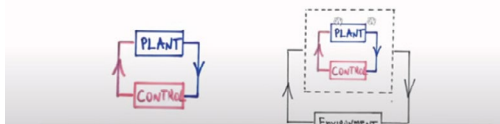
Pushing a brick on the horizontal by another brick

The dynamics of the clp system are

$$m_1 \cdot \ddot{x}(t) + b \cdot \dot{x} = K_P \cdot (r_0 - x(t)) + K_I \cdot \int_0^t (r_0 - x(\tau)) d\tau - F$$

If $e(t) := \int_0^t (x(\tau) - r_0) d\tau$, then the dynamics are

$$m_1 \cdot \ddot{e}(t) + b \cdot \dot{e} + K_P \cdot \dot{e} + K_I \cdot e = \begin{cases} 0, & \text{no contact} \\ -F, & \text{contact established} \end{cases}$$



Все лекции keynotes доступны
на youtube канале NIR:

Материалы конференции будут
опубликованы в электронном
сборнике IEEE Xplore до конца года.

Антон Пыркин,
Университет ИТМО, Россия

Тема доклада:

«Sensorless Control of Permanent Magnet
Synchronous Motors based on Finite-Time
Robust Flux Observer»

Simulation result. Case with noise

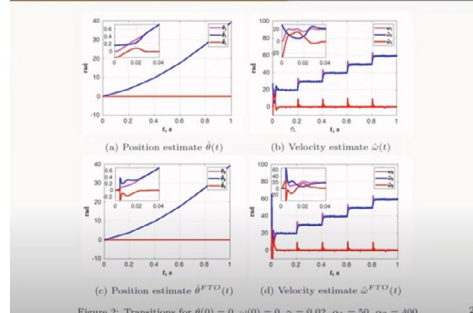


Figure 2: Transitions for $\theta(0) = 0, \omega(0) = 0, \gamma = 0.02, \alpha_1 = 50, \alpha_2 = 400$

Александр Климчик,
директор Института робототехники и компьютерного
зрения Университета Иннополис:

— Основная цель участия в нашей конференции — это обмен опытом с коллегами-экспертами. Можно поделиться сложностями при разработке робототехнических решений и получить новый взгляд на ситуацию, прояснить в режиме мозгового штурма актуальные вопросы. Также это возможность рассказать о своих продуктах, услугах и научных исследованиях: публикации с конференции NIR 2020 года так часто цитировались, что были включены в базу наиболее популярных и полезных статей базы знаний Scopus.

NIR 2022

Приглашаем принять участие в NIR 2022,
которая состоится 24-27 августа 2022
года в Университете Иннополис.

Узнать больше о конференции и подать
заявку на участие в NIR 2022 можно
на сайте:

Материал подготовила:
Альфия Хабибулина

ОБЗОР ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ ПО РОБОТОТЕХНИКЕ В 2021 ГОДУ

В материале представлен обзор прошедших ведущих мировых конференций по робототехнике ICRA (IEEE International Conference on Robotics and Automation) и IROS (IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems) за 2021 год.

ICRA была проведена в гибридном формате: офлайн в Сианьском международном выставочном центре (Шэньси, Китай) и онлайн с использованием платформы Slack. IROS прошел полностью в дистанционном формате на платформе gCon.



ICRA 2021

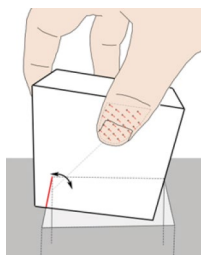
Международная конференция по робототехнике и автоматизации IEEE (ICRA) 2021 проходила с 30 мая по 5 июня 2021 г. Программа конференции состояла из 3 пленарных заседаний, 3 ключевых докладов и более 1300 технических докладов. В рамках конференции разыгрывались следующие премии:

Финалисты премий за лучшую статью

■ Лучшая статья IEEE ICRA 2021

Extrinsic Contact Sensing with Relative-Motion Tracking from Distributed Tactile Measurements (Sponsored by Lenovo, Delta, Research Grants Council of Hong Kong)
Daolin Ma¹, Siyuan Dong¹ and Alberto Rodriguez

Лучшей статьей конференции стала работа исследовательской группы из MIT (Massachusetts Institute of Technology). В этой работе авторы рассматривают проблему тактильного восприятия для локализации контактов захваченного объекта неизвестной геометрии. Способность определять местоположение внешних контактов играет важную роль в задачах манипулирования, связанных с захватыванием объектов. Разработав свою систему тактильного отслеживания движения захваченного объекта, авторы первыми смогли достичь точности измерения, сопоставимой с VICON — одна из самых точных систем бесконтактного отслеживания движения, доступных в настоящее время на рынке.

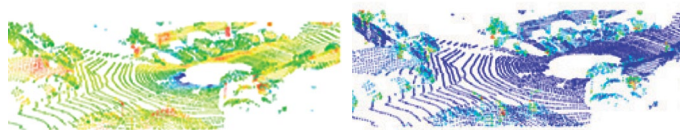


■ Лучшая студенческая работа IEEE ICRA

Unsupervised Learning of Lidar Features for Use in a Probabilistic Trajectory Estimator (Supported by Applanix Corporation and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)).

David Juny Yoon, Haowei Zhang, Mona Gridseth, Hugues Thomas, Timothy Barfoot

Авторы статьи используют метод обучения без учителя в режиме гауссовского вариационного вывода, который сочетает классическую оценку траектории для мобильных роботов, а также глубокое обучение для объемных сенсорных данных — и все это в рамках одной цели обучения. Подход авторов представляет собой расширение уже существующего метода идентификации системы, которую ученые улучшают с помощью современных достижений в последовательной оценке траектории (batch trajectory estimation) и глубоком обучении для 3D-лидарной одометрии. Авторы заявляют, что их лидарная одометрия работает лучше, чем существующие методы — разработанная система учится только на данных бортового лидара и не требует дополнительной формы контроля.



■ Лучшая статья IEEE ICRA в области когнитивной робототехники

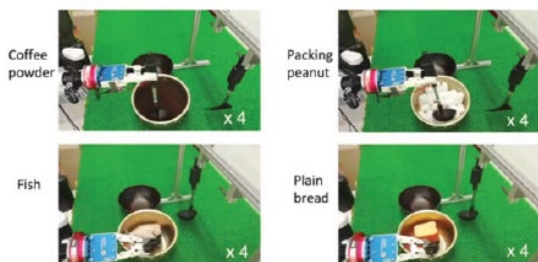
How to Select and Use Tools? : Active Perception of Target Objects Using Multimodal Deep Learning.

Namiko Saito, Tetsuya Ogata, Satoshi Funabashi, Hiroki Mori, Shigeki Sugano

Статья является весомым вкладом в когнитивную робототехнику. Исследователи из Университета Васэда (Токио) разработали модель глубокой нейронной сети, которая генерирует движение руки антропоморфного робота. Однако перед роботом стоит непростая задача — определить свойство ингредиента (например, жидкий, твердый, мягкий) и выбрать необходимый кухонный предмет (лопатка, поварёшка и т.п.). Подход основан на методе активного восприятия и смешении мультимодальной информации.

Result: Experiment 1, Motion Generation

8



■ Лучшая статья IEEE ICRA в области взаимодействия робота и человека

Reactive Human-To-Robot Handovers of Arbitrary Objects.

Wei Yang, Chris Paxton, Arsalan Mousavian, Yu-Wei Chao, Maya Cakmak, Dieter Fox

Работа выполнена учеными из компании NVIDIA в коллаборации с Университетом Вашингтона, США. При помощи глубокого обучения авторы одновременно решают проблему планирования движения робота в реальном времени и выбора захвата для передачи объекта от человека к роботу. Разработанная система устойчива к различным положениям и ориентациям объектов и может захватывать как жесткие, так и нежесткие объекты.



■ Лучшая статья IEEE ICRA в области создания новых механизмов

Soft Hybrid Aerial Vehicle Via Bistable Mechanism.

Xuan Li, Jessica McWilliams, Minchen Li, Cynthia Sung and Chenfanfu Jiang

Авторы разработали новый трансформирующийся гибридный летательный аппарат (HAV) со складывающимися крыльями, который работает как в режиме квадрокоптера, так и в режиме неподвижного крыла. Это достигается за счет использования

движения бистабильного механизма в центре летательного аппарата, встроенных двигателей и инерции системы.



■ Лучшая статья IEEE ICRA в области медицинской робототехники

Relational Graph Learning on Visual and Kinematics Embeddings for Accurate Gesture Recognition in Robotic Surgery.

Yonghao Long, Jie Ying Wu, Bo Lu, Yueming Jin, Mathias Unberath, Yunhui Liu, Pheng Ann Heng and Qi Dou

Ученые из Университета Джонса Хопкинса разработали мультимодальный метод обучения для интеграции видео и кинематических данных роботизированных систем с целью достижения точного распознавания хирургических жестов (накладывание швов и типирование узлов). Авторы проверили эффективность своего метода на данных визуальной кинематики, собранных с помощью платформ da Vinci Research Kit (DVRK) в двух исследовательских центрах. При этом была достигнута стабильная производительность.

Experiment - JIGSAW dataset

Task: Suturing



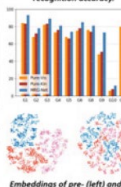
Comparison with other state-of-the-art methods.

Methods	Test data	Accuracy	Edit Score
TCN [11]	✓	76.8	85.8
Forward LSTM [9]	✓	80.5 ± 6.2	75.1
BiLSTM [17]	✓	82.8 ± 5.6	80.6
Bole LSTM [9]	✓	81.7 ± 5.7	81.1
Bole GRU [39]	✓	81.7 ± 6.0	88.5
GRU [10]	✓	82.5	85.7
TCN [11]	✓	81.4	83.7
RelayNet [39]	✓	81.7	88.8
3D CNN+Attention [15]	✓	84.1	89.0
3D CNN+CM [15]	✓	85.1	92.9
FastNet-KV [15]	✓	86.3	91.2
MBG-Net (Ours)	✓	87.9 ± 4.2	89.3 ± 4.2

Ablation study of key components.

Methods	Test data	Accuracy	Edit Score
FastNet-KV	✓	81.7 ± 6.2	85.3 ± 4.9
Prop. Riv	✓	82.8 ± 5.6	88.8 ± 1.5
TCN-KV (w/o spk)	✓	80.1 ± 5.8	85.3 ± 1.1
TCN-KV	✓	86.2 ± 5.4	90.1 ± 6.4
GCN-KV	✓	86.8 ± 4.9	87.4 ± 6.5
MBG-Net	✓	87.9 ± 4.2	89.3 ± 4.2

Bar chart of gesture-wise recognition accuracy.



Embeddings of pre- (left) and post- (right) relational graph message propagation multi-modal features.

■ Лучшая статья IEEE ICRA о системах с несколькими роботами

Optimal Sequential Stochastic Deployment of Multiple Passenger Robots.

Chris (Yu Hsuan) Lee, Graeme Best and Geoffrey Hollinger

Авторы статьи разработали алгоритм управления «сумчатого робота» — системы, в которой используются разные типы роботов для расширения рабочего диапазона. Система состоит из робота-носителя (наземное транспортное средство), который способен выполнять длительные миссии, и одного пассажирского робота (летательного аппарата), который перевозится роботом-носителем.

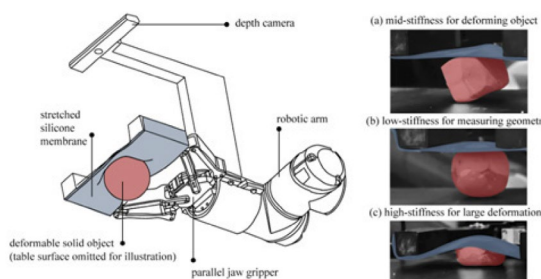


■ Лучшая статья IEEE ICRA в области роботоманипулирования

StRETch: A Soft to Resistive Elastic Tactile Hand.

Carolyn Matl, Josephine Koe and Ruzena Bajcsy (Supported by National Science Foundation Graduate Research Fellowship)

В этой работе авторы разработали рабочий инструмент манипулятора переменной жесткости под названием Stretch — мягкая и эластичная рука, которая легко изготавливается и интегрируется с роботизированной рукой. Эластичная мембрана размещена между двумя пальцами робота, а датчик глубины, фиксирующий деформации эластичной мембраны, позволяет с точностью до субмиллиметра оценивать геометрию контакта. Одна из задач, которую авторы ставят перед роботом — сформировать шар из пластилина, а затем придать ему форму печенья.

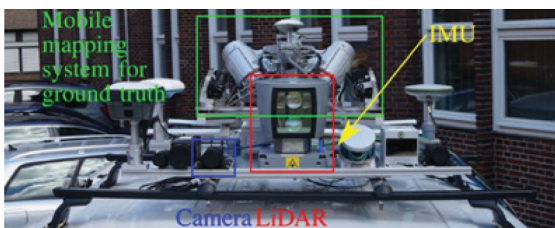


■ Лучшая статья IEEE ICRA в области зрения роботов

Interval-Based Visual-LiDAR Sensor Fusion (Supported by the German Research Foundation (DFG)).

Raphael Voges and Bernardo Wagner

Авторы статьи использовали метод интервального анализа для объединения входных данных с камеры и лидара беспилотного автомобиля. В отличие от традиционных подходов, ученые используют объединенные данные для точного счисления координат. Тестирование метода на реальных данных показывает, что предлагаемый подход позволяет гарантированно локализовать робота.



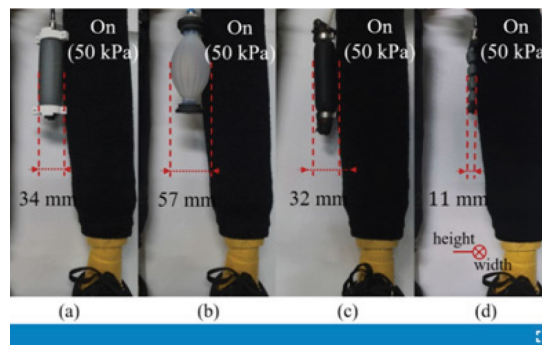
■ Лучшая статья IEEE ICRA в области сервисной робототехники

Compact Flat Fabric Pneumatic Artificial Muscle (ffPAM) for Soft Wearable Robotic Devices (supported by ICT R&D Program of MSIP/IITP).

Woojong Kim, Hyunkyu Park and Jung Kim

Авторы статьи разработали пневматическую искусственную мышцу (ffPAM) со встроенным датчиком, добившись высокой компактности и быстрой скорости реакции. В отличие от

других видов PAM, авторы использовали тонкий нейлон в качестве основного материала, а общий вес привода составил 34,8 г. Размер привода можно увидеть на картинке под описанием. Результаты экспериментов показали, что инновационный ffPAM долговечен, компактен и имеет большой потенциал для более широкого применения в сервисной робототехнике.

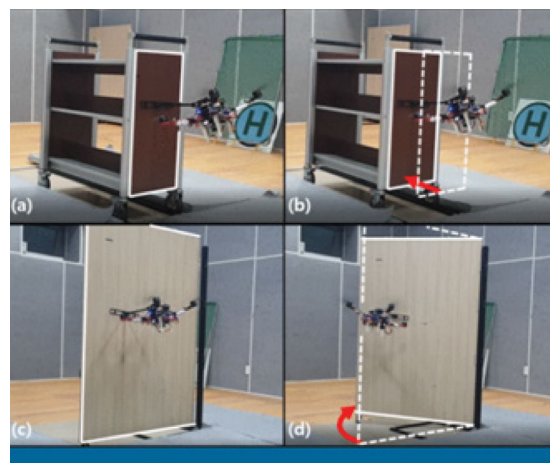


■ Лучшая статья IEEE ICRA о беспилотных летательных аппаратах

Aerial Manipulator Pushing a Movable Structure Using a DOB-Based Robust Controller.

Dongjae Lee, Hoseong Seo, Inkyu Jang, Seung Jae Lee and H. Jin Kim

Ученые из Сеульского национального университета в коллаборации с Калифорнийским университетом в Беркли разработали алгоритм управления для «летающего манипулятора» — робот, оснащенный бортовым манипулятором и беспилотным мультиротором. В ходе экспериментов авторы продемонстрировали, что их робот может передвигать движущиеся объекты: тележку и подвесную дверь, сохраняя при этом устойчивость мультиротора в режиме зависания.





IROS 2021

Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotics and Systems, IROS 2021) – одна из крупнейших и наиболее значимых мировых научных конференций в области робототехники. Конференция проходила с 27 сентября по 01 октября 2021 года полностью в дистанционном формате из-за эпидемиологической ситуации в мире. Программа IROS 2021 состояла из 3 пленарных заседаний, 10 ключевых докладов, технических докладов, семинаров, воркшопов и выставок.

Основные категории:

Воздушные, морские и космические роботы.
Беспилотные автомобили и полевые (field) роботы.
Медицинские роботы и системы.
Шагающие роботы.
Робототехника и автоматизация в сельском хозяйстве, лесной и строительной отраслях.
Локализация, картирование и навигация.
Динамика, управление и обучение.
Дизайн, механизмы, приводы, мягкие и биоинспирированные роботы.
Восприятие, действие и познание.
Захваты, тактильные устройства и концевые эффекты.
Взаимодействие человека и робота, телесотрудничество и VR (виртуальная реальность).
Роевые и мультироботы.

Партнеры конференции IROS 2021:

Платиновый партнер
«Technology Innovation Institute (TII)»

Золотой партнер
«HUAWEI»

Серебряные партнеры
«Toyota Research Institute»
и «Khalifa University»

Бронзовые партнеры
«KUKA», «Gim Robotics», «Intuitive»,
«Science Robotics - AAAS» и др.

Материалы конференции будут доступны в электронном сборнике IEEE Xplore до конца года.

Материал подготовила:
Альфия Хабибулина

ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ РОБОТОТЕХНИКИ, СОБРАННЫЕ В ОДНОМ МЕСТЕ

Университет Иннополис предлагает всем, кто заинтересован в робототехнике и хочет знать, какие достижения в данной области уже сейчас перестали быть фантастикой, ознакомиться с содержанием выпущенных в рамках университета дайджестов. Читайте дайджесты Университета Иннополис и узнавайте больше о мире робототехники.

Дайджест о беспилотном наземном транспорте «КТО ВОДИТ?»

В этом дайджесте Университет Иннополис обратился ко многим значимым вопросам в области развития беспилотного транспорта, обозначил уровень развития технологии в России, показал последние достижения в этой области.

В дайджесте представлена информация о:

- рынке беспилотного наземного транспорта;
- развитии беспилотного транспорта в России и в мире;
- технологиях беспилотного транспорта;
- интеллектуальной транспортной системе.

Помимо этого в выпуске отражены мнения ведущих специалистов области и многое другое.



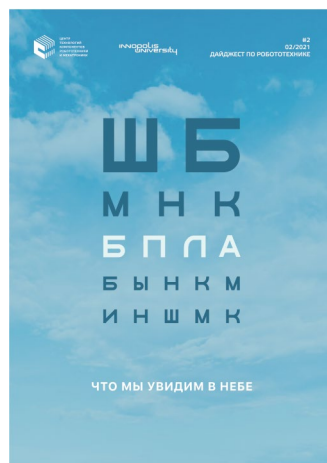
Читайте дайджест «КТО ВОДИТ?»

Дайджест о беспилотных летательных аппаратах «ЧТО МЫ УВИДИМ В НЕБЕ»

Читатель найдет как общую информацию о рынке беспилотных авиационных систем, так и информацию о существующих барьерах рынка, которые необходимо преодолеть, чтобы полеты летательных аппаратов были безопасными и стабильно устойчивыми.

Издание знакомит читателей с:

- технологическими аспектами: типами используемых двигателей, наиболее перспективной конфигурацией летательного аппарата и т. д.;
- мнениями представителей передовых компаний отрасли;
- информацией о предстоящих конференциях и других событиях;
- информацией о получении образования в индустрии беспилотных авиационных систем.



Читайте дайджест
«ЧТО МЫ УВИДИМ В НЕБЕ»

ИЗ МИКРОМИРА В МАКРОБУДУЩЕЕ

Следующий выпуск будет посвящен одной из важнейших для инновационного развития отраслей – микроэлектронике. В нем будут освещены вопросы, касаемые мирового рынка микроэлектроники и состояния отечественного производства в этой сфере. В интервью специалисты отрасли расскажут об уникальных решениях, создаваемых их компаниями, а также о сложностях, преодолеваемых каждый день для улучшения качества жизни благодаря технологиям.

НАС ЧИТАЮТ

Дайджест ориентирован на широкую аудиторию, однако мы стараемся в каждом номере более детально освещать отдельные технологические, юридические и научные вопросы. Среди наших читателей государственные служащие и бизнесмены, университетские преподаватели и учёные, студенты и специалисты в робототехнике.

Основной канал продвижения — электронная версия дайджеста, доступная на сайте Центра робототехники Университета Иннополис.

Печатная версия дайджеста распространяется среди партнёров Центра робототехники и в правящих кругах Республики Татарстан, а также среди участников бизнес-мероприятий и совещаний правительственного и межправительственного уровней, которые регулярно проводятся в г. Иннополис.

2021 20th International Conference on Advanced Robotics (ICAR) Место проведения Любляна, Словения Дата проведения 6-10.12.2021 Дедлайн для подачи статей 31.07.2021	
ICMLA 2021: International Conference On Machine Learning And Applications Место проведения виртуально Дата проведения 13-16.12.2021 Дедлайн для подачи статей 12.07.21	
WACV 2022: Winter Conference on Applications of Computer Vision Место проведения Вайколоа, штат Гавайи, США Дата проведения 4-8.01.2022 Дедлайн для подачи статей 9.06.2021	
ICAART 2022: International Conference on Agents and Artificial Intelligence Место проведения Вена, Австрия (виртуально) Дата проведения 3-5.02.2022 Дедлайн для подачи статей 29.10.2021	
AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2022) Место проведения Ванкувер, Канада Дата проведения 22.02-01.03.2022 Дедлайн для подачи статей 30.08.2021	
International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2022) Место проведения Виртуально+Саппоро, Япония Дата проведения 07-10.03.2022 Дедлайн для подачи статей 01.10.2021	
International Conference on Learning Representations (ICLR 2022) Место проведения Виртуально Дата проведения 25-29.04.2022 Дедлайн для подачи статей 29.09.2021	
AAMAS 2022: International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems Место проведения Окленд, Новая Зеландия Дата проведения 9-13.05.2022 Дедлайн для подачи статей 01.10.2021	
International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2022) Место проведения Филадельфия, США Дата проведения 23-27.05.2022 Дедлайн для подачи статей 15.09.2021	
Робототехника, искусственный интеллект, общество: новые вызовы Место проведения Пермь Дата проведения июнь 2022	
2022 American Control Conference (ACC) Место проведения Атланта, штат Джорджия, США Дата проведения 08.06-10.06.2022 Дедлайн для подачи статей 12.10.2021	
Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2022) Место проведения Новый Орлеан, штат Луизиана, США Дата проведения 19-23.06.2022 Дедлайн для подачи статей 16.11.2021	
European Control Conference (ECC 2022) Место проведения Виртуально + Лондон, Великобритания Дата проведения 12.07-15.07.2022 Дедлайн для подачи статей 01.11.2021	
International Conference on Machine Learning (ICML 2022) Место проведения Балтимор, штат Мэриленд, США Дата проведения 17-23.07.2022	
IJCAI 2022: International Joint Conference on Artificial Intelligence Место проведения Вена, Австрия Дата проведения 23-29.07.2022	
International Conference Nonlinearity, Information and Robotics (NIR 2022) Место проведения Иннополис Дата проведения 24-27.08.2022 Дедлайн для подачи статей 01.05.2022	
Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2022) Место проведения Дивноморское Дата проведения сентябрь 2022	информация дополняется
International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2022) Место проведения Киото, Япония Дата проведения 23-27.10.2022	
61st Conference on Decision and Control (CDC 2022) Место проведения Канкун, Мексика Дата проведения 06-09.12.2022 Дедлайн для подачи статей 16.02.2022	

	№	Мероприятие	Место проведения	Срок проведения	Ссылка
	1.	Expo Dubai 2020	Дубай, ОАЭ	1.10.2021 - 31.03.2022	
	2.	Smart Industry Expo 2021	Минская область, Беларусь	10.11 - 12.11.2021	
	3.	Российский промышленник 2021	Санкт-Петербург	10.11 - 12.11.2021	
	4.	Вузпромэкспо-2021 - VIII Ежегодная национальная выставка	Москва	09.12 - 10.12.2021	
	5.	Consumer Electronic Show 2022	Лас Вегас, США + виртуально	05.01 - 08.01.2022	
	6.	Globe-Tech Engineering Expo 2022	Пуне, Индия	07.01 - 09.01.2022	
	7.	All About Automation 2022	Гамбург, Германия	19.01 - 20.01.2022	
	8.	Smart Factory Expo 2022	Токио, Япония	19.01 - 21.01.2022	
	9.	Automaticon 2022	Варшава, Польша	26.01 - 28.01.2022	
	10.	Automation & Testing 2022	Турин, Италия	23.02 - 25.02.2022	
	11.	Shanghai Intelligent Factory Exhibition	Шанхай, Китай	02.03 - 05.03.2022	
	12.	International Robot Exhibition (iREX 2022)	Токио, Япония	09.03 - 12.03.2022	
	13.	Automation Expo 2022	Паттайя, Таиланд	16.03 - 18.03.2022	
	14.	Vision China Shanghai 2022	Шанхай, Китай	23.03 - 25.03.2022	
	15.	Машиностроение-2022	Минск, Беларусь	05.04 - 08.04.2022	
	16.	Smart Factory + Automation World 2022	Сеул, Южная Корея	06.04 - 08.04.2022	
	17.	Международная промышленная выставка «Иннопром. Большая промышленная неделя в Узбекистане»	Ташкент, Узбекистан	25.04 - 27.04.2022	
	18.	Hannover Messe 2022	Ганновер, Германия	25.04 - 29.04.2022	
	19.	Teknologia 2022	Хельсинки, Финляндия	03.05 - 05.05.2022	
	20.	Global Industrie	Париж, Франция	17.05 - 20.05.2022	
	21.	Металлообработка-2022	Москва	23.05 - 27.05.2022	
	22.	South China International Industry Fair (SCIIF) 2022	Шэньчжэнь, Китай	07.06 - 09.06.2022	
	23.	China Robot Show (CRS) 2022	Пекин, Китай	22.06 - 24.06.2022	
	24.	IdeenExpo	Ганновер, Германия	02.07 - 10.07.2022	
	25.	Иннопром	Екатеринбург	04.07 - 07.07.2022	
	26.	Automation Expo 2022	Мумбаи, Индия	16.08 - 19.08.2022	
	27.	Автоматизация - 2022. XXIII международная специализированная выставка	Санкт-Петербург	21.09 - 23.09.2022	
	28.	Технофорум 2022: оборудование и технологии обработки конструкционных материалов	Москва	24.10 - 27.10.2022	

Над выпуском работали:

Александр Малолетов, Александр Климчик, Алёна Сидорова,
Мария Гафурова, Марианна Филиппова, Гузель Низамова,
Альфия Хабибулина, Марина Абдрахманова, Алик Ковалин-
ский, Лейсан Василова, Алина Винова, Эльмира Закирова,
Леонид Коробков, Оксана Федотова, Екатерина Еремеева.



ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТОТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ