



6 СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ:

ПЕРЕЗАГРУЗКА



ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА



6 СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ:

ПЕРЕЗАГРУЗКА



ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТОТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ



УНИВЕРСИТЕТ
ИННОПОЛИС

6 СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ: ПЕРЕЗАГРУЗКА

Дайджест по робототехнике

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ

Промышленная робототехника. Введение	12
Мобильные промышленные платформы	16
Матричное производство	22
Искусственный интеллект в промышленности	46
Бесчеловечное производство: полная автоматизация	52
Классификация промышленных роботов	62
Промышленная робототехника и кибербезопасность	76

РЫНОК

0 центре робототехники	8
Рынок мобильных роботов	20
6 причин, почему роботизация производства — важный фактор мирового лидерства государства	36
Производство комплектующих для промышленных роботов в РФ	38
Окупаемость роботизации производства	84
0 дайджесте	94
Календарь выставок	97

ИНТЕРВЬЮ

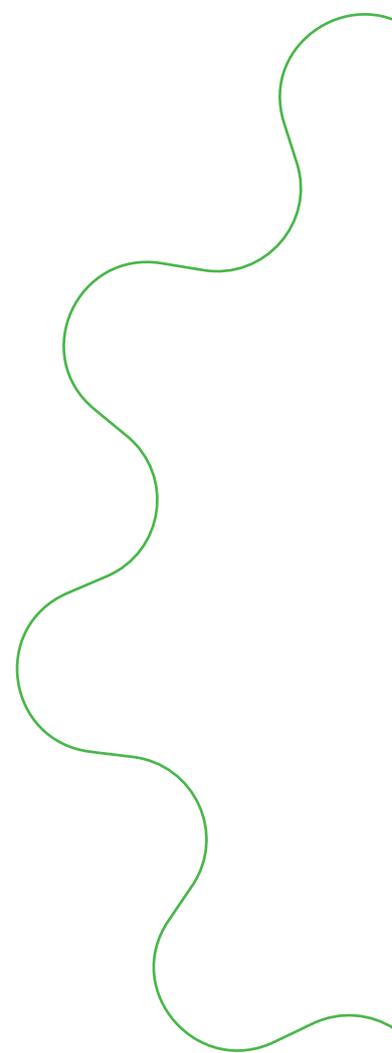
Петр Смоленцев КУКА Роботикс	28
Максим Фурман Роботех	42
Сергей Моршанский Тесвел	56
Дмитрий Зайченко Аіріх	64
Евгений Генгринович ИнфоТеКС	78
Артур Шимановский Университет Иннополис	86

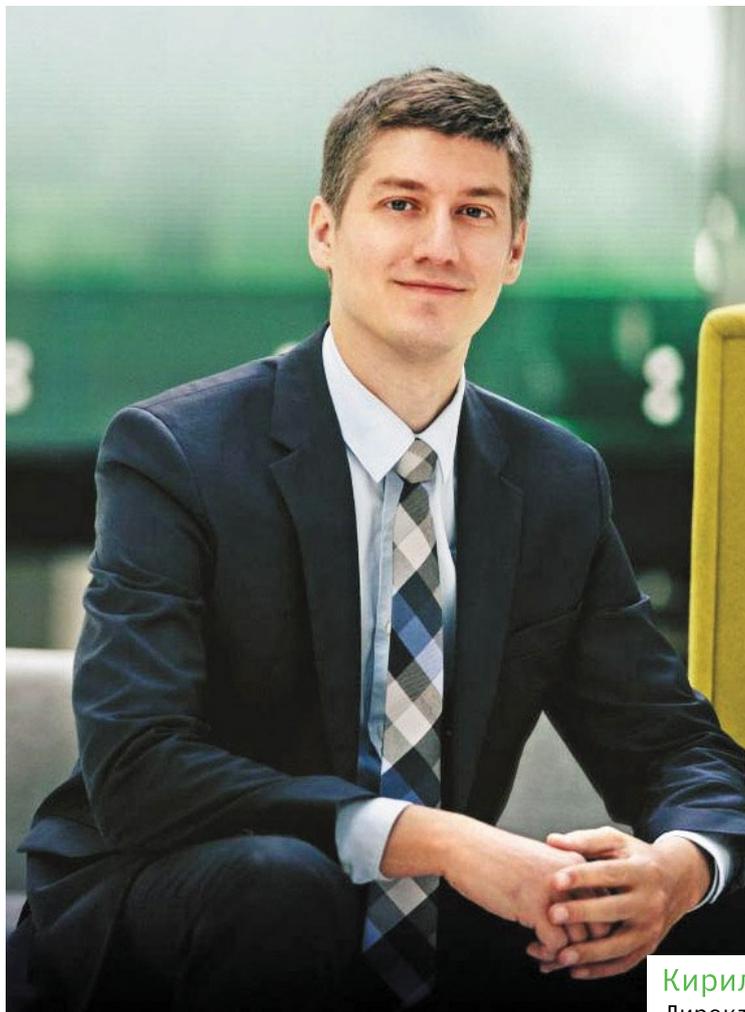
ОБЩЕСТВО

Юридические аспекты промышленной робототехники в РФ	70
Роботы-преступники	74
Зловещая долина	82

НАУКА

Магистратура УИ	92
Календарь конференций/мероприятий	96





Кирилл Семенихин
Директор Университета Иннополис

Уважаемые читатели! Вашему вниманию представлен очередной номер дайджеста о робототехнике, выпускаемого Центром компетенций НТИ при Университете Иннополис.

Успех в конкурентной борьбе как на уровне производств, так и на уровне государств, невозможен без развития современных технологий. Развитие действующих и создание новых высокотехнологичных автоматизированных промышленных предприятий — одна из ключевых задач для страны. Благодаря роботизации и автоматизации повышается качество и производительность продукции, что особенно актуально на пути к технологическому суверенитету.

В исследованиях, проектах и образовательных программах Университета Иннополис мы уделяем особое внимание искусственному интеллекту, кибербезопасности, промышленной робототехнике.

Разумеется, фундамент конкурентоспособных отраслей экономики составляют высококвалифицированные кадры, и наш ИТ-вуз прилагает максимум усилий для подготовки специалистов в сфере ИТ и робототехники вместе с индустриальными партнёрами.

Об этом и многом другом мы рассказываем в новом номере дайджеста Центра компетенций НТИ по направлению «Технологии компонентов робототехники и мехатроники».

Приятного чтения!



Александр Малолетов

Научный руководитель центра технологий компонентов робототехники и мехатроники Университета Иннополис

Приветствую вас на страницах нового дайджеста о робототехнике — научно-популярного издания Университета Иннополис.

Всем нам известна расхожая фраза «Время – деньги», и в современном мире она актуальна, как никогда. Скорость становится ключевым параметром эффективности во многих процессах, и производство не является исключением: изготовители стараются оптимизировать работу в стремлении достичь максимально выгодного соотношения между производительностью и качеством.

Одни только промышленные мобильные роботы, перевозящие грузы с одного участка производства на другой, способны значительно увеличить производительность, поскольку их применение повышает скорость транспортировки и позволяет избежать различных накладок, несогласованностей, а также необходимости работников поднимать тяжелые предметы. Применение же роботов-манипуляторов на производствах способно увеличить эффективность в разы.

Использование искусственного интеллекта в промышленности позволяет обрабатывать и анализировать большое количество данных, что способствует принятию наиболее взвешенных решений по целому ряду вопросов.

Все большую популярность приобретает также так называемое «матричное производство». Это – вид производства, на котором применяются роботизированные производственные ячейки, транспортировка между которыми осуществляется при помощи автоматических тележек. Такая организация производственного процесса предполагает максимальную достигнутую производственную гибкость, что соответствует существующим тенденциям.

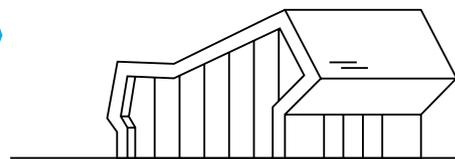
Разумеется, мы должны быть аккуратны при переходе на новые технологии: необходимо учитывать юридические особенности, психологические и социальные факторы и многое другое. Однако бояться этих трудностей и останавливаться – плохой вариант. Гораздо более перспективно двигаться вперед, принимая их во внимание.

На страницах нашего дайджеста вы найдете подробную информацию о промышленной робототехнике, поданную под разными углами зрения. Для кого-то наибольший интерес будут иметь технические или научные аспекты, для других наиболее привлекательной покажется экономическая составляющая, а на кого-то максимальный эффект произведут статьи под рубрикой «Общество». Но, я надеюсь, вы не останетесь равнодушными и, возможно, полюбите промышленную робототехнику так, как любим ее мы.

Желаю вам приятного просмотра!

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 сквоз-
ных 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 промышленных 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 (робототехнического комплекса) 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 промышленных проектов. Исследования и разработки осуществляются в трёх лабораториях:

- Научно-производственный центр «Центр робототехники»
- Центр 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 промышленных задач специалистами Университета Иннополис, в том числе в области робототехники.

В 2022 году лаборатории, входящие в состав Центра НТИ, были преобразованы в центры по направлениям робототехники и беспилотных технологий, что позволило им существенно расширить свои возможности для исследовательской и проектной деятельности.

БОЛЕЕ **130** СОТРУДНИКОВ

БОЛЕЕ **120** ПРОЕКТОВ

БОЛЕЕ **230** ЕДИНИЦ
ОБОРУДОВАНИЯ

БОЛЕЕ **300** ПУБЛИКАЦИЙ

БОЛЕЕ **200** ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ
РЕЗУЛЬТАТОВ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЛАБОРАТОРИИ

Научно-производственный центр "Центр робототехники"

В научно-производственном центре «Центр 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, сенсорика 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

Центр беспилотных технологий

Сотрудники центра 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

- Авиационные системы (инфраструктура, ПО для БПЛА, БРЭО (бортовое радиоэлектронное оборудование), 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 легкой 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

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 встроенных 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

Лаборатория нейронауки и когнитивных технологий проводит междисциплинарные научные исследования и экспериментальные работы для разработки человеко-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 мирового уровня по тематике «Робототехника и мехатроника».

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

<u>Компании и организации</u>	<u>Федеральные и региональные органы власти</u>
[1] Разработка робототехнических решений, поставка программного и аппаратного обеспечения	Разработка и реализация отраслевых и межотраслевых программ [1]
[2] Решение актуальных задач в области робототехники и мехатроники	Разработка и внедрение отраслевых стандартов и правил [2]
[3] Повышение квалификации сотрудников	
<u>Финансово-инвестиционные компании</u>	<u>Бизнес-сообщества</u>
[1] Разработка мер стимулирования инвестиционной активности	Разработка решений по снятию барьеров для каждого направления в области технологий компонентов робототехники и мехатроники [1]
[2] Экспертная и регулятивная деятельность	Повышение квалификации и компетенций участников [2]
	Технологическая акселерация проектов [3]
<u>Исследовательские и научные организации</u>	<u>Институты развития и фонды</u>
Совместная реализация фундаментальных и прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в области робототехники и мехатроники	Формирование и/или участие в отдельных программах [1]
	Экспертная деятельность [2]
<u>Стартапы</u>	Проведение обучения и консультационная поддержка [3]
Оказание поддержки и участие в создании и развитии бизнесов на партнерских началах	

РОССИЙСКИЕ ВУЗЫ

- Университет Иннополис
- Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)
- Дальневосточный федеральный университет (ДФУ)
- Донской государственный технический университет (ДГТУ)
- Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова (ИжГТУ)
- Московский государственный технологический университет «Станкин» (МГТУ «Станкин»)
- Московский институт электронной техники (МИЭТ)
- Московский физико-технический институт (МФТИ)
- Национальный исследовательский Мордовский государственный университет (МГУ им. Н.П. Огарёва)
- Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ)
- Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ)
- Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ им. Р.Е. Алексеева)
- Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого
- Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьёва (РГАТУ им. П.А. Соловьёва)
- Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алфёрова Российской академии наук — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН (СПбАУ РАН им. Ж.И. Алфёрова)
- Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО)
- Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
- Севастопольский государственный университет (СевГУ)
- Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)
- Сибирский государственный медицинский университет ФГБОУ ВО «СибГМУ»
- Сколковский институт науки и технологий (Сколтех)
- Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина (ТГУ им. Г.Р. Державина)
- Томский государственный университет (ТГУ)
- Удмуртский государственный университет (УдГУ)
- Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ)
- Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ)
- Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ)

ЗАРУБЕЖНЫЕ ВУЗЫ

- IMT Atlantique
- Ruhr Universitat Bochum
- Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
- Shenzhen Institutes of Advanced Technology
- Aalborg University
- Umea University
- Lund University

АКАДЕМИЧЕСКИЕ ИНСТИТУТЫ

- Институт автоматизации 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)
- Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИПМТ ДВО РАН)
- Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных и управляющих систем (НИИ МВУС)
- Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук (ИППИ РАН)
- Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ)

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ

- ООО «КУКА Роботикс»
- 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 VR 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»
- ПАО «Татнефть»
- ООО «Роботроника»
- ООО «Финко»
- ООО «Вальтер интеграция»
- ООО «Аврора роботикс»
- ООО «Ронави Роботикс»
- ПАО «Газпром нефть»
- НПП «Метра»
- ООО Ронави роботикс
- НПП «ИННО-ТЕХ»
- АО «Синара-Транспортные машины»
- ООО «Русский инженер»
- ООО «Сириус»
- ООО «Санда-М»
- ООО «Тесвел»
- ООО «Аркодим-Про»
- ООО «НТЦ Аркодим»
- ООО «НПП СмартКомСити»
- ООО «Концерн Р-Про»
- Группа компаний «Тим Форс»

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА.

ВВЕДЕНИЕ

Мы живем в XXI веке, во времена бурного и стремительного развития технологий. Мы уже привычны к высокоскоростному интернету, исследованиям космоса, мобильным телефонам, скрывающим в себе тысячи функций, и многим другим проявлениям прогресса, которые еще поколение назад сложно было даже представить. При этом слово «робот» все еще зачастую ассоциируется людьми с блестящим металлическим гуманоидом из старых фильмов, который неуклюже двигается, пытается имитировать человеческую походку, скрипуче и монотонно общается с окружающими. Именно такой стереотипный образ привел к тому, что далеко не все понимают: в наши дни робот — это то, благодаря чему производится существенная часть окружающих нас ежедневно вещей. Автомобиль, который отвозит вас на работу каждое утро, возможно, был заботливо собран механическими роботизированными руками, а ваше печенье к утреннему кофе могло быть расфасовано по ярким коробочкам благодаря неустанному труду дельта-робота.

По историческим меркам доступ к таким благам цивилизации человечество получило совсем недавно. Промышленная робототехника — сравнительно молодая отрасль, возникшая немногим более полувека назад. Ее днем рождения можно считать 13 июня 1961 года, когда впервые в истории был выдан патент на промышленного робота. Механизм под названием Unimate был произведен на фабрике, принадлежащей концерну General Motors и являлся детищем амбициозных предпринимателей: инженера Джорджа Девола и его бизнес-партнера Джозефа Энгельбергера. Их встреча не только стала началом плодотворного сотрудничества, но и определила вектор дальнейшего развития робототехники.

На сегодняшний день масштабное и технологичное производство стало тяжело представить без участия в нем роботов. Большую их часть составляют манипуляторы — механизмы, имитирующие движение человеческой руки и оснащенные определенным рабочим инструментом для выполнения той или иной задачи. Возможности применения манипуляторов на производстве чрезвычайно широки: они могут перемещать грузы, паять, варить, фрезеровать, красить. При этом робототехника продолжает стремительно развиваться, и в производство внедряются новые решения, позволяющие еще эффективнее решать поставленные задачи.



Одним из направлений, получающих все более широкое распространение, становится мобильная робототехника. Как следует из его названия, мобильный робот обладает способностью перемещаться в окружающей среде. Так, примером мобильного робота является антропоморфный робот. Его появление было довольно ожидаемо хотя бы по той причине, что концепция подобного робота, который не только выглядел бы, но и вел бы себя как человек, была интересна широкому кругу людей. Таких роботов представляли писатели-фантасты в своих произведениях, они появлялись в фильмах на больших экранах. Однако фактически история мобильных роботов началась с создания гораздо более примитивных устройств во время Второй мировой войны, когда подобных роботов начали разрабатывать для военных целей. Благодаря широким возможностям для применения, мобильных роботов вскоре адаптировали и для других отраслей, в частности, их начали использовать в научно-исследовательской сфере. Так, в 1970 году Советский Союз запустил «Луноход-1», первый в истории планетоход, который начал успешную работу на поверхности другого космического тела. Примерно в это же время появились и мобильные роботы для домашнего использования — в 1969 году был произведен Mowbot, первый робот-газонокосилка.



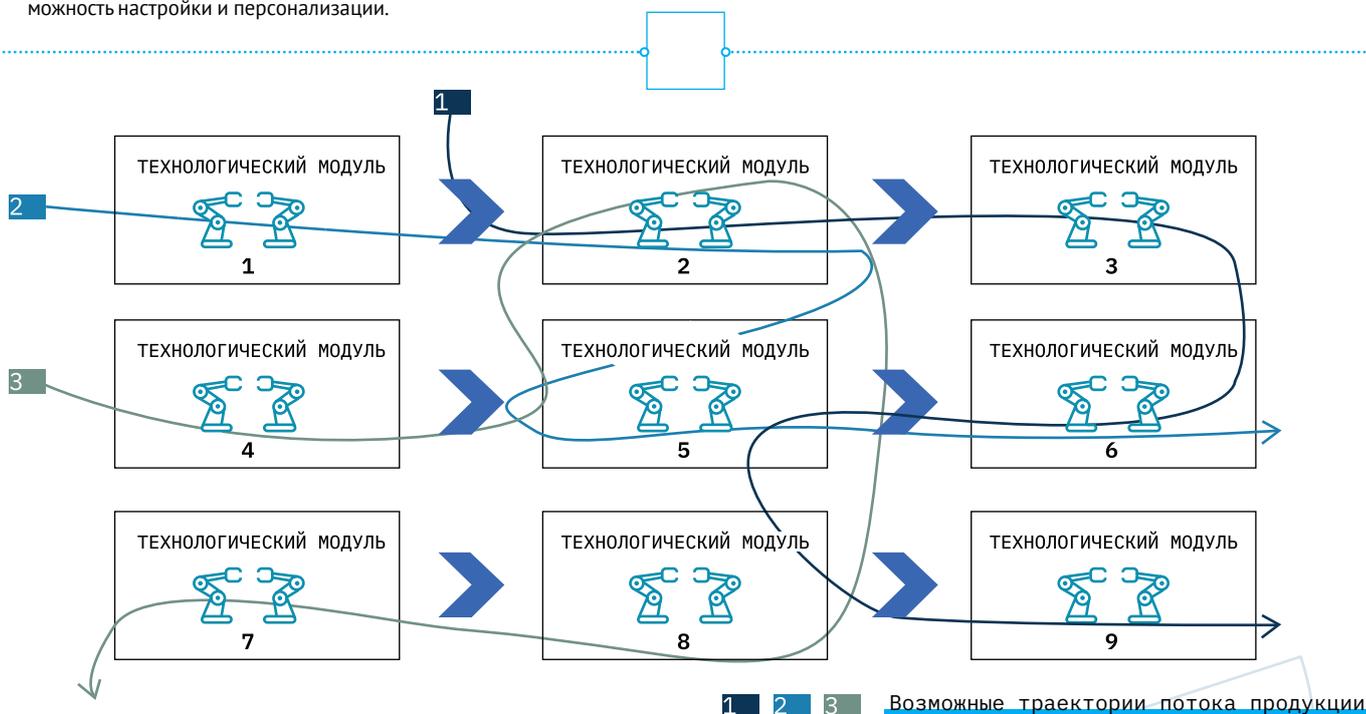
Мобильные роботы делятся на AMR (autonomous mobile robot) и AGV (automated guided vehicle). Их основное отличие состоит в том, что автономные роботы (AMR) могут перемещаться в заранее неизвестных условиях, ориентируясь в пространстве благодаря развитым системам локализации и навигации, а автоматизированные транспортные средства (AGV) предназначены для движения строго по определенным маршрутам, например, по разметке внутри цеха.

Мобильные роботы позволяют оперативно решать задачи, возникающие на производстве, и легко адаптируются к новой обстановке. Именно эта особенность и стала одной из основных предпосылок их появления для работы в условиях **Индустрии 4.0** – промышленного переворота, очередной, четвертой по счету, технической революции, которая в перспективе должна стать основным вектором развития всего производства. Она требует более гибкого подхода к производству, и одной из ее особенностей может стать необходимость обеспечивать выпуск продукции небольшими партиями с различными характеристиками, которые могли бы удовлетворить более широкий круг запросов. Впрочем, необходимость гибкой настройки производства назрела уже на протяжении последних нескольких десятилетий. По мере того, как рынки насыщались предложениями, потребители стали обращать внимание на большее количество параметров: качество, стоимость, скорость производства и доставки, а затем – еще и возможность настройки и персонализации.

Подробнее об Индустрии 4.0 можно узнать в третьем выпуске Дайджеста в материале «Промышленная революция 4.0: Как искусственный интеллект будет управлять роботизированным производством»

Это стало предпосылкой для появления гибкой производственной системы – Flexible Manufacturing System, – впервые разработанной еще в 1960 году под названием “System 24”. Число 24 в названии символизирует, что такая система может работать 24 часа в сутки без участия человека, то есть ключевым параметром такого производства стала автоматизация. Изначально подразумевалось, что система должна состоять из нескольких производственных станков под управлением компьютеров, и каждый из станков может быть переоборудован при изменении производственного процесса.

Со временем на смену станкам пришли быстрые и высокоточные роботы, и появилась концепция матричного производства, или унифицированных роботизированных рабочих мест. Такое производство представляет собой набор производственных ячеек, каждая из которых оснащена универсальным базовым оборудованием, включающим в себя, в том числе, и различных роботов. Их можно расположить в любом порядке, а также в любой момент добавить или убрать одну из них, благодаря чему, например, можно регулировать производительность. Ячейки можно легко подстроить под нужды производства, например, сменив программу и заменив рабочий инструмент у робота: таким образом можно интегрировать большое количество производственных процессов.



Еще одной характеристикой матричного производства является четкое разделение логистики и производства: мобильные платформы забирают инструменты со склада и перемещают их в нужные ячейки, при этом обеспечивая непрерывность процесса.

Как уже упоминалось выше, матричное производство имеет ряд существенных преимуществ как для заказчика, так и для производителя. **Его концепция подразумевает:**

1

Возможность выпуска продуктов с различными характеристиками в рамках одного массового производства;

2

Возможность увеличения/уменьшения объема выпускаемой продукции без необходимости остановки процесса;

3

Снижение затрат на производство и уменьшение количества сотрудников благодаря удобству работы и обслуживания и универсальности рабочих групп.

Таким образом, можно заключить, что такая концепция способна ответить на вызовы Индустрии 4.0 и стать новым производственным стандартом будущего.

Плотность роботизации по странам на конец 2020 г. - начало 2021 г., количество роботов на 10 000 сотрудников, занятых в промышленности



Источник: World Robotics 2021



Роботизация – неотъемлемая часть современного производства. Согласно данным Международной федерации робототехники (IFR), средний уровень роботизации на производстве в 2020 году составлял 126 роботов на 10 000 человек. Использование промышленной робототехники становится важной составляющей успешного и масштабного производства, и появляется все больше компаний, производящих роботов-манипуляторов. Среди лидеров в этой области традиционно выделяются Fanuc (Япония), Yaskawa (Япония), KUKA (Германия), ABB (Швейцария).



В России промышленная робототехника пока развивается не так активно, хотя правительство предпринимает стимулирующие меры: например, в 2018 году была запущена национальная программа “Цифровая экономика”. При этом определенный прогресс все же наблюдается и, судя по всему, будет продолжаться. В частности, многие крупные предприятия внедряют роботов: по данным [опроса](#), проведенного изданием TAdviser в начале 2021 года, более 90% крупных промышленных предприятий в России используют роботов на производстве. В подавляющем большинстве случаев речь идет об устройствах, произведенных за рубежом: согласно данным Национальной ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР), в 2019 году в нашей стране было установлено 958 промышленных роботов, из которых лишь около 5% были отечественного производства. При этом по данным [карты российского рынка промышленной робототехники](#), составленной TAdviser и НАУРР в 2020 году, производством промышленных роботов в России занимаются порядка полутора десятков предприятий, в линейке продуктов которых представлены коллаборативные и антропоморфные, последовательные и параллельные, четырех-, пяти- и шестиосевые роботы.

Рынок мобильной робототехники показал существенный рост за последние несколько лет и продолжает стремиться вверх: [по данным](#) крупнейшего в мире магазина маркетинговых исследований ResearchAndMarkets.com, в 2021 объем мирового рынка мобильной робототехники составлял 1,7 миллиарда долларов, однако уже к 2030 году превысит отметку в 10,1 миллиарда долларов.

Отечественные компании активно осваивают эту сферу: спрос на рынке мобильной робототехники превышает предложение, а значит, компании проще выйти на этот рынок, благодаря чему число производителей мобильных роботов в РФ выше, чем число производителей промышленных роботов. Так, производством логистических роботов занимаются несколько компаний, среди которых, например, Ronavi, GBL Robotics, SMP Robotics, Intec. Основная сфера их применения – логистика на складах и комплектация заказов.

ВЫВОД

Таким образом, сегодня преимущества роботизации очевидны: это повышение производительности и качества выпускаемой продукции, экономия на оплате и условиях труда, безопасность и удобство работников. Очевидно, что дальнейшая роботизация производства неизбежна, и развертывание еще большего числа роботизированных комплексов – лишь вопрос времени. Это же касается и мобильных роботов: по мере их совершенствования, сфера их применения и подвластные им задачи становятся все обширнее. По мнению экспертов, будущее мобильных роботов выглядит весьма многообещающим: благодаря внедрению искусственного интеллекта, они имеют потенциал стать весьма эффективным инструментом, который будет использоваться во многих областях, причем – не только производственных. Об этом и прочих аспектах роботизации вы можете подробнее узнать на страницах нашего дайджеста.

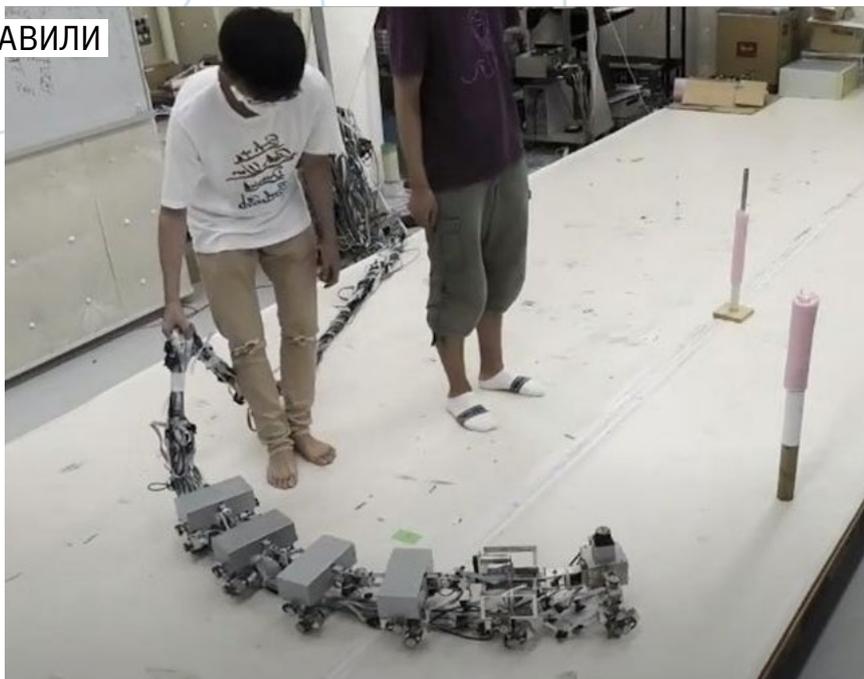


МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА:
Лейсан Василова

ЯПОНСКИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПРЕДСТАВИЛИ МНОГОНОГОГО РОБОТА MURIAROD

Исследователи из Osaka University разработали робота, похожего на сороконожку, и показали, как его движения могут переключаться с прямолинейной на криволинейную ходьбу, что может помочь в поисково-спасательных операциях или исследовании других планет.

В пресс-релизе университета заявлено, что Muriarod — это «новый вид шагающего робота, который использует преимущества динамической неустойчивости для навигации». Изменяя гибкость муфт, можно заставить робота поворачивать без использования сложных вычислительных систем управления.



«ЯНДЕКС» ОТКРЫЛ В МОСКВЕ ЦЕНТР РАЗРАБОТКИ СКЛАДСКИХ РОБОТОВ

«Яндекс» объявил о запуске центра по созданию складских роботов для «Яндекс.Маркета». Официальное открытие и презентация центра прошли в середине мая.

Деятельность центра будет сконцентрирована вокруг трёх основных направлений: создание роботов, их обкатка, а также проверка гипотез для развития новых продуктов. В настоящее время специалисты заняты тестированием обновлённой версии робота-инвентаризатора Spectro. Ожидается, что устройства, которые будут здесь тестироваться, помогут компании снизить расходы на хранение товаров, повысить эффективность логистики, а также избавить сотрудников складов от необходимости выполнять монотонные задачи.



МОБИЛЬНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЛАТФОРМЫ



Промышленная робототехника ассоциируется в основном с роботами-манипуляторами. Однако роботизация производств сегодня уже давно предполагает не только замену работников промышленными манипуляторами. Так, на предприятиях все чаще используются мобильные роботы-тележки, решающие задачи внутрицеховой и межцеховой логистики. Ввиду повышающегося спроса, растет и количество компаний, которые предлагают модернизированные решения для выполнения производственных операций на основе мобильных роботов. При этом наиболее популярными остаются решения для автоматизации складов, с которых и начиналась история мобильной робототехники в промышленности.



Автоматизированные логистические системы способны перемещать грузы в промышленной среде без непосредственного участия оператора. Такие устройства можно разделить на **два** основных типа:

1 Autonomous Mobile Robots, автономный мобильный робот (далее — AMR)

2 Automated Guided Vehicles, автоматически управляемая тележка (далее — AGV)

AMR

AMR — это беспилотное транспортное средство, которое оснащено сложными системами камер, датчиков, оптических радаров. Навигация такого робота называется **естественной** и обеспечивается благодаря картам, которые строятся с помощью бортовых сенсорных систем и программного обеспечения или подготавливаются заранее и загружаются. Робот с естественной навигацией изучает пространство вокруг, запоминает свое местоположение и динамически планирует путь от одной путевой точки до другой. Более того, такой робот может самостоятельно и гибко перестроить свой маршрут и ход действий во время работы в зависимости от обстоятельств. При возникновении препятствий робот меняет свою траекторию, а не ожидает устранения препятствия. Построенные из нескольких AMR сети могут оптимизировать маршруты и изменять загрузку транспортного потока. Такие транспортные средства стали внедряться сравнительно недавно и продолжают совершенствоваться, в том числе по мере совершенствования сенсоров и алгоритмов обработки сенсорной информации.

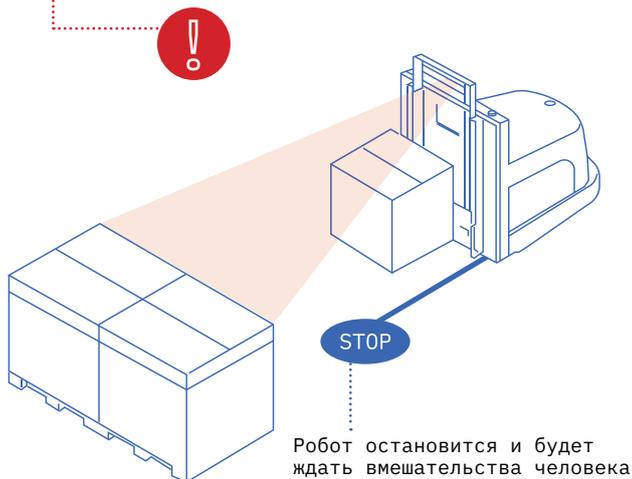
Естественная навигация — это такая навигация, при которой робот составляет карту окружающей среды и способен перемещаться и определять свое местоположение, просто «наблюдая» за этой средой. При этом такие оборудования, как лента и отражатели, при естественной навигации не используются, но применяются такие технологии, как SLAM (simultaneous localization and mapping, одновременная локализация и построение карты) с лидарными датчиками, визуальный SLAM, UWB (Ultra-Wide Band, сверхширокая полоса), визуальная навигация с камерами, спутниковые системы глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС и другие.

AGV

AGV как внешне, так и по основному значению, похож на AMR. AGV принято называть мобильные промышленные платформы, применяемые для перемещения грузов, товаров в производственном процессе или в складском хозяйстве. Уже более 50 лет подобные роботы обеспечивают часто повторяющиеся действия на многочисленных промышленных предприятиях. Все давно к ним привыкли, поэтому даже слово «робот» в отношении них используется сравнительно редко, а чаще можно встретить такие названия, как тележки или перевозчики с электрическим мотором для перемещения груза по заданному маршруту, заранее построенному системой.

Платформа является автономной, соответственно, для ее управления не нужен человек. Такой робот ездит по магнитным и цветовым полосам, встроенным в покрытие кабеля. AGV имеет датчики и сенсоры для осуществления безопасного перемещения, в частности для предотвращения столкновений. При возникновении препятствия на траектории AGV ожидает его устранения.

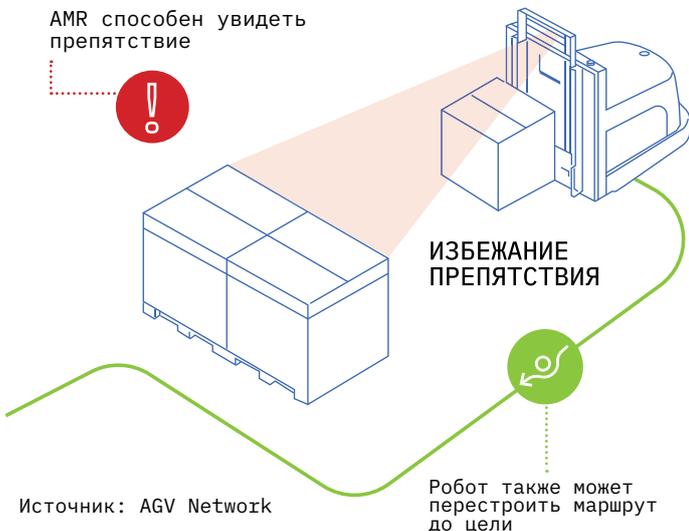
AGV способен обнаружить препятствие



Источник: AGV Network



AMR способен увидеть препятствие



Источник: AGV Network

КЛЮЧЕВЫЕ РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ AGV И AMR:

	AGV	AMR
НАВИГАЦИЯ	Необходима инфраструктура (кабели, RFID, маяки, лазерная навигация или магнитные ленты)	Естественная навигация без дополнительной инфраструктуры
ГИБКОСТЬ И МАСШТАБИРУЕМОСТЬ	Сложная и дорогостоящая задача по добавлению новых маршрутов или пунктов назначения	Способность быстрого изучения новых маршрутов и выбора оптимальных траекторий
СТОИМОСТЬ	На стоимость конечного решения существенное влияние оказывает стоимость инфраструктуры. При этом сами аппараты намного проще и дешевле	Не требует затрат на инфраструктуру. Стоимость аппаратов остается высокой за счет дорогостоящих сенсорных систем. При этом наблюдается быстрое снижение их стоимости
НАДЕЖНОСТЬ	Более надежный из-за специфики перемещения — строго по заданной траектории	Естественная реакция в режиме реального времени на окружающие условия может привести к вариативности ожидаемого перемещения
ВНЕДРЕНИЕ И ПОВТОРНОЕ РАЗВЕРТЫВАНИЕ	Медленное и сложное внедрение из-за настройки инфраструктуры по всему объекту, невозможность адаптации к новым условиям без новой инфраструктуры	Быстрое и простое внедрение и повторное развертывание, поскольку естественной инфраструктуры не требуется
БЕЗОПАСНОСТЬ	Безопасен благодаря своей предсказуемости, не продолжает движение при встрече с препятствиями	Перенаправленные траектории AMR могут непреднамеренно дезорганизовать работу других участков окружающей инфраструктуры

ЦЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Безопасность сотрудников является важной задачей в различных отраслях. Мобильные промышленные платформы активно используются в отраслях с вредными и опасными условиями для человека, где решаются такие задачи, как погрузка, разгрузка, хранение, перемещение товаров. Широкое применение они нашли при выполнении логистических операций по сбору и доставке грузов от места разгрузки деталей до места сортировки или хранения. На заводах, например, по сборке автомобилей, **AGV** и **AMR** обслуживают производство и служат базой для сборочной линии. Более того, мобильные роботы используются на складах, где грузы перемещаются к точке комплектования заказа и непосредственно к пункту выдачи.

Три основных вида AGV и AMR:

1

Транспортные тележки способны не только перевозить различного рода грузы, но и могут оснащаться дополнительными приспособлениями, например, автоматическим зацепом или манипулятором, приобретая функции буксировщика или мобильного робота, соответственно.

Мобильная платформа, оборудованная манипулятором, может быть использована в единоразовых операциях, а также на местах, где нет возможности установить стационарный манипулятор, или же на замену другому устройству, например, находящемуся в ремонте. В таких случаях передвижение платформы является преимуществом перед устройством, требующим фиксации к полу и/или длительного монтажа.



2

Вилочные погрузчики используются для перевозки и установки поддонов, стеллажей или паллет. Работа этих роботов является гибкой и отлично подходит для складских логистических задач. Они могут перемещать любой тип продукта с любой станции загрузки или разгрузки. Диспетчер AGV и AMR направляет транспортные средства для выполнения конкретных задач в зависимости от веса груза, который им необходимо загрузить или разгрузить, а также прочих параметров.



3

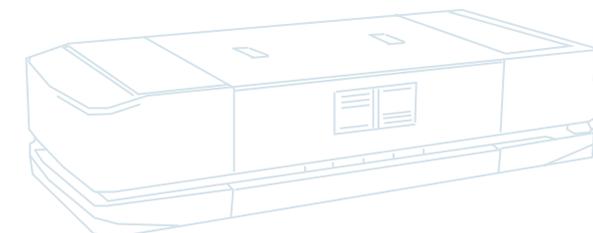
Автоматические буксировщики выполняют задачи тягача и перемещают тяжелые грузы. Мобильные роботы с захватным устройством и грузоподъемностью до 8 тонн способны тащить за собой одну или несколько тележек с грузами по заданной траектории из точки загрузки в точку выгрузки.



Преимущества AGV и AMR по сравнению с ручным или слабо механизированным трудом сотрудников в этих областях заключаются в:



- росте производительности, поскольку мобильные роботы, в отличие от людей, способны работать непрерывно, кроме времени на обслуживание и перепрограммирование;
- повышении безопасности благодаря применению ультразвуковых и лазерных датчиков, видеокамер, бамперов, предупредительных огней и прочих устройств;
- увеличении технологической гибкости производства, например, возможности оперативной переналадки, переоснастки оборудования при изменении производственной программы;
- уменьшении влияния «человеческого фактора», что снижает количество обусловленных им травм и аварий;

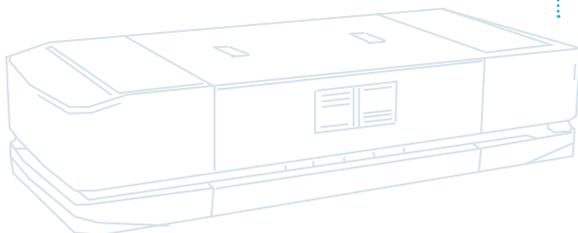
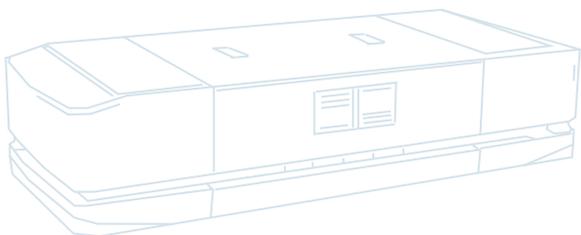


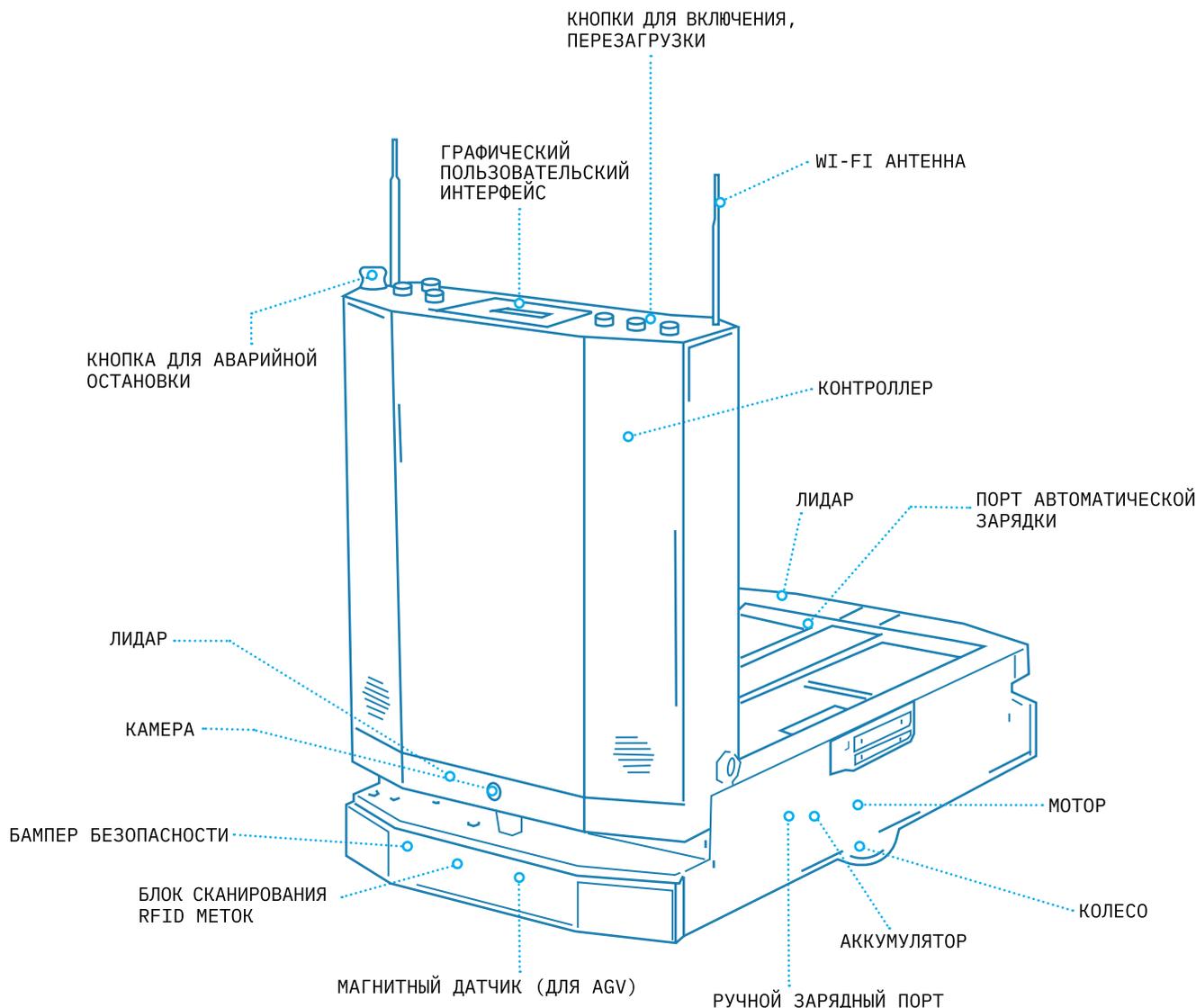
выполнении операций в некомфортных условиях для оператора, например, при экстремальных температурах;

повышении стабильности качества выполнения операции: мобильный робот может многократно выполнить одно и то же действие, которое будет идентично каждый раз, без ошибок и неточностей;

ускорении процессов: роботы могут перемещать более тяжелые объекты и делать это быстрее, чем человек;

уменьшении затрат на производство продукции, что прямо пропорционально влияет на снижение себестоимости.





Мобильные платформы можно запрограммировать на выполнение различных операций и действий:

- движение по заранее заданной траектории, при этом направления пути могут быть разными, включая развилки,
- перемещение с той же скоростью, что и у конвейера/сборочной линии, например, для выгрузки продукции на конвейерную линию или сбора продукции с конвейерной линии без необходимости остановки конвейера,
- притормаживание в заранее определенных точках или по требованию оператора и ожидание команды на дальнейшее перемещения (например, погрузка товара/детали на него),
- загрузка и выгрузка перевозимых компонентов,
- работа тележек в группе без участия оператора, благодаря согласованию движения по беспроводной связи с другими тележками или центральным терминалом,
- создание карты пространства помещения для дальнейшего перемещения в нем,
- распознавание препятствий и остановка при их появлении — для AGV, возможность объехать препятствие — для AMR.

Как правило, AGV и AMR имеют следующие базовые компоненты:

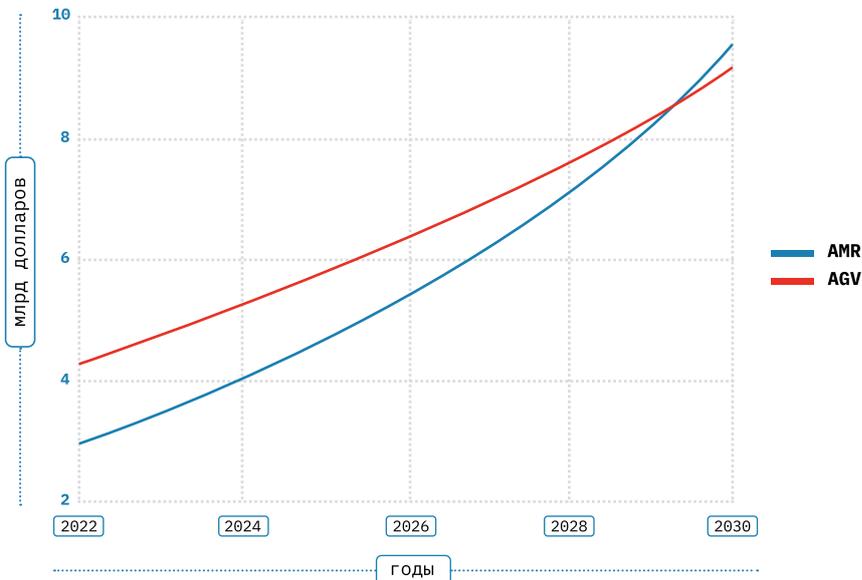
- электромоторы и колесная база, осуществляющие перемещение,
- герметично закрытые аккумуляторные батареи, что позволяет использовать их в закрытых помещениях, при этом отдельное помещение для зарядки не требуется,
- бортовой компьютер, управляющий роботом,
- набор систем безопасности в виде звуковых, световых, лазерных датчиков безопасности,
- модули беспроводной связи,
- клавиши управления роботом для выключения, перезагрузки, переключения в ручной режим, который обычно осуществляется с пульта управления,
- станция управления для обеспечения работы нескольких AGV и синхронизации действий с системами WMS (Warehouse Management System/ Система управления складом)/ ERP (Enterprise Resource Planning/ Система планирования ресурсов предприятия),
- блок для сканирования RFID-меток.

RFID (Radio Frequency Identification/ радиочастотная идентификация) — способ автоматической идентификации, который позволяет моментально считать радио-метку (обычно она представлена в виде наклейки). Система состоит из считывателей, меток и программного обеспечения.

РЫНОК МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Автономные мобильные роботы (AMR) и автоматически управляемые тележки (AGV) все активнее используются в сфере транспорта, логистики и производства по всему миру. Эти роботы собирают, транспортируют и сортируют товары на производственных и распределительных объектах без ручного вмешательства. AMR и AGV используют камеры видеонаблюдения, бортовые датчики и карты объектов, интегрированные с программным обеспечением для управления складом, для выполнения различных операций, таких как перемещение сырья и готовых товаров внутри производства. В отчете маркетинговой и консалтинговой компании Grand View Research приведен объем мирового рынка автономных мобильных роботов (AMR) и автоматически управляемых тележек (AGV). На графике приведены существующие и ожидаемые данные на период с 2022 по 2030 годы. Оценивается, что совокупный годовой темп роста AMR составит 15,5%, а AGV – 9,7%. Рост рынка обусловлен растущим спросом на автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ в различных отраслях.

ОБЪЕМ МИРОВОГО РЫНКА МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ



Пандемия COVID-19 существенно повлияла на мировую экономику. Нехватка рабочей силы и нарушение цепочек поставок и логистических операций из-за введенных правительством ограничений вынудили многие компании закрыть свою деятельность. Однако внедрение автономных мобильных роботов (AMR) и автоматически управляемых тележек (AGV) помогло некоторым предприятиям поддерживать уровень производства с минимальным участием сотрудников. Автоматизированные логистические и складские системы обеспечили непрерывность работы в условиях строгих санитарно-эпидемиологических ограничений по перемещению граждан. Именно поэтому в период пандемии в отрасли автономных мобильных роботов и автоматически управляемых тележек наблюдался хороший рост.

ЛИДЕРЫ В ОБЛАСТИ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

ABB

Шведско-швейцарская компания **ABB** – один из крупных разработчиков промышленных роботов. Значимым направлением бизнеса ABB является разработка автономных мобильных роботов для промышленной автоматизации, которые применяются на производственных площадках при выполнении логистических операций.

CASUN

佳顺智能

Китайская компания **CASUN** является одним из ведущих производителей промышленных и складских роботов. Casun специализируется на промышленных мобильных роботах, интеллектуальных системах управления и умных логистических решениях.

KUKA

Германо-китайская компания **KUKA** – ведущий мировой разработчик в области промышленной робототехники и автономных интеллектуальных мобильных устройств для промышленности.

В 2016 году контроль над компанией KUKA установил китайский производитель бытовой техники Midea.

swisslog

Швейцарская компания **SWISSLOG** специализируется на комплексных решениях по автоматизации для складов. Компания является частью KUKA Group с 2015 года, они совместно создают мобильные складские роботы для автоматизации систем сортировки и укладки продукции и для внутренней логистики.

Geek+

GEEK+ – широко известная китайская компания в области роботизированных решений для логистики. Главной специализацией компании является автономный мобильный робот (AMR), который используется для высокоэффективной автоматизации складов и для реализации трудоемких задач, например, сбор, сортировка, перемещение.

OMRON

Крупная японская компания **OMRON** является одним из крупнейших производителей и поставщиков аппаратных и программных комплексов для автоматизации технологических процессов. В том числе производит несколько серий автономных мобильных роботов с разной грузоподъемностью и скоростью.

Boston Dynamics

BOSTON DYNAMICS – американская компания, специализирующаяся в робототехнике. Модели роботов Stretch предназначены для операций с коробками и ящиками в условиях ограниченного пространства. Основная задача таких роботов – работа в складских помещениях и разгрузка грузовиков.



Компания **AMERDEN AGVS** специализируется на автоматически управляемых тележках (AGV). Название компании отражает её транснациональный характер – это аббревиатура от Америки (**America**) и Швеции (**Sweden**). Компания предоставляет полный спектр услуг по системам AGV.

MiR

Датская компания **MOBILE INDUSTRIAL ROBOTS (MiR)** является компанией в области автономных мобильных роботов для внутренних перевозок и логистики. Роботы компании MiR управляются одним и тем же программным обеспечением, что упрощает развертывание и масштабирование целых парков роботов.

METRA ROBOTICS

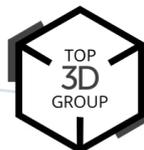
METRAROBOTICS – это производитель и поставщик логистических роботов. Компания предлагает решения, направленные на автоматизацию внутренней логистики складских и производственных предприятий с помощью автономных мобильных роботов (AMR) и автоматических управляемых тележек (AGV).

RONAVI ROBOTICS

RONAVI ROBOTICS – российский разработчик и производитель серийных логистических роботов, предназначенных для автономной работы на складах. Компании удалось добиться высоких показателей по параметру «грузоподъемности/размера». Роботы Ronavi предназначены для перевозки тяжелых грузов на производстве, сортировки почты, перевозки «товар к человеку» и других задач. Компания поддерживает открытый API, что упрощает интеграцию роботов в рабочие процессы.

NISSA | ENGINEERING

NISSA ENGINEERING – это крупный российский интегратор роботизированных решений для складской и производственной логистики на базе роботов от Casun, Geek+ и других.



TOP 3D GROUP – это крупнейший холдинг по интеграции цифрового производства в России. Компания поставляет не только промышленных роботов (например, Delta и SCARA роботы), но и мобильные роботы известных компаний для выполнения логистических операций.



Российский интегратор промышленных комплексов **УРТЦ АЛЬФА ИНТЕХ** занимается внедрением автономных мобильных роботов (AMR) и автоматически управляемых тележек (AGV) на базе роботов KUKA.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА: Алина Винова

МАТРИЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

С древнейших времен до нашего времени человек бодрым темпом двигался в сторону все большей оптимизации труда и совершенствования технологий, иногда прихрамывая и спотыкаясь, колеблясь, но неизменно отбрасывая в сторону то, что вчера еще было инновацией, а сегодня стало костылем, и достигая все больших высот.



Одним из явных примеров оптимизации труда является использование конвейера, изобретение которого ошибочно приписывается Генри Форду. Предшественниками современных конвейеров можно считать многоковшовые и винтовые водоподъемные устройства, которые использовались уже в Древнем Египте и Древней Месопотамии, а также цепные насосы для непрерывной подачи воды в оросительные системы – в Древнем Китае и Древней Индии. С тех пор и до наших дней подобные технологии в более усовершенствованном виде продолжали и продолжают использоваться в различных отраслях.

Генри Форд же способствовал широкому распространению конвейерной технологии в XX веке, показав ее невероятную эффективность, что навсегда разделило в человеческом восприятии историю производства на этапы до и после, а также прочно связало имя предпринимателя с конвейером. Однако несмотря на то, что с этого периода прошло не так много времени в историческом масштабе, все чаще и чаще высказываются мнения о необходимости инновационных решений, поскольку конвейер уже не в состоянии удовлетворить все возрастающие требования производств.

Давайте рассмотрим, какие основные преимущества конвейерной технологии сделали ее прорывной, какие ее недостатки заставляют человека искать альтернативные варианты, а также пример такого варианта.

Согласно данным большого количества источников, первый патент на роликовый конвейер получил Хаймл Годдар из Logan Company в 1908 году. Однако патентный поиск по запросу «roller conveyor» в Google Patents неожиданно выдал совершенно другие результаты: первый отображенный патент на роликовый конвейер «Роликовый конвейер для транспортировки досок, половиц и т.п.» опубликован под номером AT15576B в 1904 году, авторами патента являются Адольф Юлиус Тену и Йохан Эдвард Флодстрём. Также в открытых источниках есть информация о получении в Российской империи привилегии на прототип ленточного конвейера («песковоз») губернским секретарем А.Н. Лопатыным в 1861 году.



+

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНВЕЙЕРА:

- оптимизация рабочего и производственного пространства,
- высокая производительность вследствие высокой интенсивности производства (это становится возможным, в частности, потому что каждый работник выполняет ограниченный набор простых операций и не тратит время на переключение с одной задачи на другую),
- возможность непрерывной работы,
- простота управления,
- сокращение расходов на оплату труда,
- снижение риска повреждения изделий,
- возможность просто и безопасно перемещать громоздкие и тяжелые предметы, а также поднимать и опускать такие предметы на разные уровни,
- уменьшение производственного травматизма,
- быстрая окупаемость конвейерной технологии в случае крупносерийного производства.

-

ОСНОВНЫЕ НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНВЕЙЕРА:

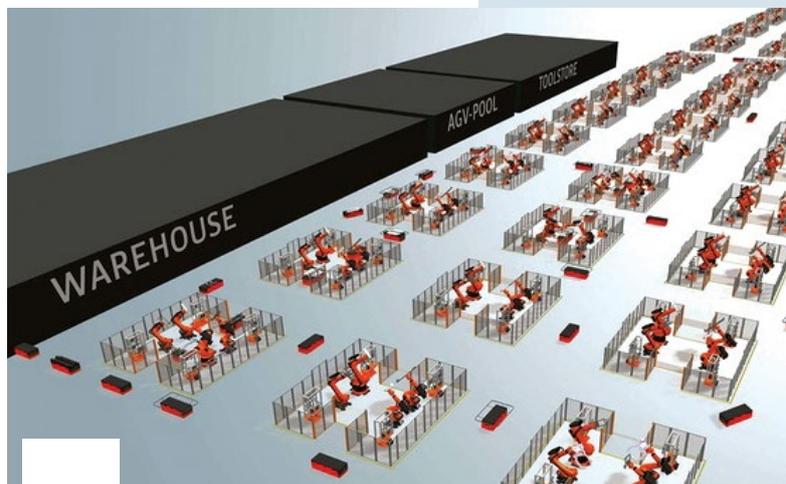
- ограниченная область применения, отсутствие производственной гибкости,
- высокая энергоемкость,
- резкое увеличение затрат в случае возникновения нестандартной ситуации,
- угнетающая монотонность работы,
- значительные затраты для запуска производства,
- значительные экономические потери в случае сбоев в работе (вследствие неисправности оборудования или социальных факторов),
- довольно высокие требования к помещению (элементы конвейера сложно защитить от агрессивных сред),
- ограниченный угол подъема,
- сложность очистки конвейера (например, если груз липкий или сыпучий),
- довольно быстрый износ дорогостоящей ленты конвейера,
- сложность и дороговизна кастомизации производства, то есть адаптации массового продукта под запросы конкретного потребителя путем частичного изменения продукции под конкретный запрос либо путем доукомплектования этой продукции.

Таким образом, мы видим, что конвейерное производство обладает довольно весомыми преимуществами, что, вероятно, позволит ему сохранить свою актуальность на еще довольно долгое время. При этом недостатки системы компании пытались и пытаются тем или иным способом минимизировать в условиях отсутствия альтернативных вариантов. Однако сейчас для ряда производств такие варианты есть.

По мнению ряда специалистов, превосходящей по многим параметрам альтернативой конвейерному производству может стать **матричное производство**. Несмотря на определенную предвзятость по крайней мере некоторых из этих мнений, высказанных, вероятно, с позиции выгоды, нельзя не отметить, что данный метод действительно является инновационным и весьма перспективным.



источник: KUKA →



ТАК ЧТО ЖЕ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ МАТРИЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО?

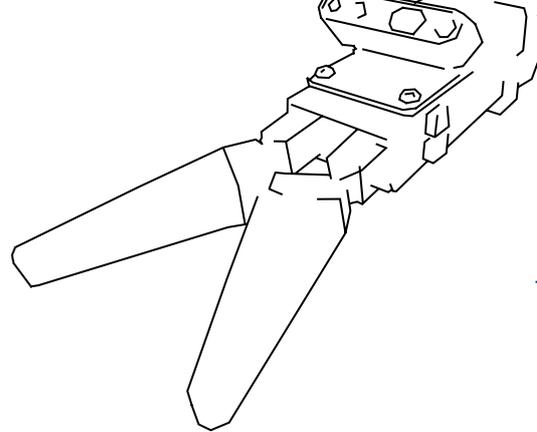
Роботизированное матричное производство предполагает применение необходимого количества категоризованных и стандартизованных производственных ячеек. Эти ячейки расположены таким образом, чтобы обеспечить максимально возможный быстрый доступ из любой одной ячейки в любую другую, – как правило, в виде прямоугольной матрицы (термин «Матричное производство» происходит отсюда).

Каждая производственная ячейка содержит универсальный набор роботизированных производственных средств: например, в ячейках

могут быть установлены промышленные роботы, поворотные столы, держатели инструментов и роботов, места для инструментов. В каждой такой ячейке выполняется определенная операция. После того, как над изготавливаемым изделием будет произведена соответствующая операция в соответствующей ячейке, оно доставляется в другую ячейку согласно заданному технологическому процессу. Транспортировка изделий между ячейками осуществляется при помощи автоматических тележек.

Крайне важным требованием к любой инновационной производственной системе будет гибкость процесса в сочетании с сохранением высокого уровня производительности, а также высокой степенью загрузки. Матричное производство ориентировано на соблюдение именно этого требования:

- Возможность менять маршрут автоматической тележки в зависимости от конкретной задачи (например, если в данном конкретном случае нужно пропустить или добавить этап/ы производства) позволяет обеспечить производственную гибкость. Благодаря этому, в частности, могут быть удовлетворены специфические пожелания заказчика к товару. Кроме того, отсутствие необходимости соблюдения постоянной последовательности при обработке компонентов экономит время, если ряд операций и процессов по заказу не требуется;
- Возможность быстрой перенастройки производственных ячеек на выполнение другой операции путем перепрограммирования роботов позволяет перенаправлять ресурсы матричного производства. Это дает возможность компенсировать разницу во времени выполнения различных задач и избежать перегрузок, возникающих в определенном месте производственной системы и связанных с тем, что поток материалов поступает слишком быстро, но не может быть так же быстро переработан (так называемый эффект бутылочного горлышка), вследствие чего могут происходить простои и производственные издержки, снижается общая эффективность, увеличиваются сроки отгрузки товара;
- Возможность относительно быстрой перенастройки всего производственного процесса под производство другого продукта позволяет предприятию оставаться в тренде при изменении рыночных условий и спроса с одних товаров на другие.



источник: KUKA

ДРУГИЕ СУЩЕСТВЕННЫЕ ДОСТОИНСТВА МАТРИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА:

минимизация человеческого фактора (здесь и далее следует учитывать, что роботизация в ближайшем будущем не предполагает полный отказ от человеческого труда),

уменьшение численности персонала, минимизация связанных с трудовыми отношениями и наймом сотрудников обязательств,

возможность горизонтальной масштабируемости, то есть возможность расширить производство простым добавлением производственных ячеек,

отсутствие необходимости поддерживать комфортные условия в производственных помещениях,

возможность круглосуточной работы производства без перерыва на выходные и праздники.



Чтобы наглядно продемонстрировать эффективность такого производства, воспользуемся следующей аналогией. Представьте завод, в котором каждый цех ответственен за выполнение определенной задачи. Расположим цехи таким образом, чтобы расстояние между ними было минимальным. Уже это сэкономит уйму времени.

Продолжим улучшать логистику. Теперь доставка изделий между цехами осуществляется при помощи автоматических тележек, настроенных так, чтобы не мешать друг другу. Соответственно, больше не надо звонить сотруднику, осуществляющему внутризаводскую доставку, ждать, когда он придет, тратить время на объяснения (либо прерывать технологический процесс и самому доставлять товар).

Нам и этого мало. Заменяем всех цеховых работников на роботов. Роботам, как известно, не требуются обеденный перерыв, время на отдых, праздничные дни и даже время на сон, они не болеют, у них не возникает форс-мажорных обстоятельств, они не боятся уставшими или не в настроении, они одинаково эффективны в любое время суток и не конфликтны. В результате наше производство становится круглосуточным и круглогодичным. При этом человеческий фактор остается только на уровне программирования и обслуживания системы.

Казалось бы, вот оно, но нас уже не остановить. Наделим наших роботов возможностью быстро переключаться на любую другую задачу в рамках технологического процесса. Следовательно, если мы поймем, что какая-то задача требует больше ресурсов или же если один робот выйдет из строя, мы всегда можем задействовать роботов из другого цеха. Кроме того, теперь мы можем достаточно быстро перенастроить наш завод под изготовление совершенно другого товара. При этом нам не придется нанимать специализированных рабочих, ни закупать новое производственное оборудование.

Теперь, когда особенно впечатлительный читатель уверился в совершенстве матричного производства и, окрыленный открывающимися перспективами, представил себя промышленником нового поколения, рассмотрим недостатки системы, а также некоторые спорные вопросы:

Несмотря на общемировую тенденцию к удешевлению технологий, в том числе промышленных роботов, для запуска матричного производства потребуются существенные финансовые вложения.

Необходимо построить экономическую модель матричного производства, оценить целесообразность затрат, перспективы и срок окупаемости. В зависимости от текущих обстоятельств возможны следующие варианты: поэтапный переход к матричному производству либо одномоментный, закупка роботизированных производственных ячеек либо их аренда.

Внушающим некоторое опасение возможным фактором является чрезмерная зависимость от специалистов высокого класса, программирующих, настраивающих и обслуживающих систему. С одной стороны, благодаря роботизации минимизируется человеческий фактор и фактор нехватки рабочих рук. С другой – чем ниже уровень специалиста, тем проще найти ему замену.

Однако история научно-технического прогресса не подтверждает эти опасения. По крайней мере, в открытых источниках нет однозначных данных о сложных производствах, которые остановились из-за нехватки специалистов высокой квалификации.

Кроме того, узкоспециализированный сотрудник, вероятно, будет стремиться к сохранению рабочего места в условиях, когда его востребованность ограничивается малым количеством предприятий. По мере же роста количества таких предприятий, если в них предлагаются достаточно выгодные условия, растет количество людей, стремящихся получить соответствующие квалификации и устроиться на вакантные должности.

Но главным аргументом является стремление производителей к упрощению взаимодействий с системой, что автоматически снижает уровень требований к персоналу.

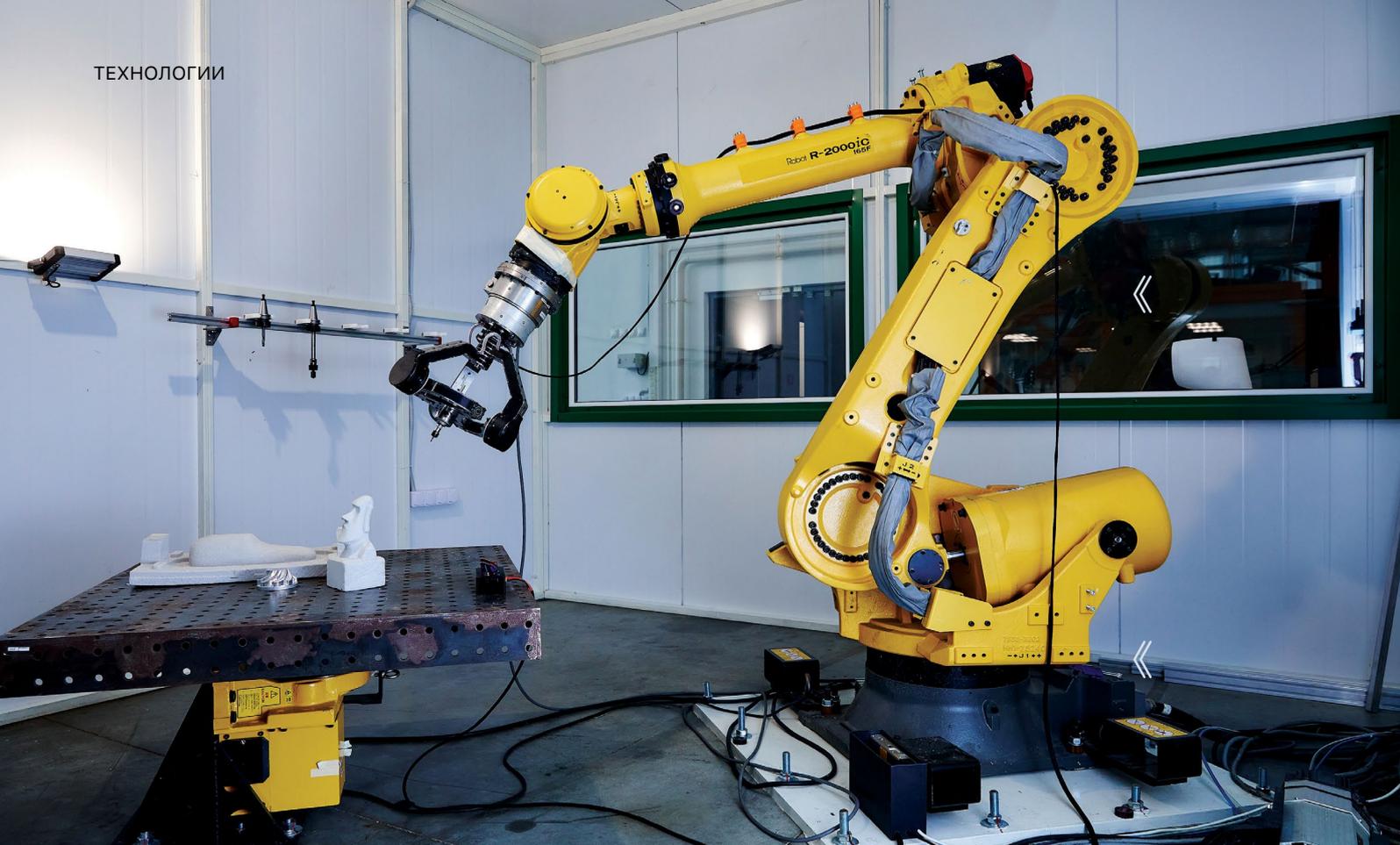
Еще одним спорным вопросом является потребность в достаточно большом количестве земельных ресурсов для каждого отдельного завода с матричным производством, поскольку каждая отдельная ячейка занимает довольно много места.

Здесь все очень просто. Матричное производство предполагает возможность задействования дополнительных удаленных универсальных роботизированных ячеек. Это можно осуществить путем кооперации нескольких заводов либо путем аренды таких ячеек у специализированных предприятий.

Тем не менее, не стоит недооценивать этот фактор – при переходе от привычного к новому необходима коллаборация для достижения высоких показателей гораздо менее привлекательна, нежели широкое пространство для маневра, не зависящее от интересов других сторон.

Последним аргументом не в пользу матричного производства, который хотелось бы выделить в рамках данной статьи, являются сложности обеспечения полной защиты информации и кибербезопасности роботизированных предприятий, особенно при использовании зарубежного оборудования. Серьезными негативными последствиями для производства, в частности, чреватые так называемые недокументированные возможности промышленных роботов и других технических устройств, то есть такие функциональные возможности программного обеспечения, которые не были описаны либо не соответствуют описанному в документации. Эти возможности могут быть сознательно заложены разработчиками в различных целях, например, в целях контроля за пользователями. Также нельзя полностью исключать гораздо более серьезные последствия: неправильная работа или останов всего оборудования конкретной марки на территории конкретного государства (например, если заложить в коде в качестве условия останова определенную дату).

Если принимать вероятность такого развития событий всерьез, то, пожалуй, единственно верным способом избежать серьезных последствий является импортозамещение. Это не дает стопроцентных гарантий, производителя не иностранного государства гораздо проще привлечь к ответственности.



Однако, несмотря на имеющиеся сложности и риски, вариант не развиваться, чтобы избежать отрицательных результатов, – очевидно, плохой вариант, способствующий технологической стагнации, которая, в свою очередь, ведет к экономической. Также понятно, что в таком случае чем выше постоянно растущий уровень роботизации других развитых стран, тем больше выражено технологическое отставание страны, выбравшей консервативный путь.

Выбор способа организации производства должен быть обоснован особенностями конкретного промышленного предприятия. Упрощенное представление может выглядеть так:



источник: KUKA

<u>Способ организации производства</u>	<u>Объем производственной партии</u>		<u>Производимая продукция</u>	
	БОЛЬШОЙ	МАЛЫЙ	ОДНОТИПНАЯ	РАЗНОТИПНАЯ
Конвейерное производство	✿		✿	
Цеховое производство		✿		✿
Матричное производство	✿			✿

Генри Форд воспользовался преимуществами конвейерного производства и, благодаря этому, добился величайших результатов как промышленник. Такая стратегия позволила ему достичь невероятных высот и прославила его на века. Таким образом, консервативный подход к производству, как правило, приводит ко вполне предсказуемым результатам, а следование инновационным тенденциям может вывести в мировые лидеры.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА:
Гузель Низамова

САМЫЙ ТОЧНЫЙ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР

Исследователи из Научно-исследовательского центра промышленных технологий Advanced Manufacturing Research Centre (AMRC) Шеффилдского университета, совместно со специалистами компаний Boeing, Aerospace Technology Initiative (ATI) и Electroimpact, модернизировали **промышленного робота** KUKA Titan так, что он теперь может совершать движения с рекордной на сегодняшний день точностью.

На манипулятор этого робота можно устанавливать сверлильную или фрезеровальную насадку и другие металлообрабатывающие инструменты, а использование таких роботов позволит снизить нагрузку на дорогостоящие высокоточные станки. Модернизированный робот имеет точность позиционирования не менее 100 микрон. Там, где требуется более высокая точность, робот может выполнять предварительную обработку, а окончательная доводка поверхности может быть выполнена высокоточным станком.



Источник фото:

TESLA ПОКАЗАЛА СВОЮ «ГОДЗИЛЛУ» — САМЫЙ БОЛЬШОЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ В МИРЕ

Официальный твиттер-аккаунт Tesla устроил виртуальную экскурсию по заводу Gigafactory, построенному в Берлине. Для производства электромобилей здесь используют несколько сотен промышленных роботов.

Роботы отвечают за окраску деталей, сварку автомобильных корпусов и их полировку. Кроме того, с помощью роботов детали электромобилей и сами машины перемещаются по заводу.

Некоторые роботы могут быть очень большими. Например, на Gigafactory используется «Годзилла», самый большой промышленный робот в мире. Мощности «Годзиллы» достаточно, чтобы перемещать корпуса автомобилей. По словам новостного портала Electrek, Tesla — не единственный автопроизводитель, использующий робота «Годзилла». Аналогичные машины, изготовленные специалистами компании Fanuc, есть и на заводах нескольких других корпораций.



ПЁТР СМОЛЕНЦЕВ



Мы ставим роботов не для того, чтобы уволить человека, а для того, чтобы сделать производство более защищенным и качественным, уменьшить себестоимость продукта и сделать его более конкурентоспособным



Компания: КУКА Роботикс
Дата основания: 1898 год
Дата открытия представительства в России: 2007 год

Пётр Смоленцев
Генеральный директор КУКА Роботикс

ЦРБТ:

Расскажите, пожалуйста, что представляет собой КУКА Роботикс сегодня? Какие появились сложности у российского представительства за последнее время? Какие существуют позитивные тенденции?

П. С. .:

КУКА Роботикс продолжает свою работу в России. Совет директоров компании принял решение не закрывать офис, потому что в РФ установлено огромное количество роботов КУКА, и наш долг — поддерживать их.

Мы налаживаем новые логистические цепочки для обеспечения сервиса и поддержки наших клиентов. Из-за того, что рынок роботов все-таки просел из-за ухода большого количества участников рынка, появились трудности получения робототехники напрямую, а у инвесторов появились опасения касательно вложений в новые технологии, что также имело свои последствия. При этом наш локальный сервис максимально автономен, и мы справляемся собственными силами — без поддержки глобального офиса.

Позитивная тенденция заключается в том, что после ухода иностранных интеграторов появилось много свободного пространства для отечественных. Российские интеграторы сейчас имеют большое количество вероятных заказов и большие перспективы на рынке при отсутствии внешних конкурентов. Мы видим, что они растут и качественно, и количественно. Начинается работа по экспорту: интеграторы начинают экспортировать роботизированные комплексы в страны СНГ, Китай и т. д.

ЦРБТ:

Какие краткосрочные и долгосрочные цели ставит перед собой КУКА Роботикс в России? Какие цели уже были выполнены?

П. С. .:

Нашей приоритетной целью было сохранение команды, потому что в международных компаниях основная ценность — это команда.

Вторая задача — это сохранение сервисного присутствия для обеспечения поддержки наших машин.

Одну из наших основных долгосрочных целей мы уже выполнили: на территории центральной Азии было создано отдельное подразделение, чтобы удовлетворить запросы русскоязычного рынка за пределами РФ.

ЦРБТ:

В линейке КУКА представлены мобильные роботы, оснащенные манипуляторами. В чем их особенность? С какими проблемами можно столкнуться при работе с ними?

П. С. .:

Если говорить о манипуляторе, который находится на платформе, то здесь мы упираемся в проблему с аккумуляторами. Хотя роботы сейчас намного энергоэффективнее, чем были раньше, они все равно потребляют большое количество энергии. Работать с маленькими роботами несложно, но если речь идет о роботе с грузоподъемностью

200–300 кг, то придется возить с собой целый чемодан батареек. Получается, что он неэффективен, потому что его нужно очень часто подзаряжать.



→ KMR iiwa

При работе с габаритными продуктами гораздо проще подвести изделие на платформе к роботу, чем робота на платформе — к изделию. В целом пока нет такого количества задач, чтобы в разработку подобных роботов вложили серьезные инвестиции. Я уверен, что, как только для них появятся массовые задачи, появится и новый тип аккумулятора.

Цель производителей — сделать максимально безопасного и простого для человека мобильного робота

Сейчас инвестиции в основном нужны для упрощения интерфейса, улучшения систем искусственного интеллекта, который должен самообучаться и реагировать на внешние раздражители. Цель производителей — сделать максимально безопасного и простого для человека мобильного робота. Для этого нужно увеличить чувствительность лидаров, делать более совершенный софт, чтобы они легче обучались, легче настраивались, быстрее внедрялись.

ЦРБТ:
Как передвигаются ваши мобильные роботы?

П. С.:

Изначально роботы двигались по магнитным лентам, затем использовались контрастные ленты, которые отличаются от пола. Следующий этап — датчики, например, в стенах, которые представляют собой радиометки. Они отправляют роботу информацию, куда ехать можно, а куда — нельзя.

С развитием технического зрения, искусственного интеллекта, а также с увеличением скорости обработки данных, у нас появились **лидары**, которые позволяют за счет лазерного сканирования пространства определять и анализировать, что находится перед роботом либо платформой. Такие же лидары стоят, например, на беспилотных такси. Задача, в принципе, та же самая: распознавать окружающую среду.



Лидар — (Light Detection and Ranging — обнаружение и определение дальности с помощью света) — технология измерения расстояний путем излучения света (лазера) и замера времени возвращения этого отраженного света на приемник.

Во время движения роботы держат связь с другими роботами, которые работают в том же рабочем пространстве, через центральный сервер

ERP-систему — это необходимо, чтобы не было столкновений, чтобы они не дублировали работу друг друга. Каждая тележка постоянно сканирует пространство и передает карту в систему управления флотом мобильных роботов.

ERP-система (Enterprise Resource Planning) – система для автоматизации бизнес-процессов компании. Она координирует поток данных между корпоративными бизнес-процессами, предоставляет единый источник достоверных данных и оптимизирует бизнес-процессы по всему предприятию. ERP-система объединяет финансы, цепочки поставок, бизнес-процессы, коммерцию, отчетность, производство и управление персоналом на единой платформе.

Платформы различаются между собой по средствам передвижения. Есть **колеса Илона**, которые управляются сервоприводами и позволяют тележке использовать различные траектории движения. Есть стандартные тележки, которые двигаются просто по рельсам, есть те, которые двигаются на резиновых колесах, поворачивающиеся, как обычный автомобиль, и так далее. В матричных производствах сейчас чаще всего применяются именно колеса Илона, которые имеют ряд преимуществ:

Колесо Илона (Шведское колесо) — роликонесущее колесо, позволяющее транспорту двигаться в любом направлении.

- позволяют обеспечить высокую точность подхода тележек к месту;
- имеют недоступную для стандартных колесных платформ траекторию движения, например, боком и наискосок, с возможностью вращения вокруг своей оси при этом;
- обладают высокой устойчивостью при работе с бетоном;
- просты в обслуживании — в них просто меняются ролики.

Их минус состоит в том, что они не могут выехать на жесткий рельеф — например, на асфальт. Пыль, мелкие камешки, которые прилипают к этим колесам, приводят к понижению точности и снижению ресурса.

В итоге получается, что сама конструкция тележки довольно простая, самое ценное в ней — это софт, который управляет движением платформы в полностью автономном режиме. По сути это автопилот (ИИ), который сейчас разрабатывают наши отечественные команды Яндекса, Сбера и Иннополиса для автомобилей.

ЦРБТ:
Были ли случаи травмирования людей на производстве при взаимодействии именно с мобильными роботами?

П. С.:

О таких случаях в России я не знаю. В основном все, что происходит, связано с промышленными роботами-манипуляторами. Тележки слишком большие, чтобы их не заметить, к тому же они двигаются достаточно медленно, что позволяет успеть среагировать на любую опасность. На производстве КУКА используются, например, автономные погрузчики, которые перевозят тяжелых роботов весом до пяти тонн. Они работают уже давно, ездят быстро, но способны вовремя затормозить в экстренной ситуации. Они способны увидеть человека за пять-шесть метров. Если человек идет такому погрузчику навстречу, он сбрасывает скорость и едет очень медленно до тех пор, пока человек не отойдет. Дальше погрузчик снова разгоняется. Это все работает, и работает безопасно. На самом деле именно на этих погрузчиках наши разработчики обучали ИИ в действующем производстве — этот ИИ потом начал использоваться в мобильных роботах.

ЦРБТ:
Использует ли внешний софт в роботах КУКА?

П. С.:

В 2015 году КУКА приобрела финскую компанию Visual Components, на базе которой была создана платформа для создания **цифровых двойников**. Применение цифровых двойников (или **цифровых теней** — более простого и дешевого варианта) позволяет осуществлять программирование роботов, движение платформ, движение роботов, движение конвейера и всего производственного цикла в целом и даже целого предприятия, а также моделировать жизненный цикл продуктов и так далее.

Цифровой двойник — цифровая копия физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать бизнес, описывающая процессы и взаимосвязи как на отдельном объекте, так и в рамках целого производства.

Цифровая тень, в отличие от цифрового двойника, способна предсказать поведение реального объекта только в тех условиях, в которых осуществлялся сбор данных.

↓ KUKA omniMove





Сейчас существует огромное количество инструментов для программирования тележек, роботов, и так далее. Программирование с пульта — это вчерашний день, в будущем пульт останется как интерфейс для создания простых операций. Все остальное нужно будет делать в разработанной среде — тенденция складывается именно такая. Интерфейс и операционная система новых моделей роботов уже очень близки к смартфонам. Выглядит это максимально просто и юзер-френдли. А если нужно сделать что-то серьезное с применением технического зрения, для этого есть отдельный софт или надстройки над основным интерфейсом, где есть библиотеки для программирования камер, робота, конвейера и так далее.

Но в силу того, что сейчас наблюдается недостаток программистов, появился такой подход, как **zero coding**. Это же происходит и для роботов. Производители коллаборативных роботов уже пришли к этому, а производители промышленных — пока идут. Промышленные роботы намного сложнее и намного более опасны, поэтому разработка такого интерфейса занимает много времени и требует кучи тестов в нестандартных ситуациях. Это в первую очередь — маркетинг: чем легче робот программируется, тем больше его будут покупать, потому что любой человек сможет в нем разобраться.

Zero coding (от англ. "zero" — ноль) — подход к созданию различных IT-продуктов с помощью уже готовых шаблонов, инструментов моделирования и графического интерфейса без написания кода.

ЦРБТ:
Как Вы считаете, почему мобильная робототехника становится популярнее с каждым днем?

П. С.:

Потому что, например, без мобильной робототехники невозможно матричное производство.

Концепт матричного производства заключается в том, что вы устанавливаете ячейки, и каждая ячейка соответствует тому технологическому процессу, который отвечает за конкретное свойство итогового продукта.

Наглядный пример — автомобили. В автомобилях есть огромное количество опций, которые вы выбираете у дилера. Конфигуратор на сайте производителя уже включает в себя элементы команд для матричного производства. Когда вы выбираете свой автомобиль, тип коробки передач, цвет салона, формируется некий протокол, и итоговая конфигурация автомобиля становится техническим заданием для завода. Конфигурация поступает в ERP-систему завода и отправляет команды цехам. Система понимает, что заказ должен пройти по своему маршруту, но чтобы провезти его по этому маршруту, нам необходима мобильная платформа.

К матричному производству пришли постепенно: раньше автомобиль выводился из общего конвейера и становился либо на параллельную ветку, либо в отдельный цех, где на него вручную устанавливали опции из выбранного пакета. Таким образом, у конвейера начали появляться дополнительные элементы, и в конце концов, производители пришли к тому, что проще составить конвейер из матричных элементов.



→ KMR 1500

Тогда встал вопрос, как перемещать большое количество инструментов, оснастки, ресурсов, как перемещать сам продукт. Так появилось два вида матричного производства. Первый — где продукт посещает каждую ячейку и в ней получает дополнительное свойство.

Второй вариант — если продукт слишком большой, он остается на месте, и к нему подвозят платформы. Первое матричное производство представляло собой именно такой вариант, потому что основной проблемой мобильных платформ изначально были аккумуляторы: в маленькую тележку невозможно было установить аккумуляторы, которые могли бы обеспечить хотя бы четыре часа работы. Такое производство часто используется в авиастроении, например, в Боинге и Аэробусе используются наши AGV-платформы грузоподъемностью 45 тонн для подвода к фюзеляжам многоэтажной оснастки с инструментом, например, для клепальной операции.

То есть теория матричного производства была разработана давно, но из-за технологических ограничений, в основном связанных с аккумуляторами, реализация стала возможна существенно позже. Когда проблема с аккумуляторами была решена, началось активное развитие этого производства.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, о первых матричных производствах?

П.С.:

К этой концепции пришли сразу несколько компаний. Первая компания, которая внедрила на свои фабрики матричное производство, — это Audi. Завод Audi в Германии был использован для проверки концепта. Там была создана первая ячейка матричного производства. Интересный факт: именно в этой ячейке были впервые применены удивительные на тот момент промышленные квадрокоптеры для доставки руля со склада на пост его монтажа. Это было задолго до того, как использование квадрокоптеров стало повсеместным.

Первой из IT-компаний разрабатывать такой концепт на основании своего софта начала компания Siemens. Она пошла дальше, начав работать над контроллерами. Позже к этим компаниям присоединилась SAP, которая начала разрабатывать ERP-систему, и KUKA, которая начала разрабатывать концепты малых мобильных платформ и софта для их автономного движения. Позже эти немецкие компании стали соавторами концепций Индустрии 4.0, которая стала стандартом развития цифровой экономики Германии в 2012 году и распространилась по всему миру.

«**Собрать робота из тех же компонентов, что и у KUKA, — можно, но сделать так, чтобы он двигался, как у KUKA, — очень трудно**»

KUKA просто поддержала складывающуюся тенденцию. По сути, это уже было заложено внутри самого проекта индустрии 4.0, в разработке которого принимала участие KUKA. В рамках проекта многие немецкие компании планировали осуществить снижение себестоимости продуктов и увеличение гибкости производства. К этому

времени европейские потребители были уже “избалованы” опциональностью продукта — каждому нужно было предложить уникальный, кастомный товар, который конвейерное производство сделать не могло. При этом чем больше опций выбирал потребитель, тем дороже получался продукт. Получается, матричное производство появилось в результате своеобразной “эволюции”, потому что все искали решение этой задачи.

ЦРБТ:
Как развивалось матричное производство?

П.С.:

Самые первые элементы матричного производства начали появляться в 1970-х годах на заводах по производству бытовой техники. Потом появились автоматические склады, где на рабочее место человека доставлялась необходимая запчасть. После изобретения “правильных” аккумуляторов мобильные роботы стали панацеей, которая помогла реализовать концепт матричного производства. Сейчас мобильные роботы переживают бурное развитие, потому что их производство стало проще и дешевле.

ЦРБТ:
С какими сложностями могут столкнуться те, кто использует концепцию матричного производства?

П.С.:

Среди значимых проблем, с которыми столкнулась промышленность, можно упомянуть управление огромным флотом тележек. Кроме построения траекторий на больших площадях, мобильным платформам нужно взаимодействовать с людьми и другими машинами: то есть стал необходим **интернет вещей**. В итоге благодаря компании Siemens

Интернет вещей — концепция сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.



KMR QUANTEC

появился первый промышленный интернет вещей — протокол **Profinet**, — который стал работать по Wi-Fi. Но чтобы это заработало, нужно было внедрить большое количество новых технологий. Здесь производители уперлись в необходимость иметь большие вычислительные мощности. Некоторые заводы для управления матричным производством используют арендные

PROFINET (Process Field Network — сеть полевого уровня) — открытый промышленный стандарт для автоматизации от ассоциации Ethernet PROFIBUS & PROFINET International (PI).

вычислительные мощности, потому что поставить себе такое оборудование очень дорого, к тому же его нужно постоянно обслуживать. Существует еще одна сложность: софт самой тележки, в частности, то, как она самообучается, как она перемещается, как она строит свою траекторию движения. Эта проблема решается производителями разных мобильных платформ по-разному. Софт как раз является конкурентным преимуществом производителей. То же самое и с роботами: сейчас основным преимуществом робота является не то, из чего он сделан, а то, как он управляется. Например, роботы ведущих производителей двигаются гораздо плавнее, чем роботы менее продвинутых компаний. Именно это управление машинами, также, как и управление данными, является интеллектуальной собственностью, за которой охотятся производители роботов. Различиями в софте объясняется и разница в цене. Собрать робота из тех же компонентов, что и у КУКА, — можно, но сделать так, чтобы он двигался, как у КУКА, — очень трудно. Для этого нужны десятки лет опыта, наработок, ошибок, экспериментов. С мобильными платформами мы находимся сейчас в том же положении: основное количество времени, денег и ресурсов тратится на софт этих платформ.

ЦРБТ:

Есть ли признаки того, что к российским производствам постепенно приходит осознание необходимости автоматизации? Что ожидает российский рынок в будущем?

П. С.:

На самом деле, это сложный вопрос, который по большей части относится именно к менталитету нашего рынка.

« **На момент, когда произошла перестройка, СССР был одним из лидеров по внедрению роботов. По этому показателю мы соперничали с Японией, с Германией, с США**

В случае с нашей страной основной проблемой являлись кадры. На момент, когда произошла перестройка, СССР был одним из лидеров по внедрению роботов. По этому показателю мы соперничали с Японией, с Германией, с США. Но после перестройки нам следовало, как и всем остальным перечисленным странам, обучить инженеров внедрять роботизированные системы в существующие производства, однако этого не было сделано.

К руководству предприятиями пришли люди, которые не учились внедрять роботов. Поэтому, когда у предприятия не хватает ресурсов для выполнения большого количества заказов, оно просто нанимает новых сотрудников, даже не задумываясь о возможности роботизации.



→ KMP 600-S diffDrive

Из-за того, что у нас внедряется небольшое количество роботов, у нас очень мало интеграторов — около 50. Все они сталкиваются с одной и той же проблемой: когда интеграторы приходят на предприятия, они первым делом начинают продавать идею робота, потому что никто не знает, что это такое, и только спустя несколько месяцев они убеждают заказчика, что робот может что-то поменять.

Поэтому сейчас важно распространять идею роботизации. Так, в рамках нацпроекта **“Производительность труда”** была создана образовательная программа для руководителей предприятий — “лидеры производительности”, в которой и мы принимали участие. Это — попытка изменить мнение руководителей предприятий, которые должны понимать, что роботы — это такой же инструмент, как, например, отвертка.

В рамках нацпроекта “Производительность труда” Федеральный центр компетенций и созданные в 60 регионах центры компетенций помогают компаниям внедрять бережливое производство, совершенствовать управление, логистику и сбыт продукции.

« **Во все времена кризис был толчком к автоматизации** »

Однако в целом я настроен оптимистично: я считаю, что российский рынок ожидает рост спроса на роботизацию и автоматизацию. Те, кто раньше даже не задумывался об этом, сейчас поняли, что это позволит решить огромное количество проблем. Поэтому мы полагаем, что российские интеграторы станут сильнее, а сам рынок восполнит дефицит роботов в ближайшие год-два за счет новых китайских брендов.

Во все времена кризис был толчком к автоматизации. Роботы применяются везде, начиная от медицины и заканчивая развлечениями, меняются лишь их инструменты. Многие страны поняли это еще в 1990-х годах. Большое количество стран приняло специальные законы, которые упрощают внедрение робототехники в промышленность. Таким образом, государство повышает производительность

В течение нескольких десятилетий KUKA занималась производством газа для освещения улиц, сварочного оборудования, коммунальной техники. Так, в Венгрии контейнеры для мусора до сих пор называются словом "kuka": название появилось, когда мусор с улиц города стали забирать специальные мусоровозы, разработанные этой компанией.



Человеческий труд дорожает каждый год — в развитых странах людям просто хочется жить в свое удовольствие

труда по стране, как следствие, усиливает защиту своей экономики и повышает ее эффективность.

Это стало очевидно во время пандемии COVID-19, когда большое количество сотрудников не могло выйти на работу. В итоге на производстве уходили на карантин целые производственные ячейки, состоящие из людей. Это привело к тому, что производства, где использовался преимущественно ручной труд, ощутили просел, а после пандемии им было тяжело вернуться к прежним темпам. В то же время тем, кто автоматизировал свое производство полностью или хотя бы частично, не пришлось закрывать его и они почти не снижая темпов производства прошли все локдауны. Столкнувшись с этой проблемой в период пандемии и после нее, промышленность в России тоже, наконец, поняла, что такое роботы и в чем преимущество роботизации и автоматизации.

ЦРБТ:
В чем видят основные плюсы автоматизации и роботизации сами предприятия, особенно крупные, которые идут на этот шаг?

П. С.:

На самом деле, в России крупные компании в последнюю очередь автоматизируют свои производства, потому что это — монополисты, и конкуренции у них почти нет.

Если же речь идет о конкурентном рынке, то здесь роботы прежде всего появились в автомобилестроении: например, АвтоВАЗ подписал контракт с KUKA еще в 1986 году, что стало началом автоматизации его производства. Нужно было делать дешево и много, лучше чем конкуренты, производить товары на экспорт. Поэтому именно отрасли с высоким коэффициентом конкуренции в первую очередь автоматизируют свои процессы. В нашей стране драйверы — это участники малого и среднего бизнеса.

Человеческий труд дорожает каждый год — в развитых странах людям просто хочется жить в свое удовольствие. Это неизбежно происходит с ростом качества жизни. Это ведет к тому, что большие предприятия не могут конкурировать с производствами, находящимися в Китае,

Индии, Индонезии, Малайзии, как раз из-за того, что там используют дешевую рабочую силу. Ей можно противопоставить только дешевую автоматизацию, которая уменьшает себестоимость производства. Именно поэтому компании, которые представлены на конкурентном рынке, и автоматизируют свои производства. Поэтому в основном роботы покупает средний и малый бизнес, где тяжело найти сотрудников и где руководство понимает экономическую эффективность автоматизации. Большим корпорациям проще нанять огромное количество людей или поглотить существующий бизнес.

ЦРБТ:
Может ли роботизация привести к негативным последствиям?

П. С.:

Есть большой миф, который ходит по всему миру, что роботы забирают рабочие места. На самом деле это неправда. Проводились специальные исследования, и ни одно из них не показало, что коэффициент безработицы в стране связан с количеством роботов. Такие исследования проводились в США, Японии и Германии. Эксперты всегда приходили к тому, что, напротив, количество внедренных роботов увеличивает количество рабочих мест.

Самый интересный пример был в Америке: роботы были внедрены на производство игровых автоматов для казино. В результате появилось более миллиона рабочих мест. Когда мы внедряем роботов на предприятия, то предприятия начинают производить большее количество продукта, а сам продукт становится более качественным и более дешевым. Соответственно, этот продукт на рынке начинает пользоваться большим спросом. Появляется больше клиентов, а значит, требуется больше работников, чтобы удовлетворить этот спрос. Получается, что один робот может добавить до нескольких сотен рабочих мест. Мы ставим роботов не для того, чтобы уволить человека, а для того, чтобы сделать производство более защищенным и качественным, уменьшить себестоимость продукта и сделать его более конкурентоспособным.



Производить роботов можно сколько угодно, но это бесполезно, если нет тех, кто умеет их внедрять



ЦРБТ:

Что нужно предпринять нашей стране, чтобы повысить текущий уровень роботизации и автоматизации?

П. С. .:

Наверное, понять, насколько важны роботы. Когда-то в России поняли, что IT – это круто. Появились Сколково, Иннополис, IT-школы, Яндекс и так далее. По сути, следующее, что нужно было сделать – переходить к автоматизации и роботизации производств. Обе технологии – и роботизация, и IT – они кроссплатформенные, и они увеличивают производительность

Название KUKA является аббревиатурой, составленной из первых букв фамилий ее создателей и города, где был открыт их первый завод по производству ацетилена (Keller und Knappich Augsburg — Келлер и Кнаппих, Аугсбург).

труда во всех сферах хозяйственной деятельности человека, а значит и в общем в экономике. Роботизация производств, как и их цифровизация, – это макроэкономическая панацея.

Кроме этого, производить роботов можно сколько угодно, но это бесполезно, если нет тех, кто умеет их внедрять. Значит, нам нужны интеграторы. Чтобы они могли успешно работать, нужно создать для таких компаний хабы, где они могут развиваться, предложить схему упрощенного налогообложения,

специальные кредиты на развитие. При этом предприятия нужно мотивировать на покупку роботов и создавать выгодные условия для их установки. Было бы здорово объединить эти процессы: например, предоставлять выгодные условия кредита, если компания приобретает решение у отечественного интегратора. Соответственно, интегратор получает заказ и растет, предприятие получает робототехнику, у него растет производительность. Мы убиваем двух зайцев: развиваем и компанию, которая производит продукт, и компанию, которая внедряет роботов.

Еще один важный момент – это подготовка кадров, об этом я уже говорил выше. Все учебные заведения, которые выпускают инженеров технических специальностей, должны иметь отдельный предмет по тому, как внедрять роботов, вне зависимости от того, какой вид производства. Тогда, я думаю, все получится.

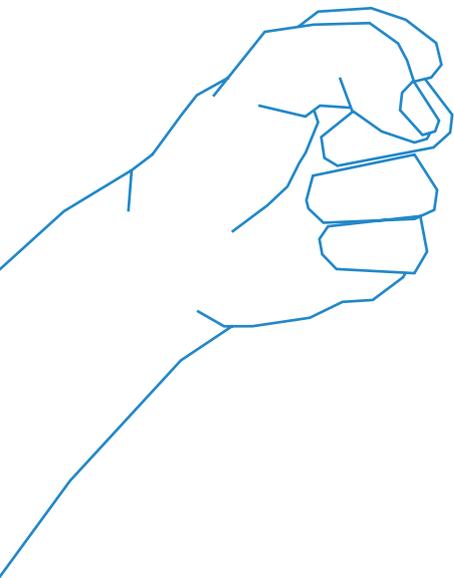
Среди продукции компании KUKA были, в том числе, пишущие машинки и вязальные автоматы.

Источник всех изображений: официальный сайт KUKA



МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛИ: Алина Винова, Лейсан Василова, Гузель Низамова

6 ПРИЧИН, ПОЧЕМУ РОБОТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА — ВАЖНЫЙ ФАКТОР МИРОВОГО ЛИДЕРСТВА ГОСУДАРСТВА

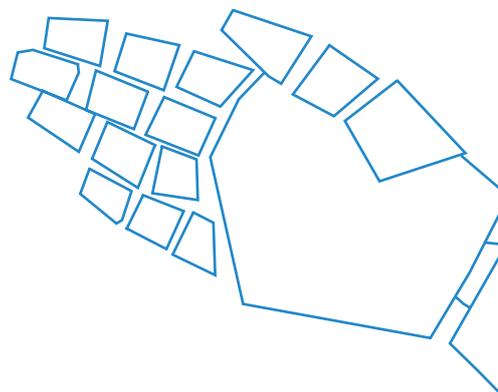


1 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА

Известно, что наиболее экономически развитые страны стремятся к роботизации производств. Очевидно, основная цель этого — повысить экономическую эффективность, сохранив экономическое и технологическое превосходство. Опыт и предпочтения этих стран, таким образом, можно использовать в качестве ориентира, к которому нужно стремиться.

Как роботизация способствует экономической выгоде?

- Роботы помогают усовершенствовать технологический процесс, благодаря чему снижается стоимость единицы товара, а также увеличивается производительность.
- Роботы способны поддерживать высокий уровень качества производимых объектов благодаря точности и стабильности производственного процесса на роботизированных предприятиях — как следствие, снижается уровень брака и отходов, повышается эффективность производства.



2 ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ОБРАЗОВАННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Образованность населения — важный фактор экономического и социального развития страны. Именно высококвалифицированные люди вносят наибольший вклад в развитие критически важных для государства отраслей. Если рассматривать первую десятку стран с наибольшей плотностью роботизации, можно отметить, что вузы почти всех этих стран представлены в **топ-100 вузов** мира по данным ежегодно публикуемого рейтинга университетов QS World University Rankings.

Пандемия COVID-19 стала одним из стимулов для развития образовательной робототехники — междисциплинарного направления, которое популяризирует робототехнику и помогает подготовить будущие инженерные кадры.

Как роботизация способствует повышению уровня образованности населения?

- Роботизация позволяет освободить сотрудников от изматывающих рутинных задач, чтобы они могли заниматься более квалифицированным трудом. Это может подтолкнуть людей повысить уровень знаний или получить новую, более востребованную специальность.
- В будущем ожидается внедрение роботов-учителей: такие разработки уже ведутся, и их реализация остается лишь вопросом времени. Беспристрастность и объективность таких учителей могут значительно повысить уровень качества образования.

Согласно результатам опроса ВЦИОМ (Всероссийского центра изучения общественного мнения), проведенного в 2021 году, люди с неполным и полным высшим образованием относятся к роботизации более благосклонно, чем не обучавшиеся в вузах респонденты.

3 ПОВЫШЕНИЕ ОБОРОНОСПОСОБНОСТИ ГОСУДАРСТВА

Опыт кровопролитных конфликтов всегда вынуждал человечество искать пути сражаться с противником, соблюдая определенные правила, и пытаться минимизировать сложно восполнимые человеческие потери. Сегодня одним из таких путей является роботизация, что способствует возрастанию интереса к роботам и робототехническим комплексам военного назначения.

Создание эффективных робототехнических комплексов для военных целей позволит странам укрепить свою военную силу, а значит и упрочить положение на мировой арене.

Как роботизация способствует повышению обороноспособности государства?

- Военные роботы могут выполнять широкий круг задач: разведка, разминирование, ведение непосредственно боевых действий.
- Роботы способны работать в сложных для человека условиях, в том числе в воздухе и воде.
- Подобные комплексы обычно управляются удаленно с помощью видеосвязи, что позволяет сократить количество человеческих потерь.
- Роботизированные средства поражения способны работать с высокой точностью, эффективно нанося урон противнику, и минимизируя при этом число жертв среди мирного населения.
- Сейчас ведутся работы по внедрению ИИ (искусственного интеллекта) в боевых роботов: это позволит роботам эффективнее приспосабливаться к нестандартным условиям.

4 УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

Наиболее выгодная стратегия развития страны предполагает, в частности, повышение уровня жизни ее населения. Так, в странах с низким уровнем жизни люди озабочены в основном вопросами выживания, что не способствует развитию таких государств.

Как роботизация способствует увеличению продолжительности жизни населения?

- Роботизация способствует высвобождению человеческих ресурсов из отраслей, не требующих высокой квалификации. Это приводит к повышению уровня конкуренции в критически важных для жизни и здоровья человека отраслях, увеличивая, таким образом, качество оказываемых услуг.
- Роботы, выполняющие за людей вредную, тяжелую и опасную работу, позволяют сохранить жизнь и здоровье людей.
- В медицине уже применяются роботы-хирурги, выполняющие малоинвазивные операции; роботы-диагносты, которые опрашивают пациента и для определения диагноза обращаются к своей обширнейшей базе данных; нанороботы, которые прицельно уничтожают раковые клетки.
- Важное преимущество медицинской робототехники – сокращение времени, необходимого для выполнения процедуры, что позволяет ускорить диагностику и лечение.
- Роботы повышают безопасность медицинских манипуляций благодаря снижению риска заражения и нанесения физических травм пациенту.

5 ЭКОНОМИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ, ЗЕМЕЛЬНЫХ И ДРУГИХ РЕСУРСОВ

Благодаря тому, что роботизация позволяет более разумно распоряжаться ресурсами, производства становятся более экономичными и прибыльными, а высвободившиеся площади могут быть использованы для других целей.

Как роботизация способствует экономии производственных и земельных ресурсов?

- Небольшие габариты и разные варианты размещения современных роботов позволяют располагать их наиболее эргономично, благодаря чему производство можно организовать максимально компактно.
- Роботизированные производства отличаются повышенной гибкостью: они могут быть быстро подстроены под разные процессы, благодаря чему можно обойтись меньшим количеством оборудования.
- Роботы, в отличие от людей, способны работать не только без перерывов и выходных, но и в неблагоприятных и опасных условиях – они менее требовательны к рабочей среде: им не требуются дополнительные помещения для приема пищи или отдыха, они могут работать при более низких/высоких температурах и в условиях низкой освещенности, что позволяет экономить на энергоресурсах.
- Роботы способны более эффективно управлять оборудованием, уменьшая количество потребляемого машинами топлива.

6 ЭКОЛОГИЯ

Преимущества роботизированных производств способствуют тому, что они становятся экологичнее традиционных, поскольку в большинстве случаев роботизация предполагает оптимизацию целого ряда процессов.

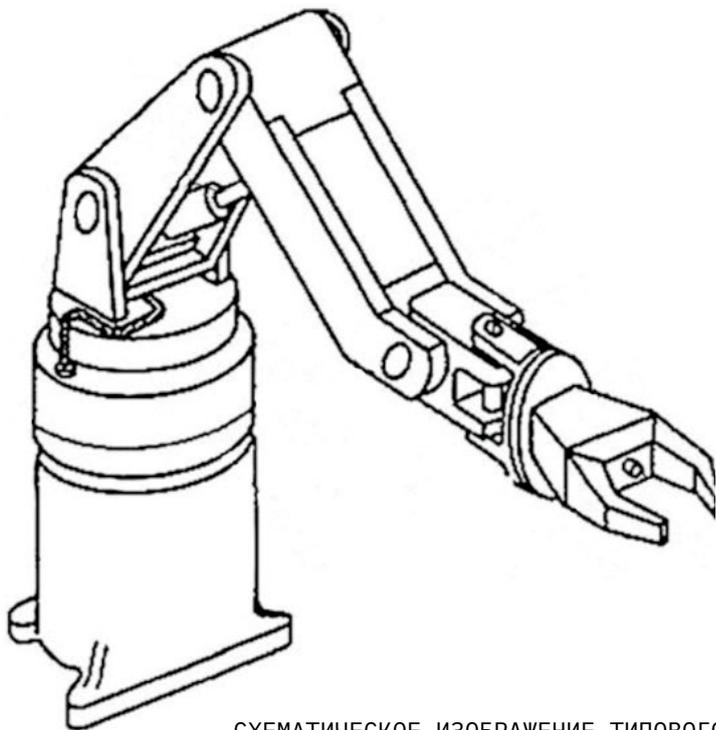
Как роботизация способствует улучшению экологической ситуации?

- Благодаря оптимизации производственных процессов уменьшается количество затрачиваемых непосредственно на производстве энергии и ресурсов.
- Роботизация заменяет низкоквалифицированный человеческий труд, а также способствует минимизации человеческого присутствия работников высокой квалификации. Все это приводит к тому, что значительно сокращаются выбросы при использовании работниками транспорта.
- В будущем они смогут стать важными инструментами для исследования окружающего мира. Труднодоступные ранее районы смогут исследовать направляемые туда дроны, которые будут бережно собирать уникальные данные, не вмешиваясь в экосистему.
- Роботы могут использоваться для более эффективной переработки материалов, они сокращают количество отходов и позволяют сохранять природные ресурсы.

Роботы-сортировщики с искусственным интеллектом могут внести вклад в переработку и сортировку мусора: они обрабатывают изображения мусора и способны идентифицировать различные виды пластика или бумаги, позволяя сократить количество остатков, которые отправятся на свалки, а также отстранить людей от потенциально опасной работы.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА: Лейсан Василова

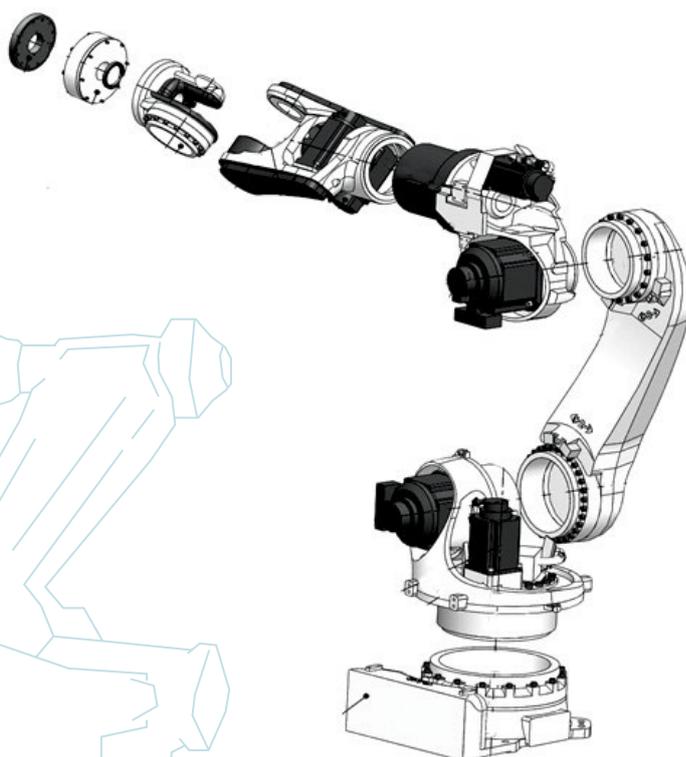
ПРОИЗВОДСТВО КОМПЛЕКТУЮЩИХ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В РФ



СХЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ТИПОВОГО
ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

▶ Любой робот, и робот-манипулятор не исключение, — это технически сложное устройство, для производства которого требуются особые условия. В нашей стране компаний с такими производствами, выпускающих роботизированные устройства, пока относительно немного.

▶ В условиях нестабильной мировой экономики становится актуальным вопрос импортозамещения и импортонезависимости. Это касается как производства в целом, так и промышленной робототехники в частности. В материале мы рассмотрим, какие комплектующие для роботов доступны у отечественных производителей уже сейчас, а каких пока не хватает, чтобы с нуля произвести робота «made in Russia».



ПРОИЗВОДИТЕЛИ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ДЛЯ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ В РОССИИ

KIPPRIBOR



О компании: KIPPRIBOR – российская компания–производитель современных, широко применяемых в общепромышленной сфере, элементов автоматики.

Год основания: 2005

Что производит? — Шаговые двигатели

Шаговые двигатели – это двигатели, преобразующие управляющий сигнал в виде последовательности импульсов в пропорциональный числу импульсов фиксированный угол поворота. Они могут применяться, например, в конструкции роботов-манипуляторов, где требуется точное позиционирование исполнительных устройств и механизмов.

Основное достоинство шагового двигателя – это дешевизна и простота управления. Точность позиционирования ротора такого двигателя обеспечивается его механикой. После подачи управляющего импульса на драйвер ротор двигателя совершает поворот на угол, равный величине углового шага. Кроме того, существует серия шаговых двигателей KIPPRIBOR, которые могут работать в микрошаговом режиме. В таком режиме питание обмоток электродвигателя осуществляется не полным током, а определёнными его значениями, благодаря чему вал может фиксироваться между шагами в промежуточных положениях.

МИКРОН



О компании: Микрон (ранее также НИИМЭ и Микрон) – российская компания, производитель интегральных схем. Крупнейший производитель и экспортер микроэлектроники в России, центр экспертизы и технологический лидер российской полупроводниковой отрасли.

Год основания: 1959

Что производит? — Микроконтроллеры

Отечественный 32-битный RISC-V микроконтроллер носит название МК32АМУР (МК – микроконтроллер, 32 – количество разрядов). Он обладает встроенной криптозащитой и ускорителем симметричной криптографии.

Криптозащита – это использование средств шифрования данных и сложных алгоритмов кодирования для защиты информации.

Симметричная криптография – способ шифрования, в котором для шифрования и дешифрования применяется один и тот же криптографический ключ.

Асимметричная криптография – это тип шифрования, в котором применяется ключ для шифрования информации, но он не является ключом, используемым для расшифровки информации.

Производитель заявляет, что микроконтроллер обладает характеристиками, делающими возможной его работу для использования в критической инфраструктуре, в частности, на объектах с высокими требованиями к безопасности. МК32АМУР имеет ядро RISC-V 32-бита, 32 регистра, с умножителем, отладчиком JTAG и контроллером прерываний.

JTAG (Joint Test Action Group) – название рабочей группы по разработке стандарта IEEE 1149 и разработанный ею специализированный аппаратный интерфейс на базе стандарта IEEE 1149.1.

СЕРВОСИЛА



О компании: компания Сервосила производит волновые редукторы, контроллеры бесколлекторных двигателей, сервоприводы, роботы и программное обеспечение с искусственным интеллектом.

Год основания: 2013

Что производит? — Волновые редукторы

Волновые редукторы производства компании Сервосила отличаются малой массой и компактными размерами при обещанной высокой эффективности использования. Все модели приводов Сервосила созданы на основе волновых редукторов собственного производства. По заявлению производителя, использование волновых редукторов Сервосила гарантирует минимальный люфт, высокую кинематическую точность и минимальную массу при заданном коэффициенте редукции.

Что производит? — Контроллеры электродвигателей

Контроллеры электродвигателей – это встраиваемые блоки управления для сервоприводов и тяговых электроприводов на основе коллекторных или бесколлекторных синхронных двигателей. Контроллеры превращают любой электродвигатель в сервопривод или в интеллектуальный тяговый электропривод.

Контроллеры предназначены для управления электродвигателями в сочетании с различными энкодерами положения вала или без них. Для подключения к управляющим компьютерам АСУ (автоматизированной системы управления) или к бортовым системам управления контроллеры предоставляют интерфейсы управления CAN и USB.

CAN (Controller Area Network) – стандарт промышленной сети, ориентированный, прежде всего, на объединение в единую сеть различных исполнительных устройств и датчиков.

USB (Universal Serial Bus) – последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике.

СКБ-ИНДУКЦИЯ



О компании: СКБ-Индукция – компания, которая с первых дней работы была ориентирована на выпуск широкой номенклатуры датчиков (бесконтактных выключателей): индуктивных, оптических, ёмкостных, герконовых.

Год основания: 2004

Геркон (ГЕРметичный КОНтакт) представляет собой магнитоуправляемый контакт, меняющий своё состояние при воздействии на него магнитного поля.

Что производит? — Датчики (оптические, температуры, направления движения, положения и др.)

Оптические датчики – это электронные устройства с оптической системой. Излучение позволяет системе обнаруживать объекты в момент, когда излучение прерывается или отражается.

ЗЕЛЕНОГРАДСКИЙ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР



О компании: Зеленоградский нанотехнологический центр обеспечивает полный цикл разработки и производства микросхем и датчиков физических величин для промышленных применений. Приоритетным направлением деятельности компании является развитие современных технологий производства и разработка перспективной высокотехнологичной продукции.

Год основания: 2010

Что производит? ————— Энкодеры

Энкодер – датчик угла поворота, который, отправляя электрические сигналы, способен вывести угловое положение вала и направление его вращения. Энкодеры применяются там, где необходимо точно отследить параметры вращения механизмов.

АДЛ



О компании: Сегодня компания АДЛ занимает лидирующее положение в области разработки, производства и поставок инженерного оборудования для секторов жилищно-коммунального хозяйства и строительства, а также технологических процессов различных отраслей промышленности.

Год основания: 1994

Что производит? ————— Шкаф управления

Шкаф управления – это устройство, включающее в себя различные элементы измерения, контроля и управления объектом. Наполнение корпуса такого шкафа может меняться в зависимости от требований, предъявляемых к объекту управления и отрасли, в которой он будет применяться. АДЛ производит шкафы управления “Грантор”, наполнение которых зависит от задач заказчика. Они собираются на собственном заводе компании АДЛ в Коломне.

СЕРВОТЕХНИКА



О компании: «Сервотехника» – многопрофильная промышленная компания, специализирующаяся на разработке, выпуске и поставке заказчику широкой номенклатуры серво- и мехатронных компонентов, а также выполняющая разработку и внедрение проектов в области автоматизации производства.

Год основания: 1998

Что производит? ————— Сервоприводы

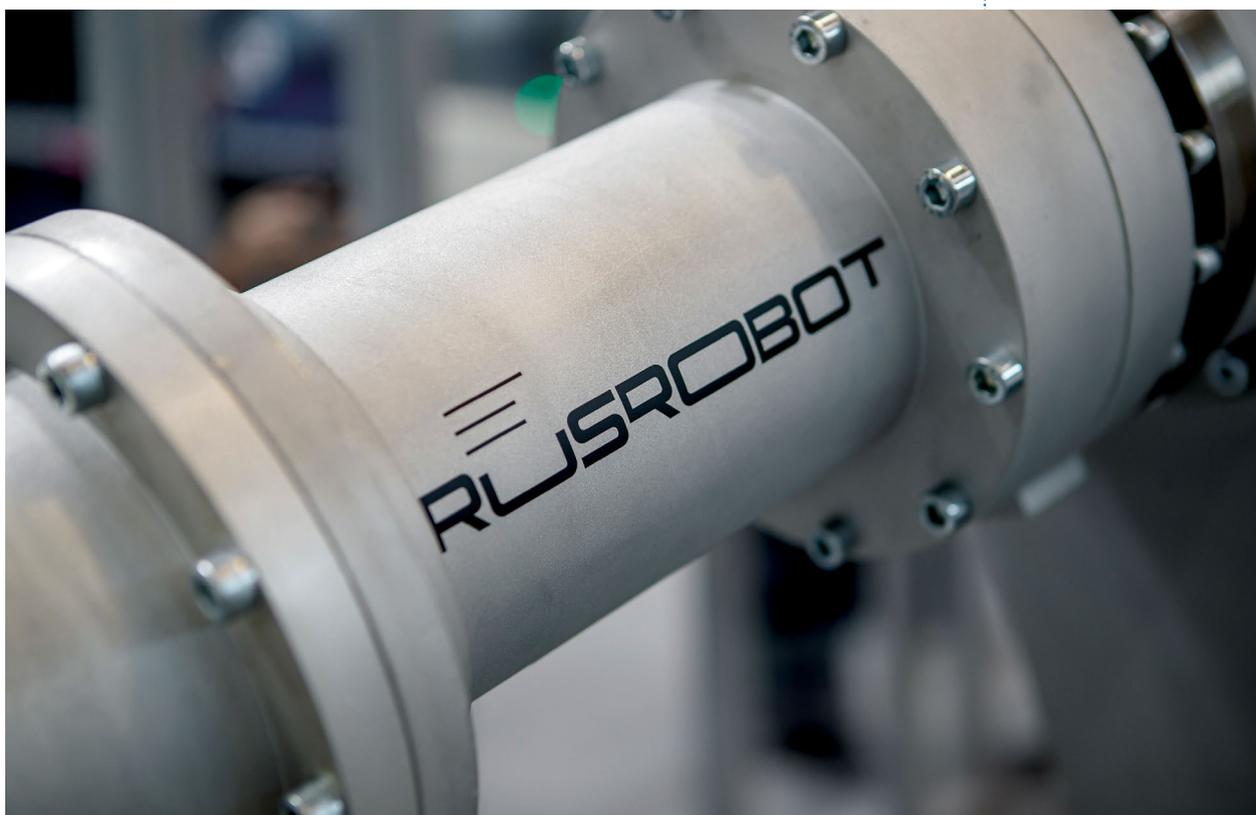
Интеллектуальный шаговый сервопривод (СПШ) – это высокопроизводительный сервопривод с векторным управлением по скорости и моменту. Этот сервопривод является уникальной разработкой сотрудников компании “Сервотехника”. Основной сферой его применения является промышленность, в частности, узлы, где нужно перемещать и распределять полезную нагрузку с максимальной точностью.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА: Лейсан Василова

В ЧЕЛЯБИНСКЕ ПОСТРОЯТ ЗАВОД ПО ВЫПУСКУ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

ООО «Русский робот» начало строить в Челябинске завод по выпуску промышленных роботов-манипуляторов мощностью до 600 штук в год. Об этом журналистам сообщил депутат Госдумы, председатель комитета по защите конкуренции Валерий Гартунг.

«Уже забиваются первые сваи для строительства завода роботов, который в случае запуска — это примерно первый квартал следующего года — выйдет на 600 штук в год. Это — проектная мощность. Думаю, потребность к тому моменту будет гораздо больше. Спрос колоссальный», — сказал депутат. Он также прибавил, что один робот может заменить 8 работников.



Источник фото: сайт Челябинского кузнечно-прессового завода

МАКСИМ ФУРМАН



Я всегда говорил и буду говорить, что роботизировать и автоматизировать можно практически любой процесс, вопрос лишь в целесообразности и окупаемости



Компания: ООО «Роботех»
Дата основания: 2019 год

Максим Фурман
Основатель компании ООО «Роботех»

ЦРБТ:

Расскажите, пожалуйста, о компании «Роботех», с чего началась ее история? Почему вы начали выпускать именно промышленных роботов?

М.Ф.:

Компания «Роботех» создана в 2019 году в городе Пермь. Команда была сформирована из специалистов, которые ранее занимались проектированием и внедрением автоматизированного оборудования для различных производственных процессов, в том числе интеграцией промышленных роботов крупнейших европейских вендоров. Основываясь на имеющемся опыте, в 2019 году мы приступили к созданию промышленных роботов собственного производства.

Начали с разработки программного обеспечения, потом переключились на «железо»: конструировали детали промышленных роботов, пробовали собирать их. Уже в первый год работы удалось получить готовую линейку четырехосевых роботов-паллетайзеров.

Заниматься промышленными роботами была моя идея: я с детства «болею» роботами, это то, к чему я долго шел. Поэтому, когда появилась такая возможность, я начал ее реализовывать. В нашей стране уровень роботизации очень низок, но я всегда знал, что рано или поздно он будет повышаться. Это то, что сейчас и происходит.

ЦРБТ:

Компания «Роботех» имеет собственное производство. Насколько оно масштабно? Какие технологии на нем применяются?

М.Ф.:

Я могу сказать, что производство роботов — это не очень сложно. Преимущественно это — сборочное производство из заранее закупленных или изготовленных комплектующих, не требующее масштабных производственных процессов. За границей, кстати, роботы производятся по тому же принципу. Но создать производство роботов, где каждая комплектующая изготовлена своими силами, — это очень большая масштабная задача, которую не решат ни собственные, ни даже привлеченные инвестиции. А для сборки роботов больших площадей не требуется: например, наше производство занимает около тысячи квадратных метров, на них мы можем спокойно собирать 20-30 роботов в месяц.

Что касается технологий, которые мы применяем, — мы сами конструируем механику робота, отливаем рычаги, коленья. Наши печатающие 3D-принтеры производят детали роботов.

Еще одна важная составляющая производства роботов — программное обеспечение, над которым работают ИТ-специалисты. Им также не требуются большие производственные площади. Я считаю, что производители промышленных роботов в России, которых сейчас около пяти, имеют неплохие перспективы для развития, потому что с поддержкой государства организовать такие производства совсем не сложно.

ЦРБТ:

Применяете ли вы промышленных роботов при производстве промышленных роботов?

М.Ф.:

К сожалению, об этом пока рано говорить. Такое применяется очень редко, даже если речь идет о лидерах рынка, иностранных производителях. Это очень сложный и дорогой процесс, который возможен только на крупных заводах. Поэтому приоритетная задача сейчас — научиться делать роботов и обеспечить отечественные предприятия недорогими продуктами. Нам необходимо развивать производство, развивать экономику страны, и уже после этого можно попробовать создать завод, где роботов делают роботы. Это — вопрос будущего, причем ближайшего будущего. Это осуществимо, но позже.

Сроки зависят от того, как будет развиваться робототехника в стране. Если я не ошибаюсь, планируется, что к 2030 году в РФ должно выпускаться около семи тысяч роботов в год. При этом в Китае производится триста тысяч роботов в год. Представьте, как нам нужно наращивать производство, сколько нам нужно вложить, чтобы достигнуть таких масштабов.

При определенной поддержке государства отечественные предприятия в состоянии добиться сопоставимых с зарубежными производствами уровней качества и производительности. После этого можно начать зарабатывать и полученные деньги инвестировать в развитие своих компаний — так мы сможем быстро развить отечественную робототехнику.

Сейчас идет работа над федеральным проектом, предусматривающим инвестиции как в робототехнику, так и в производство комплектующих

ЦРБТ:

Расскажите, пожалуйста, в чем особенность ваших роботов? Чем они отличаются от роботов конкурентов?

М.Ф.:

Наше ключевое преимущество — это то, что мы, по большей части, сами делаем своих роботов, за исключением электроники, ее мы пока покупаем из-за рубежа. Мы локализовали практически все, начиная от программного обеспечения и заканчивая производством механических деталей роботов, корпусных элементов. Специально для этого мы разработали 3D-принтеры, печатающие песчаные формы по технологии **binder jetting** — в них мы отливаем корпусные элементы роботов.



Binder Jetting — технология 3D-печати, при которой наносимый порошок склеивается специальным связующим веществом. Технология позволяет печатать разными веществами.

↑ Песчаная форма

Так что мы — почти полностью, процентов на 70-80 точно, отечественный производитель. Надеюсь, скоро у нас появятся производители двигателей и электроники для промышленных роботов, тогда мы будем полностью локализованы.

Сейчас идет работа над федеральным проектом, предусматривающим инвестиции как в робототехнику, так и в производство комплектующих. Его мы разработали совместно с коллегами из различных отечественных организаций, которые занимаются промышленными роботами.



На данный момент проект проходит проверку и корректировку. Он подразумевает достаточно серьезные инвестиции, а также меры поддержки компаний, которые занимаются производством отечественных промышленных роботов.

Можно предположить, что в марте окончательный проект документа будет завершен и передан в министерство финансов, после чего пойдет на согласование и будет заложен в бюджет. Что касается объема этих средств, на промышленных роботов предусмотрены инвестиции в размере около 130 млрд рублей до 2030 года. Мы потратили много времени на то, чтобы эти меры разработать, согласовать, защитить. Я думаю, что результат мы увидим в ближайшее время.

ЦРБТ:

В чем состоит преимущество внедрения отечественных роботов для заказчиков? Актуален ли вопрос кибербезопасности?

М.Ф.:

Кибербезопасность — это один из наиболее острых вопросов. Если ваши машины обслуживаются за рубежом, то возможна их удаленная блокировка. Я был свидетелем случая, когда на машиностроительном заводе отключился китайский робот, и в результате производство встало на две недели. Это — наглядный пример того, как машины могут встать, неважно, по какой причине, будь то кибератака или баг в программном обеспечении. Продолжить работу машины очень проблематично, а в некоторых случаях, если это будет целенаправленная кибератака, и невозможно.



Мы находимся рядом территориально: мы всегда готовы выехать, быстро восстановить работоспособность машины. Это является существенным плюсом при использовании отечественных роботов

Таким образом, один из минусов использования иностранных роботов — это импортное программное обеспечение и поддержка. Также механические детали робота изнашиваются с течением времени, и тогда ему требуется обслуживание или ремонт. Сегодня может быть проблемно получить для робота запасные детали или связаться с техподдержкой, то есть это дополнительные сложности для предприятий. Возможно, качество продукции у отечественных производителей еще отстает от иностранных, но зато мы находимся рядом территориально: мы всегда готовы выехать, быстро восстановить работоспособность машины. Это является существенным плюсом при использовании отечественных роботов.

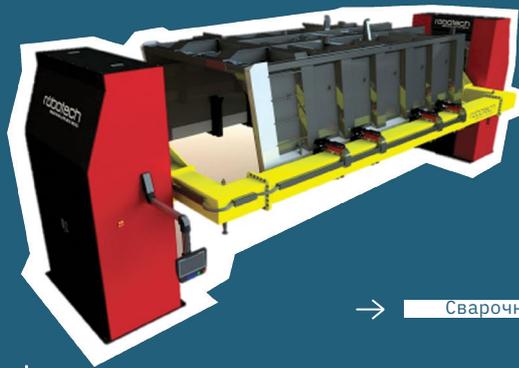
Второй момент — государственная поддержка. Запланированы меры, благодаря которым будет выгодно приобретать отечественную продукцию — будут скидки, выгодные кредиты, как для производителей, так и для конечного пользователя машин. Поддержка будет оказываться с целью снижения стоимости роботов для заказчиков. Все это будет реализовано в ближайшем будущем.

ЦРБТ:

Отмечаете ли вы изменение спроса на промышленных роботов в стране?

М.Ф.:

В целом, на протяжении последних десяти лет спрос увеличивался ежегодно, но небольшими темпами.



→ Сварочный позиционер

Это связано с тем, что робототехнике уделяют мало внимания со стороны как крупного бизнеса, так и государства: раньше потребители ориентировались в основном на иностранных производителей, роботы которых, как известно, недешевы. Таким образом, позволить себе роботизировать предприятие могли немногие, поэтому и спрос рос медленно. А сейчас, когда в стране началось развитие отечественных предприятий, появляется поддержка государства, с рынка ушли иностранные производители, — рост однозначно есть, и он будет увеличиваться гораздо быстрее, чем в последние десятилетия.

ЦРБТ:

Расскажите, пожалуйста, о вашем резидентстве в Сколково. Принесло ли вам это какие-то преимущества?

М.Ф.:

Резидентом Сколково мы стали практически в первый же год, когда организовали производство в Перми. Их поддержка очень полезна для начинающих компаний. В нашем случае самым существенным плюсом стали налоговые льготы на зарплаты сотрудникам. Это — государственный механизм, и я знаю, что там осуществляется поддержка многих проектов.



Стать резидентом Сколково несложно. Если вы занимаетесь высокотехнологичными проектами, они всегда рады помочь в рамках своих компетенций и возможностей. Мы ожидали более активной поддержки в проектах, например, возможность связи с контрагентами, выход на крупные компании. К сожалению, не все задуманное удалось, поэтому сейчас мы сами находим заказчиков, зарабатываем и вкладываем эти деньги в свое развитие. Конечно, здесь речь идет исключительно о нашем опыте, я не могу говорить за других резидентов.

ЦРБТ:

Как Вы считаете, для каких процессов чаще заказывают роботов? Есть ли области или задачи, которые невозможно роботизировать и автоматизировать в принципе?

М.Ф.:

Я всегда говорил и буду говорить, что роботизировать и автоматизировать можно практически любой процесс, вопрос лишь в целесообразности и окупаемости.

Роботизация и автоматизация востребованы в очень разных областях. Основные, конечно, это те, что связаны с металлом и сваркой. Также часто роботизируют



К сожалению, при производстве роботов в единичных экземплярах невозможно их делать и очень точными, и очень дешевыми





→ Промышленные роботы
Robotech

перемещение тяжелых грузов, механическую обработку изделий. В меньшей степени роботизирована электроника: это связано с тем, что в России эта область пока развита не так хорошо, хотя работа в этом направлении тоже ведется. Если говорить о сложных или невозможных областях, мне кажется, если будет соответствующее финансирование проекта, то можно сделать все, что угодно.

Здесь я хотел бы подчеркнуть, что все упирается в точность машин. Там, где требуются высокие точности, намного сложнее роботизировать процесс, потому что точность робота зависит от качества комплектующих, из которых он изготовлен. Пока у нас будет страдать качество этих самых комплектующих, мы не сможем сделать робота с микронной точностью для мехобработки специфического материала, хотя такие запросы есть. К сожалению, при производстве роботов в единичных экземплярах невозможно их делать и очень точными, и очень дешевыми. Это — два несочетающихся параметра.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, о самых сложных заказах. Какие заказы были самые интересные, запоминающиеся?

М.Ф.:
Сейчас все заказы по сложности примерно одинаковы, возможно, это связано с наработанным опытом и освоением новых технологий. Большинство заказов сейчас связаны с техническим зрением, где железо пересекается с умными программами, или с искусственным интеллектом, как его любят называть. Для этого требуется специализированное программное обеспечение, и реализация таких проектов — наверное, самая сложная задача на данный момент. Остальная работа преимущественно связана с железом: имеется железный конструктор, из которого и собирается искомая комбинация. Благодаря накопленному опыту, у нас получается это если не с первого, то со второго раза — мы хорошо знаем, как сделать так, чтобы проект был реализован и подошел заказчику.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, для каких целей используется техническое зрение?

М.Ф.:
Сейчас существует множество разных задач, связанных с техническим зрением. Наш последний проект, над которым мы работаем прямо сейчас, связан с распознаванием дефектов шпона [древесный материал, представляющий собой тонкие листы древесины — прим. ред.] при производстве фанеры. Компьютерное зрение распознает дефекты, обрабатывает данные, формирует управляющие программы робота, после чего робот двигает деталь и выбраковывает некачественный материал. Я считаю, что называть техническое зрение

искусственным интеллектом язык не поворачивается, потому что это — уже обыденность. Робот без технического зрения встречается все реже, хотя остается, конечно, еще много вариантов использования [роботов] и без технического зрения. Чаще всего это актуально для стандартных, уже отработанных технологических процессов, например, сварки, покраски и прочих. Но в последнее время все чаще и чаще манипуляторы применяют совместно с техзрением, это уже неоспоримый факт. Такой робот, конечно, будет стоить дороже: в нем используются специальные камеры, различные датчики, специализированное программное обеспечение, с помощью которого пишется алгоритм распознавания.

ЦРБТ:
Как может выйти на массовый рынок производство, которое только начало выпускать промышленных роботов?

М.Ф.:
Наверное, надо просто взять и начать делать.

Все равно нужно с чего-то начинать, пройти определенные этапы, которые помогут определиться с дальнейшими действиями, привлечь новые инструменты развития, финансовую поддержку, получить первые заказы и на них отработать технологии. Много зависит от руководителя, от его желания двигать проекты. Жизнь устроена так, что можно повернуть в любом направлении когда угодно и где угодно, — было бы желание. Развивать свою компанию можно и с нуля. Когда мы начинали, у нас тоже не было ничего, кроме идей, мысли, набросков на бумаге.

ЦРБТ:
Какие цели стоят перед компанией “Роботех” на данный момент?

М.Ф.:
В ближайших планах — развитие продуктов. У нас есть несколько моделей роботов, которые нужно совершенствовать. Развивать надо как функциональность роботов, так и их надежность — есть куда стремиться, так что сейчас идет постоянная работа над этим. Кроме этого, мы собираемся расширять линейку — планируем изготовить несколько новых моделей роботов, затем наладить их производство и вывести на рынок — это наши основные задачи на этот год.

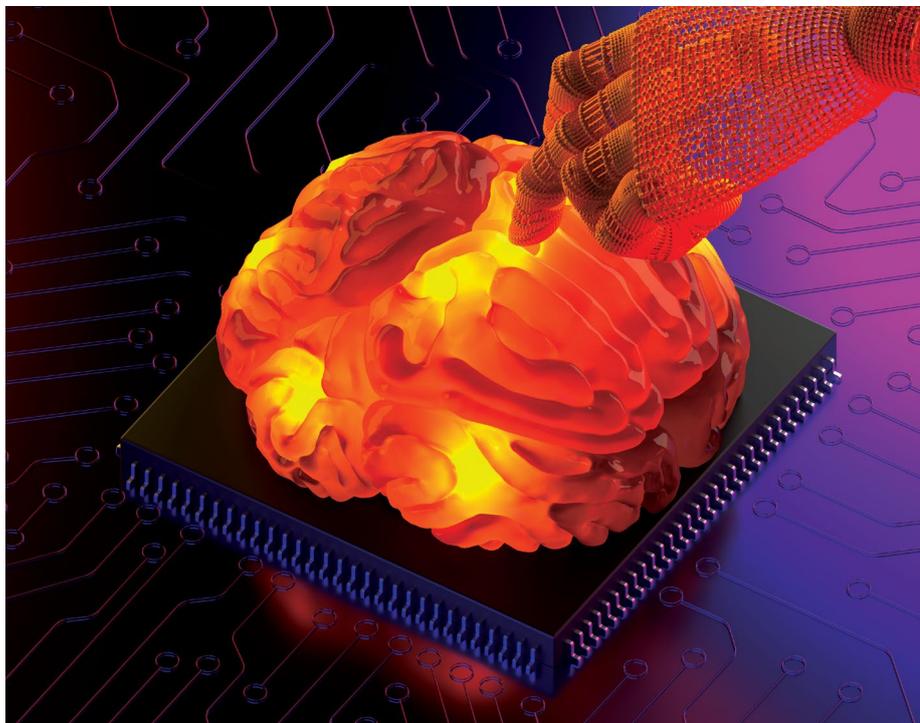
Что касается более отдаленной перспективы, подчеркнуть еще раз, все будет зависеть от того, как будет развиваться рынок. Как ни крути, все зависит от заказчиков, которые будут использовать наших роботов, от поддержки государства. Если ситуация будет складываться благоприятно, мы будем развивать свои технологии, вкладываться в них, снижать их себестоимость, тем самым повышать их доступность, будем работать над качеством, чтобы заказчики, приобретая наши машины, были уверены, что те будут работать “долго и счастливо” и приносить прибыль.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С незапамятных времен человеческий гений творит, создавая величайшие шедевры, одни из которых восхищают умы далеких потомков, другие – стираются из истории. Одновременно человек наносит природе колоссальный вред, потребляя огромные ресурсы и создавая горы мусора. Являясь частью природы, человек, таким образом, оказывает на нее несравнимое с другими живыми существами влияние. И это влияние определяется наличием разума.

До сих пор мы не знаем до конца, как мы мыслим, хотя и знаем в целом, как устроен мозг животных. Мы наблюдаем более или менее разумных существ вокруг себя: человекоподобных обезьян, новокаледонских воронов – но не можем ответить на вопрос, как вспыхивает искра разума в биологических организмах.

Однако наших текущих знаний хватает для проведения различных исследований мозга, что позволило человечеству создать «разумные» вычислительные сети – искусственный интеллект (ИИ). Так, ученые своими руками создают то, что может на каком-то этапе кардинально изменить существующее положение человека как самого разумного создания на Земле.



ТАК ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ?

Согласно одному из определений, ИИ – научное направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными, а также свойство интеллектуальных систем выполнять функции (творческие), которые традиционно считаются прерогативой человека.

На данный момент даже самый совершенный отдельно взятый ИИ не может решать широкий круг различных по специфике задач, однако часто ИИ решает одну конкретную задачу быстрее и качественнее любого эксперта. Это становится возможным благодаря доступу ИИ к такому объему данных, который не может охватить ни один человек, а также благодаря значительно большей производительности компьютера.

МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В зависимости от способа реализации системы и выбранного алгоритма решения поставленной задачи выделяют методы ИИ. **Перечислим некоторые из них:**



ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ (ИНС)

ИНС – это метод, базирующийся на принципах работы нервной системы живого организма. ИНС гораздо проще биологических нейронных сетей, при этом единицей обработки информации в искусственной нейронной сети, как и в ее биологическом прототипе, является нейрон.

Нейронные сети способны обучаться: анализировать большие и сложные наборы данных, находить в них закономерности и выделять скрытые признаки. Благодаря этой способности целесообразно использовать их для задач классификации и распознавания образов, прогнозирования, поддержки принятия решений, оптимизации и кластеризации данных.

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА

Метод нечеткой логики оперирует не только нулями и единицами, которые соответствуют «Нет» и «Да», но и такими понятиями как «Скорее да», «Возможно да», «Возможно нет» и так далее, то есть этот метод включает множество промежуточных значений от 0 до 1 для каждого требующего ответа вопроса, чтобы принять решение.

Создание искусственного интеллекта может быть основано на использовании уже имеющихся данных об интеллекте – в данном случае человеческом. Человек в своих рассуждениях редко руководствуется только категоричными суждениями (бинарной логикой), поэтому и ИИ, использующий только традиционную логику, будет крайне ограниченным.

Устройства на основе нечеткой логики могут быть использованы для управления сложными объектами, для решения задач комплексного прогнозирования, в нечетких экспертных системах (см. ниже).

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА (ЭС)

ЭС – это основанная на знаниях группы специалистов компьютерная система, которая помогает человеку в принятии решений. Используя имеющиеся в ней базы знаний и характерные для специалистов данной области алгоритмы принятия решений, экспертная система задает вопросы пользователю или посылает запросы техническому объекту и, после получения определенных ответов, выдает соответствующий вывод. Этот вывод может стать ключевой подсказкой для квалифицированного специалиста либо, в ряде случаев, для человека, не обладающего соответствующими квалификациями. ЭС, таким образом, способна частично заменить эксперта-консультанта в решении проблемных вопросов в различных областях.

Наиболее часто экспертные системы применяются для осуществления медицинской диагностики, в задачах планирования, прогнозирования, интерпретации, контроля и управления, а также при диагностике неисправностей в различных устройствах.

ЭВОЛЮЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (ЭМ)

Архетипом данного метода искусственного интеллекта служит эволюционная биология и популяционная генетика, из которых эволюционное моделирование заимствует не только принципы и подходы, но и соответствующую терминологию. ЭМ включает в себя ряд эволюционных алгоритмов, например, эволюционные стратегии, генетические алгоритмы, эволюционное программирование.

Опишем вкратце для примера идею генетического алгоритма. Имеется начальная популяция – набор возможных решений задачи, где каждое одно решение задачи – это особь. Вначале, как правило, такой набор решений генерируется случайным образом. Затем между особями происходит скрещивание – комбинация частей родительских особей в популяции. Следующий этап – селекция (отбор наиболее «успешных» особей – то есть таких экземпляров, которые в большей степени соответствуют заданным параметрам). После этого происходит формирование нового поколения. Процесс повторяется столько раз, сколько необходимо для достижения определенного результата, после чего завершается.

Эволюционное моделирование показало свою эффективность для решения задач оптимизации. Например, в бизнес-планировании, при поиске оптимального маршрута робота, при составлении различных расписаний, в компьютерных играх и др.

Классификация методов ИИ носит довольно условный характер. В зависимости от выбранного способа классификации, к методам ИИ можно отнести также Machine Learning, рассуждения на основе прецедентов, байесовские сети и прочее.

Согласно ГОСТ Р 59895-2021, машинное обучение (machine learning) – процесс автоматического обучения и совершенствования поведения системы искусственного интеллекта на основе обработки массива обучающих данных без явного программирования.

В реальности методы искусственного интеллекта часто используются совместно. Например, нечеткие нейронные сети представляют собой комбинацию алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей и систем на нечеткой логике; в нейронных экспертных системах вместо базы знаний используется обученная нейронная сеть. Другие гибридные системы, сочетающие соответствующие методы ИИ, – нечеткий генетический алгоритм, нечеткие экспертные системы, нейронная сеть с генетическим алгоритмом и т. д.



ТИПЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Понятно, что выбор метода или методов ИИ определяется исходя из характера задач, которые необходимо решить. Поэтому, также как и с людьми, иногда бывает сложно сравнить качество работы двух различных систем, направленных на решение принципиально разных задач, и констатировать превосходство одной из них. Однако типизация искусственного интеллекта «по способностям» существует.

Чтобы измерить уровень интеллекта машины, в 1950 году впервые был опубликован **тест Тьюринга**, названный по имени создателя – английского математика Алана Тьюринга.

Считается, что, если экзаменуемый человек или определенная часть группы экзаменуемых людей не в состоянии понять, с кем общается на протяжении определенного времени – с другим человеком или с программой, – компьютер прошел тест. Несмотря на обилие критики, тест Тьюринга применяется и сегодня. Однако наиболее популярен обратный тест Тьюринга, где, наоборот, компьютер проверяет, является ли испытуемый человеком, чтобы, например, предотвратить взлом базы данных.



Как правило, выделяют слабый ИИ, сильный ИИ и искусственный суперинтеллект:

СЛАБЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

(УЗКИЙ ИИ)

направлен на решение узкоспециализированных задач. Когда идет речь о любом ИИ, существующем сегодня, имеется в виду искусственный интеллект этого типа: беспилотные автомобили, персональные цифровые помощники, технологии распознавания изображений. И хотя такие системы очень ограничены в количестве решаемых задач, зато уж в них они часто значительно превосходят человека;

СИЛЬНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

(ОБЩИЙ ИИ)

может решать широкий спектр интеллектуальных задач, как минимум, не хуже человека (считается, что он сопоставим с уровнем среднестатистического человека или превосходит его). На сегодняшний день нет предпосылок, что такой интеллект будет создан в ближайшие годы. Мы можем предположить, какими возможностями будет обладать сильный ИИ и на что это будет похоже, только по фантастическим произведениям, например, по таким фильмам и сериалам, как «Искусственный разум», «Робот по имени Чаппи», «Мир Дикого Запада»;

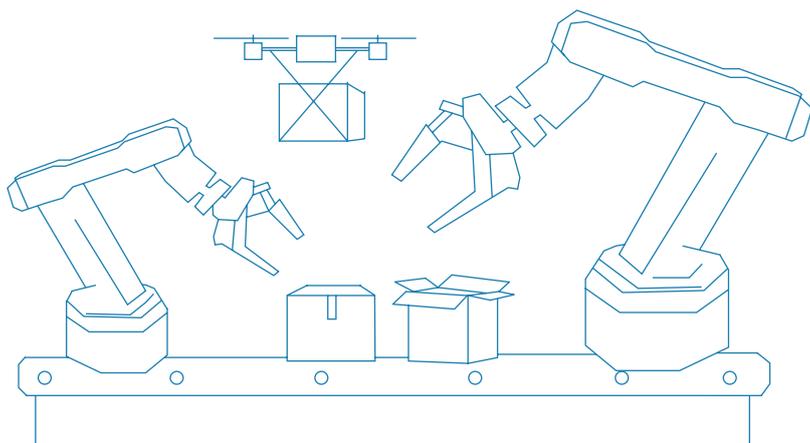
ИСКУССТВЕННЫЙ СУПЕРИНТЕЛЛЕКТ

значительно превосходит человеческий интеллект. Предполагается, что он сможет самостоятельно перепрограммироваться и создавать новые системы и алгоритмы без вмешательства человека. Именно с таким интеллектом связаны страхи порабощения или уничтожения человеческой цивилизации роботами. Попытки предсказать, что из себя будет представлять искусственный суперинтеллект, также нашли свое отображение в кинематографе, например, в фильмах «Люси» или «Превосходство».

В сегодняшних реалиях в нашем распоряжении имеется весьма эффективный, несмотря на название, слабый ИИ. Чтобы понять, на что он способен, давайте рассмотрим конкретное направление, где он может быть применен, а именно ИИ на производстве.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Современная промышленность предполагает использование большого количества данных. Для человека работа со значительными объемами информации является трудоемкой и отнимает много времени. Технологии на основе ИИ позволяют довольно быстро собирать, анализировать и обрабатывать такие данные, после чего на основании выявленных алгоритмов и закономерностей выдавать соответствующее решение.



Таким образом, ИИ может применяться в следующих направлениях:

01 ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Для выполнения этого этапа необходимо составить такой оптимальный план производственного процесса, при котором будут учитываться особенности конкретного предприятия и/или требования к заказу/заказам. Например, планирование с учетом остановов оборудования на обслуживание и ремонт; планирование, обеспечивающее непрерывность производства; планирование, направленное на максимально быстрое завершение заказа и т. д. Результатом работы являются различные сценарии планирования, то есть альтернативные варианты решения;

02 МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАПЛАНИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ

Моделирование позволяет анализировать различные сценарии планирования с точки зрения дополнительных критериев: экономической эффективности, аварийной безопасности, неучтенных ранее производственных факторов. Цель этого этапа – построение моделей сценариев планирования и выбор оптимального из них;

03 КОРРЕКТИРОВКА СЦЕНАРИЯ В ХОДЕ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

По мере практического исполнения производственных задач почти неизбежно происходят отклонения от плана. В таких случаях, чтобы в итоге оказаться в нужной точке, нужно учитывать развитие состояния системы и компенсировать эти отклонения. В результате сценарий планирования при необходимости обновляется;

04 АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

На этом этапе осуществляются непрерывные мониторинг производства в режиме реального времени и управление производством. Система на основе ИИ контролирует, чтобы все технологические процессы протекали в соответствии с установленными требованиями и, в случае нарушения, выявляет проблему и осуществляет действия, направленные на ее урегулирование. Кроме того, благодаря обработке и анализу большого количества информации, система определяет и соблюдает наиболее оптимальные режимы работы технологических установок. Это позволяет обеспечивать величину всех важных параметров установок в заданном диапазоне значений, поддерживать на необходимом уровне качество продукта, минимизировать расход ресурсов, сохранять высокую производительность и другое;

05 ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Важным направлением в любом производстве является обслуживание и обеспечение работоспособности средств производства. Внезапно вышедшее из строя оборудование может существенно навредить технологическому процессу, поэтому предупреждению аварийных ситуаций уделяется большое внимание. ИИ может не только осуществлять плановый осмотр технологических установок и агрегатов, но и определять их состояние по ряду признаков, которые часто могут быть неочевидны для человека – система выявляет отклонения в работе оборудования, классифицирует их на основе имеющихся о подобных отклонениях данных, прогнозирует возможные последствия таких отклонений и передает соответствующую информацию человеку или в управляющий модуль для предотвращения этих последствий. В результате предприятие избегает издержек, связанных со срочным ремонтом.



Для решения этих и других задач может использоваться следующий принцип: система высшего уровня получает задание от человека, разделяет его на ряд подзадач и распределяет их по системам уровнем ниже, которые, в свою очередь, соответствующим образом взаимодействуют с системами еще более низких уровней. Выполнив свою часть задачи, системы определенного уровня передают системам уровнем выше результат работы. Таким образом, обеспечивается многослойность системы управления. При этом система самого нижнего уровня выполняет свои функции с учетом собранных данных о производстве (в частности, параметры и характеристики оборудования).



РЕЗЮМИРУЯ ВЫШЕИЗЛОЖЕННОЕ, БЛАГОДАРЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИИ МОЖНО ДОБИТЬСЯ СЛЕДУЮЩИХ ПРЕИМУЩЕСТВ:



○ Снижения затрат ресурсов;

○ Минимизации человеческого фактора;

○ Увеличения производительности;

○ Предотвращения аварийных ситуаций и внеплановых ремонтов;

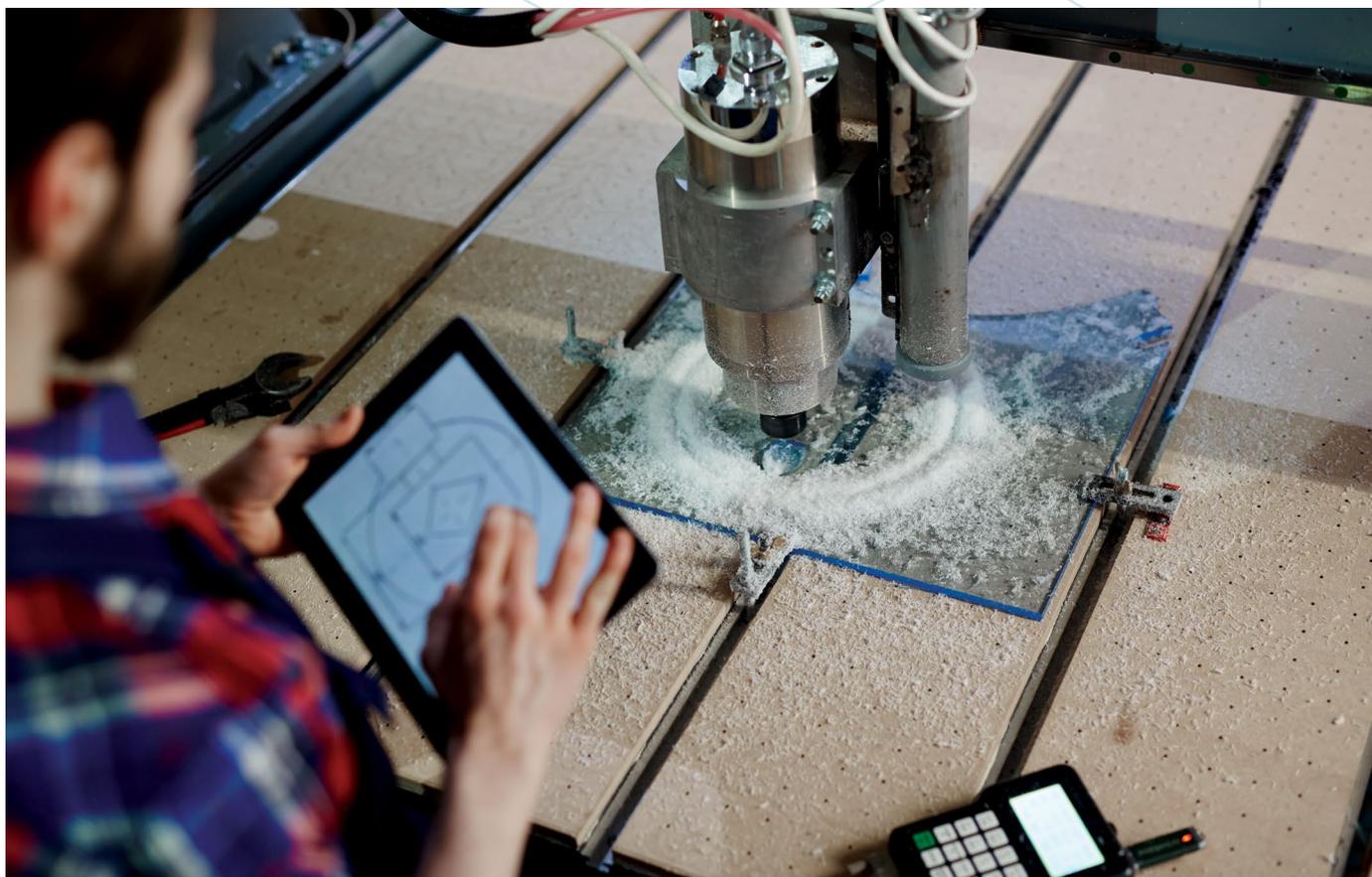
○ Повышения экономической эффективности;

○ Повышения уровня безопасности;

○ Возможности круглосуточного производства;

○ Обеспечения высокого уровня качества продукта;

○ Сокращения производственного брака;



После перечисления плюсов использования искусственного интеллекта на производстве логично перейти к его минусам. **Основные недостатки и барьеры применения ИИ в промышленности:**

ВЫСОКАЯ СТОИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Стоимость внедрения ИИ определяется рядом факторов: видом программного обеспечения, уровнем интеллекта и предъявляемыми к нему требованиями, количеством и качеством собираемых данных, сложностью производства, величиной масштабирования и т. д. Как и большинство других изобретений, технологии на основе искусственного интеллекта имеют тенденцию к снижению стоимости со временем, однако сейчас и в ближайшей перспективе речь идет и будет идти о весьма внушительной сумме;

ПОТРЕБНОСТЬ В СПЕЦИАЛИСТАХ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Понятно, что на таком производстве требуются технические сотрудники, которые могут взаимодействовать с ИИ. Однако помимо этого, необходимы юристы, имеющие представление о правовом регулировании в области этих инновационных технологий; экономисты, способные спрогнозировать перспективы внедрения методов ИИ, но при этом не переоценить экономические возможности предприятия; руководители, открытые новым идеям, но не впадающие в чрезмерную мечтательность, и другие работники. Кроме возможной нехватки нужных кадров, дополнительные компетенции предполагают более высокие оклады для получивших их специалистов, что, в свою очередь, усиливает финансовую нагрузку на предприятие;

НЕДОСТАТОК ДОВЕРИЯ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ

Человек не всегда понимает, почему ИИ принял то или иное решение, что не способствует доверию. Это особенно усугубляется тем, что не всегда понятно, кто ответственен за неправильные решения, принятые ИИ: специалист, плохо обучивший машину, руководитель проекта или, на каком-то этапе развития, сам искусственный интеллект. Такие размышления наводят на ряд вопросов: насколько опасен может быть недостаточно хорошо обученный ИИ и может ли заинтересованное лицо специально обучить его причинять вред компании в определенные моменты;

В марте 2016 года программа AlphaGo выиграла в го (настольная игра, которая считается значительно более сложной, чем шахматы) у профессионала девятого дана Ли Седоля. Этот матч широко освещался в прессе. В ходе игры многие игроки были поражены, что машина делает ходы, которые для человека кажутся нелогичными, но которые, тем не менее, оказываются эффективными.

В процессе обучения программа просмотрела огромное количество сыгранных людьми партий, после чего много раз играла сама с собой. При этом, когда программа получала больше очков, это служило для нее сигналом, что она все делает правильно, – то есть в данном случае использовалось так называемое обучение с подкреплением.

СТРАХ БЕЗРАБОТИЦЫ

Беспокойство, связанное с потерей рабочих мест из-за инноваций, имеет глубокие корни – уже в XIX веке луддиты (участники стихийных протестов в Великобритании) боролись против внедрения машин в производство, опасаясь, что из-за этого останутся без работы. С тех пор переход к широкому применению новой технологии неоднократно вызывал напряжение, вызванное боязнью людей остаться невостребованными на рынке труда. Что касается современных тенденций, то довольно сильное сопротивление вызывают такие направления, как роботизация, автоматизация и, конечно, ИИ. В то же время многие эксперты уверяют, что повсеместное внедрение искусственного интеллекта не повлечет за собой безработицу, но, наоборот, облегчит труд, поскольку ИИ может стать очень хорошим помощником, – в большом количестве случаев достаточно будет ознакомиться с выводами ИИ, внести в них свои правки и выдать соответствующее заключение. При этом полностью заменить человека искусственным интеллектом в ближайшей перспективе вряд ли получится, потому что, во-первых, человеческий интеллект значительно сложнее искусственного и некоторые его особенности невозможно смоделировать на данном этапе, а во-вторых, даже при устранении или минимизации всех остальных его недостатков, человеку, как отмечалось выше, еще долго будет сложно полностью доверять ИИ;

ОСОБЕННОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ИИ

Появление облачных технологий способствовало развитию искусственного интеллекта, поскольку его потребности в значительных объемах данных постоянно возрастают. Однако такие технологии подходят не для всех предприятий (в частности, они часто не подходят для компаний, имеющих отношение к государственной и военной тайне), что уже само по себе является препятствием. В общем же случае для внедрения ИИ в производство необходимо решить следующие связанные с инфраструктурой задачи: обеспечение больших вычислительных мощностей, наличие большого объема памяти (возможность масштабировать хранилище по мере роста объема данных), наличие сети с высокой пропускной способностью и малой задержкой, возможность обеспечения кибербезопасности и информационной безопасности, параллельная обработка информации;

ПРОБЛЕМА ДАННЫХ

Для корректной работы искусственного интеллекта требуется большое количество качественных данных. В некоторых ситуациях сложно или невозможно найти достаточное количество оцифрованной информации. Когда же такой информации достаточно, для ее обработки может потребоваться очень много ресурсов;

ДОЛГИЕ СРОКИ ОКУПАЕМОСТИ.

Большинство предприятий готово вкладывать значительные средства в быстроокупаемые проекты. Долгие сроки окупаемости технологий становились препятствием для их внедрения и в более спокойной экономической ситуации, а сейчас это явление в значительной степени усугубилось. В условиях, когда многие крупные корпорации и так проявляют определенную неповоротливость и обладают высокой инерционностью, этот фактор может играть важную роль.

В связи с внедрением ИИ в производство возникает довольно большой перечень трудностей. Однако данные исследовательской и консалтинговой компании Gartner, специализирующейся на рынках информационных технологий, говорят о большом интересе к искусственному интеллекту со стороны предприятий. Вероятно, конкурировать с производствами, использующими определенные инновационные решения, не противопоставляя им альтернативные варианты, попросту не получится. Соответственно, как и в случае с другими изменившимися миром технологиями, динамика может быть следующей: чем больше производств будет использовать ИИ, тем больше производств будет использовать ИИ.

Кроме того, не следует забывать, что искусственный интеллект постоянно совершенствуется. Возможно, уже в очень скором будущем он сможет достаточно точно предсказывать важные в экономическом и политическом планах глобальные события. Соответственно, потенциал владения этой технологией может быть поистине огромным.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА:
Гузель Низамова

OUTRIDER ДОБАВЛЯЕТ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ К АВТОНОМНЫМ ГРУЗОВИКАМ

Компания Outrider Technologies Inc. объявила о выпуске TrailerConnect. Запатентованная технология позволяет с помощью робота присоединять тормозные и электрические системы грузовых автомобилей к различным видам прицепов.

«Outrider заново изобретает современный распределительный склад, чтобы сделать его более эффективным, безопасным и устойчивым, и мы предоставляем для этого такую прорывную технологию, как TrailerConnect», — заявил Эндрю Смит, основатель и генеральный директор компании. — TrailerConnect автоматизирует опасную задачу, которая традиционно выполняется более 6 миллиардов раз в год по всему миру. Четыре года разработок и тесного партнерства с нашими приоритетными клиентами привели к созданию технологии, которая станет неотъемлемой частью автономного перемещения грузов».



Источник фото:

БЕСЧЕЛОВЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ПОЛНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

Научно-технический прогресс, сопровождающийся непрерывным развитием науки и техники, неизбежно затрагивает все сферы жизни современного общества. Именно поэтому в быстро меняющемся мире успех предприятия определяется, в том числе, способностью идти в ногу с современными подходами к управлению производством. Понятие «автоматизация производства» является не новым, но популярным и актуальным термином. По ГОСТу 23004-78 автоматизация процесса означает применение энергии неживой природы в технологическом процессе или его составных частях для их выполнения и управления ими без непосредственного участия людей, осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции.

Современные разработки позволяют достичь высоких уровней автоматизации, вплоть до полной роботизации производства, при которой люди не только освобождаются от выполнения рутинных и трудоемких задач, но и полностью исключаются из технологического процесса. В этом случае весь процесс изготовления товара от получения исходных заготовок до контроля или испытания готового изделия и выпуска продукции происходит с помощью машин, оборудования и транспортных средств.

ДАЖЕ ЧАСТИЧНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЗВОЛЯЕТ:

значительно улучшить производительность труда — ведь роботы способны работать круглые сутки без выходных, отпусков и «перекуров»,

снизить объемы брака и отходов — машины не устают, не отвлекаются и не работают «спустя рукава»,

обеспечить стабильное качество выпускаемой продукции — повторяемость — это сильная сторона автоматической или роботизированной системы,

выполнять работу в неблагоприятных для человека условиях — для многих технологических процессов лучшим решением является создание таких условий, в которых человеку находиться тяжело и небезопасно.



Дмитрий Сергеевич Зайченко, коммерческий директор «Aripix Robotics»

Мы движемся к четвертой промышленной революции, мы должны автоматизировать все возможные процессы, уходить от ручного труда. Тогда и люди будут жить дольше и лучше.

Как следствие, всё это позволяет повысить уровень конкурентоспособности продукции на рынке.

СТЕПЕНИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА:

Частичная автоматизация подразумевает минимизацию участия человека при выполнении отдельных операций на конкретном оборудовании. Например, автоматизация сварки или автоматизация подачи заготовки в обрабатывающий станок. Иными словами, при частичной автоматизации ручной или механический труд полностью заменяется автоматизированным в рамках отдельной взятой операции. При этом замена ручного труда машинным и автоматизация даже отдельной операции может привести к повышению производительности в 3 раза и более.

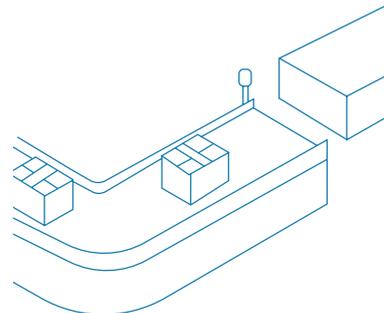
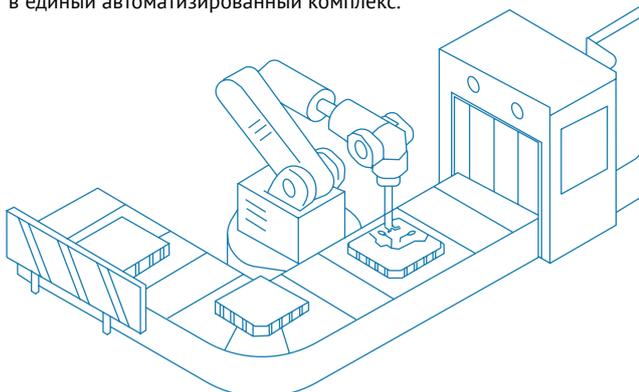
Комплексная автоматизация охватывает по меньшей мере одну производственную цепь отдельного цеха или узла, выполняющего ряд действий по решению таких задач автоматизации, как транспортировка объектов и их контроль. Для этого могут применяться автоматические линии производства и гибкие производственные системы. В ряде случаев наиболее оптимальным вариантом является поэтапное внедрение систем комплексной автоматизации отдельных операций, объединяемых потом в единый автоматизированный комплекс.

При **полной автоматизации** контроль и управление выполняется с помощью специального оборудования. Такая автоматизация охватывает все этапы производства. Решаются задачи межцехового взаимодействия и управления производством. Управление производством может осуществляться, например, на основе **SCADA и MES систем**. Полная автоматизация будет особенно актуальной, когда условия труда крайне опасны и непосильны для работников. Постоянного присутствия рабочего при этом не требуется, он периодически наблюдает за ходом работы роботов. Полная автоматизация возможна в случаях, когда производство устойчиво, рентабельно,

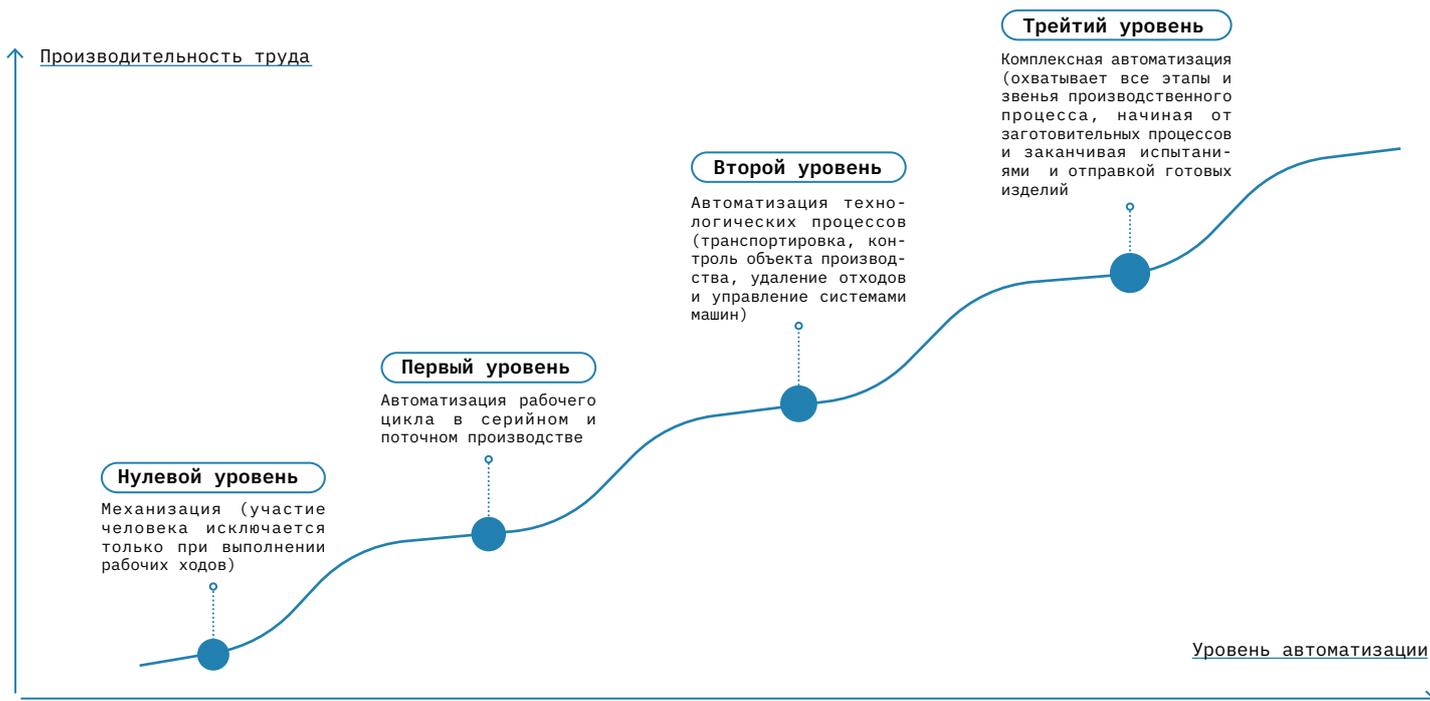
режимы почти не изменяются, а все доступные для учета проблемы и отклонения учитываются заранее.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, диспетчерское управление и сбор данных) — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

MES (manufacturing execution system, система управления производственными процессами) — специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства.



УРОВНИ АВТОМАТИЗАЦИИ



ЭЛЕМЕНТАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА МОГУТ ЯВЛЯТЬСЯ:

Промышленные роботы со специальным оборудованием, специфичным для конкретной выполняемой операции.

Станки с числовым программным управлением (ЧПУ), которые обеспечивают высокий уровень автоматизации основных рабочих процессов, например, фрезеровки, и значительно снижают время обработки каждой детали. Такое оборудование работает практически автономно, а участие оператора при работе с ним сводится к минимуму.

Системы контроля качества на базе электронной вычислительной машины (ЭВМ) с помощью технических приложений.

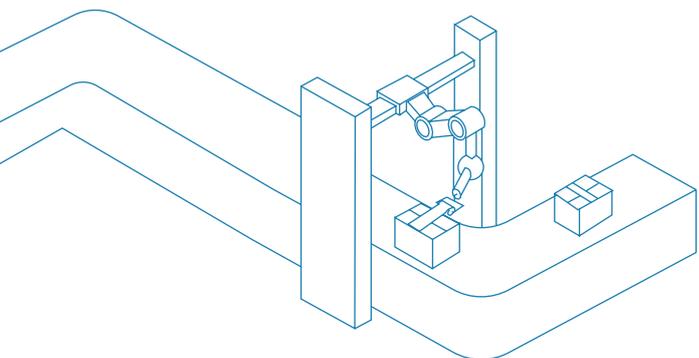
Автоматизированные системы проектирования используются во время разработок новых изделий и подготовки технико-экономических документов.

Роботизированные технологические комплексы (РТК) служат для программного обеспечения и коммуникаций между инновационными устройствами.

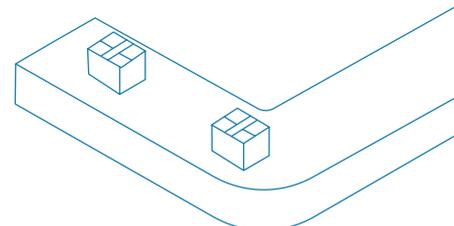
Автоматизированные системы для складских помещений позволяют проводить инвентаризацию, осуществлять процессы получения и отправки товара, а также нахождения определенной группы продукции на складе.

Гибкие производственные системы отвечают за перемещение обрабатываемых технических деталей и смену инструментов.

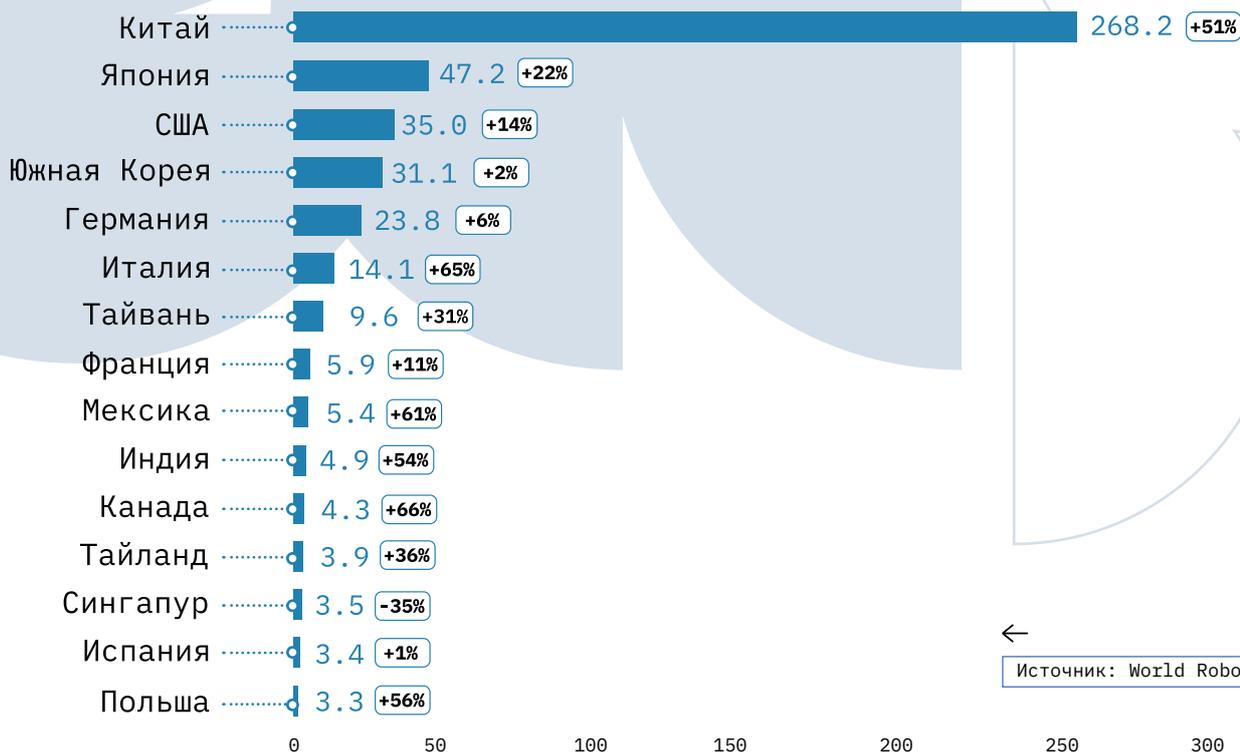
Планирование и увязка отдельных элементов плана с использованием ЭВМ.



При полной или комплексной, максимально приближенной к полной, автоматизации работа оборудования, агрегатов, аппаратов, установок происходит автоматически по заданной программе. В зависимости от уровня автоматизации работник на таком производстве осуществляет контроль и надзор за работоспособностью оборудования, занимается устранением отклонений от заданного процесса или выполняет ряд других не рутинных задач, требующих высокой квалификации.



ЕЖЕГОДНЫЕ УСТАНОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ,
15 КРУПНЕЙШИХ РЫНКОВ 2021 ГОДА

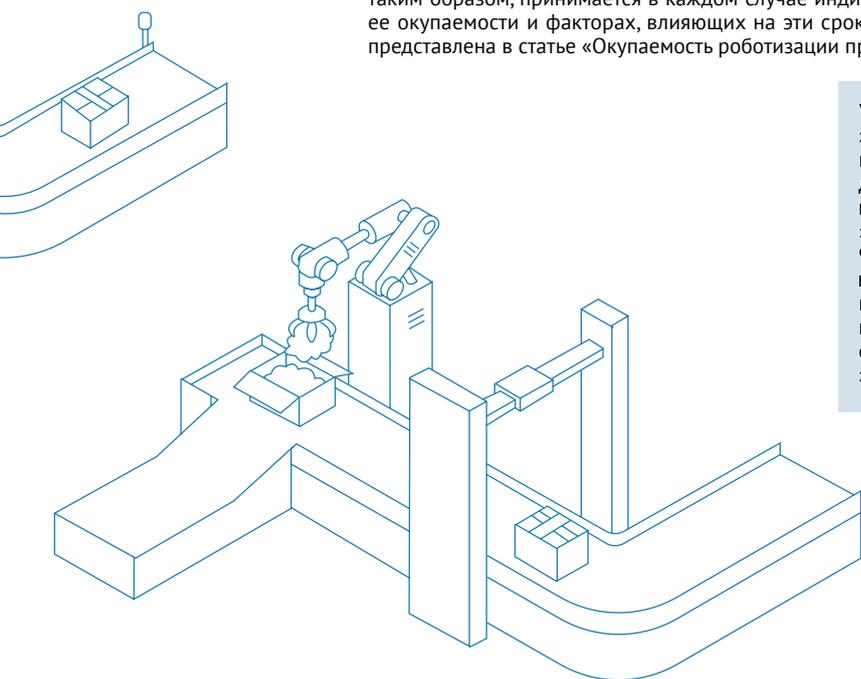


←
Источник: World Robotics 2022

Показательным является график ежегодных установок промышленных роботов за 2021 год, так как промышленные роботы являются важным элементом автоматизации производства. На сегодняшний день Азия (в частности Китай, Япония, Южная Корея) является лидером по плотности роботизации и ежегодным установкам промышленных роботов. На графике мы можем увидеть скорость изменения количества промышленных роботов в разных странах за 2020-2021 года: в большинстве случаев прослеживается положительная динамика, кроме Сингапура.

В мировом масштабе Россия имеет невысокое значение плотности роботизации – 6 роботов на 10 000 сотрудников по данным Международной Федерации Робототехники (International Federation of Robotics) на 2021 год. Однако постепенно и в нашей стране появляется понимание необходимости роботизации производств как в целях повышения экономической эффективности в целом, так и в целях увеличения производительности и качества товара в отдельных отраслях.

Так, отмечается повышенный интерес к автоматизации и роботизации производств среди многих прогрессивных российских компаний-производителей. При этом понятно, что не для каждого производителя автоматизация производства будет целесообразна. Решение об автоматизации, таким образом, принимается в каждом случае индивидуально с учетом информации о сроках ее окупаемости и факторах, влияющих на эти сроки. Более подробная информация об этом представлена в статье «Окупаемость роботизации производства».



У компании Philips в Нидерландах находится завод по производству электробритв, где с помощью роботов изготавливаются почти все детали для них. На заводе больше двадцати цехов, более тысячи станков и роботов, при этом производство автоматизировано примерно на 90%. Почти все сборочные операции осуществляются роботами. Вручную делается только самая последняя операция: установка бреющей головки на корпус и проверка исправности бритвы. Таким образом, благодаря автоматизации, на работе задействовано только 9 человек.

« Чрезмерная автоматизация была ошибкой. Если быть точным — моей ошибкой. Люди недооценены. »

Илон Маск, глава Tesla



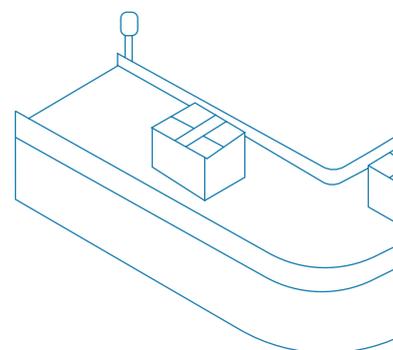
↑ Процесс сборки Tesla Model S

В 2017 году издание [Wired](#) опубликовало материал о калифорнийском заводе производителя электрокаров Tesla во Фримонте. Уровень автоматизации завода площадью 500 000 м² максимально приближен к полной — большую часть работы выполняют роботы. На фабрике работает около 6 000 человек, что очень мало для завода с такой площадью. Илон Маск говорил, что использование роботов даст компании преимущество перед другими автопроизводителями. Однако уже в 2018 году в интервью [CBS](#) рассказал, что компания не успевает собирать машины Model 3 в срок, так как вследствие

зависимости от роботов не может увеличить мощности производства. На заводе была «сумасшедшая, сложная сеть конвейерных лент, и она не работала». Компания решила избавиться от всего этого и оптимизировать производство, но каким образом — не уточнялось. Сейчас на заводе Tesla во Фримонте работает около 10 тысяч человек. Тем не менее, в компании остается огромное количество роботов, которые задействованы практически на всех стадиях производства. Речь о полном отказе от человеческой рабочей силы больше не идет и многие технологические процессы выполняют сотрудники предприятия.

В начале 2000-х годов японская фирма **Fanuc**, производящая промышленных роботов, в частности коллаборативных роботов, создала полностью автоматизированную фабрику, которая придерживается метода **lights-out Manufacturing**. Благодаря этому, завод может работать полностью в автономном режиме в течение 600 часов и создавать примерно 50 роботов в день без участия человека. Раз в месяц сотрудники приходят на фабрику для выполнения работ по техобслуживанию, но не занимаются ни сборкой, ни перемещением комплектующих по заводу, ни другими монотонными и сложными для человека задачами.

Lights-out Manufacturing или «dark factory» — это производственный метод, при котором практически не требуется участие человека. Чтобы фабрика работала сама по себе без освещения и без людей, необходимо автоматизировать каждый этап производственного процесса в зависимости от направленности этого процесса. Компании используют технологический стек, который обычно включает роботов, машинное зрение, оборудование для аддитивного производства (3D-печать), промышленный Интернет вещей, облачное хранилище данных и машинное обучение.



МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА: Алина Винова

СЕРГЕЙ МОРШАНСКИЙ



Внедрение робототехнического комплекса — это всегда совместная работа производителя и интегратора



Компания: ООО «Тесвел»
Дата основания: 2021 год

Сергей Моршанский
Директор ООО «Тесвел»

ЦРБТ :

Расскажите, пожалуйста, о деятельности вашей компании.

С. М. :

История нашей компании давняя и многогранная. За более чем 12 лет работы на рынке РФ и стран СНГ мы стали известны под брендом «Велдинг Групп Самара». В связи с ростом и увеличением направлений деятельности компании выделилось отдельное юридическое лицо ООО «Тесвел». Теперь компания «Велдинг Групп Самара» профилируется на предоставлении оборудования и технологий для строительства и реконструкции объектов транспортировки, хранения и переработки нефти и газа, а компания «Тесвел» занимается проектами по автоматизации. Вот основные направления деятельности компании «Тесвел»:

- Выполнение проектов по роботизации и автоматизации производственных процессов;
- Поставка промышленного и компрессорного оборудования, установок для генерации технических газов (в том числе установок собственного производства);
- Построение дилерской сети интеграторов по коллаборативной робототехнике (роботы Dobot) и сопутствующему оборудованию (сварочное оборудование для роботизации, захваты, устройства смены инструмента, лазеры, системы безопасности, всевозможные аксессуары, необходимые для построения роботизированных решений). Мы заинтересованы в сильных партнерах, поэтому совместно выстраиваем стратегию их развития в качестве интегратора роботов;
- Проведение обучения для потенциальных интеграторов и клиентов.

«Велдинг Групп Самара», «Тесвел», а также ООО «ТСК Волгаэнергопром», ООО «Волгаэнергопром-Сервис», ООО «Самарский Завод Энергия» входят в группу компаний «Волгаэнергопром», которая ведет свою деятельность с 2005 года.

ЦРБТ :

Расскажите, пожалуйста, какие решения в части роботизации производства вы предлагаете.

С. М. :

За 12 лет в данном сегменте мы реализовали множество

проектов для самых различных отраслей промышленности: для пищевой, для горнодобывающей промышленности (получение меди, цинка, никеля), для производства золота, взрывчатых веществ, систем пожаротушения и для многих других отраслей.

Перечень наших компетенций очень обширный, мы осуществляем роботизацию следующих процессов:

- Дуговая сварка всех видов (**MIG/MAG, TIG**, плазменная сварка, сварка под флюсом).
- Лазерная сварка;
- Наплавка всех видов (MIG/MAG, TIG, под флюсом, плазменная, лазерная порошковая наплавка);
- Лазерная и плазменная резка;
- Лазерное термоупрочнение;
- Газоплазменное напыление;
- Фрезеровка;
- Изготовление изделий с применением аддитивных технологий (3D-печать, MIG/MAG);
- Паллетирование, депаллетирование;
- Нанесение клея и герметика;
- Загрузка станков и прессов;
- Логистика объектов на производстве (совместная работа с конвейерными линиями);
- Упаковочные операции;

Metal Inert/Active Gas (MIG/MAG) — это дуговая сварка электродной проволокой в среде защитного газа.

Tungsten Inert Gas (TIG) — это дуговая сварка с использованием неплавящихся вольфрамовых электродов в среде защитного газа.





С каждым годом мы отмечаем, что грамотность заказчиков заметно растет. Более информированные заказчики практически самостоятельно формируют запросы, изучая материалы в интернете, общаясь на выставках, изучая опыт своих конкурентов и т. д.

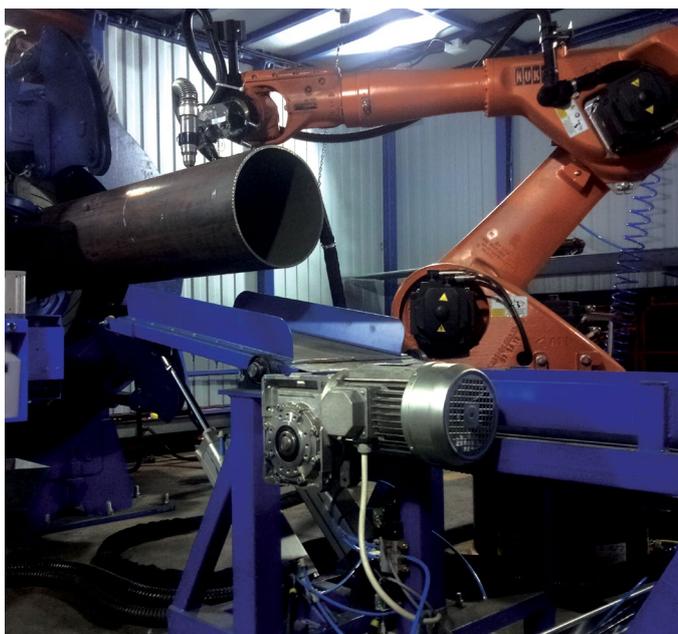


ЦРБТ:
На базе роботов каких компаний вы предлагаете свои решения? Как изменилась ситуация в этом плане за последний год?

С. М.:

Главным партнером для нас всегда была компания KUKA. В 2022 году мы начали применять в своих решениях роботов и других производителей. Одним из главных направлений для нас стали коллаборативные роботы компании Dobot. Это быстрорастущий сегмент: коботов с каждым днем все активнее внедряют в пищевой промышленности, электронике, используют для производства товаров повседневного спроса и т. д. Сейчас ООО «Тесвел» является основным дистрибьютором Dobot в РФ. Мы сами реализовали уже немало проектов на базе таких роботов и активно развиваем интеграторов, готовых работать с данным оборудованием. Всегда на складе имеем несколько моделей в наличии.

Коллаборативный робот (кобот) — это такой робот, который может работать рядом с человеком и при этом не представлять для него опасности. Благодаря наличию системы бесконтактного обнаружения объектов робот способен распознавать приближение человека или какого-либо объекта и останавливаться, чтобы не допустить столкновения.



ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, о наиболее успешных и интересных кейсах. Какого эффекта удалось достичь благодаря роботизации производства?
С. М.:

[1] Роботизированная установка для производства бурозабивных свай

Самые интересные кейсы были для нас одновременно и одними из самых трудных. Потому что мы вместе с заказчиками создавали, по сути, новую технологию производства их продукции. Таким проектом было производство бурозабивных свай для ПАО «Северсталь». Очень интересный проект, где мы с чистого листа изобрели и воплотили в металле роботизированную установку для плазменной резки и сварки.

Особенность данного решения заключалась в том, что мы оснастили робота системой смены инструмента, чтобы он мог по очереди выполнять различные технологические операции: плазменный раскрой трубы, гидравлический обжим наконечника, дуговую сварку наконечника и механическую зачистку сварочных швов. Очень сложный комплекс, но очень интересный. Вручную эти сваи делала бригада из 8 человек. Теперь же с роботизированной установкой работает всего лишь один оператор.

[2] Роботизированный комплекс для производственной логистики

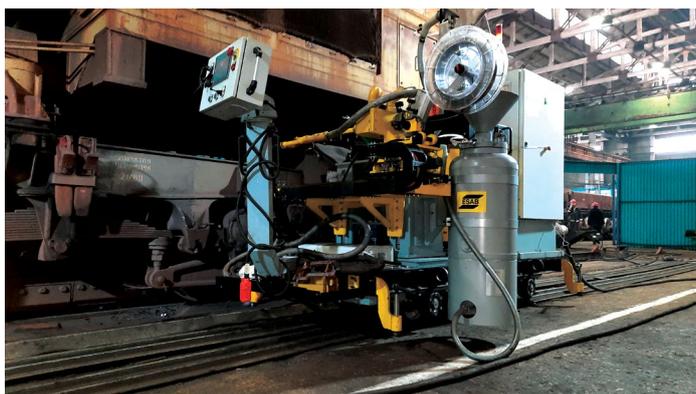


Другой интересный проект — это роботизированный комплекс для производственной логистики на табачной фабрике «БАТ Россия».

В рамках проекта специалисты компании «Тесвел» спроектировали участок конвейера готовой продукции, а также интегрировали в логистическую цепочку оборудование для новой производственной линии, модифицировали программное обеспечение контроллеров, панелей оператора и обработки QR- и штрихкодов. Модернизация производства помогла на 60% увеличить мощности участка паллетизации и повысить точность определения типа коробов.

Робототехнический комплекс (РТК) автоматизирует логистику перемещения коробов с готовой продукцией от станка до склада загрузки поддонов. 8 промышленных роботов, более 300 метров ленточных конвейеров, системы технического зрения, автоматические шаттлы для подвоза пустых поддонов, роликовые конвейеры и палетообмотчики — все эти устройства синхронизированы и управляются единой системой управления.

[3] Установка для наплавки гребней колесных пар электровозов



Есть в нашей копилке совершенно уникальные проекты, которые не имеют аналогов в России. Это станок по наплавке гребней колесных пар, который мы создали для Михайловского горно-обогатительного комбината им. А.В. Варичева. Разработанная и смонтированная специалистами компании «Тесвел» установка позволила автоматизировать проведение ремонта электровозов: восстановление гребней колесных пар теперь осуществляется без непосредственного снятия колесной пары с вагона. Это повысило качество выполняемых работ

и ускорило проведение ремонта за счет сокращения количества подготовительных операций.

Наплавочная установка состоит из двух основных агрегатов. Нижняя моторизованная тележка предназначена для подъема колесной пары электровоза, установки вращателя и вращения колесной пары. На тележке смонтирован механический домкрат грузоподъемностью 30 тонн и вращатель колесной пары.

Верхняя моторизованная тележка производит наплавку, для этого она оснащена сварочным оборудованием (ESAB LAF 1001), источником индукционного нагрева и блоком управления. После завершения процесса наплавки осуществляется контролируемое охлаждение наплавленного слоя и при необходимости ведется подогрев индуктором.

ЦРБТ: Для каких операций и областей применения Вы внедряли роботов чаще всего?

С.М.: Около 70% наших решений — это, конечно же, роботизированная сварка, так как наша компания начинала свою деятельность на рынке сварочных технологий.

ЦРБТ: В каких случаях роботизация и автоматизация наиболее актуальны?

С.М.: Наиболее актуальна роботизация там, где есть рутинная работа. Второй случай — это вредные и тяжелые условия производства. Нужно однозначно убирать оттуда людей и ставить роботов. Третья причина — нехватка сотрудников. У нас на многих предприятиях сохраняется дефицит кадров. Пусть люди выполняют более квалифицированный труд, а остальное нужно отдавать роботам. Бывает так, что сварщиков в принципе в конкретном городе негде взять, кадровый ресурс исчерпан. Так очень часто бывает. **Молодое поколение не очень спешит на завод после окончания вуза. В таком случае предприятие идет на роботизацию вовсе не из-за быстрой окупаемости или экономического эффекта, а просто из-за того, что кому-то выполнять работу с приемлемым качеством.**

« Степень автоматизации не всегда определяется количеством роботов »

ЦРБТ: Для каких категорий производственных предприятий автоматизацию и роботизацию в ближайшей перспективе осуществить будет сложно? В каких случаях можно рассчитывать на довольно быструю окупаемость, в каких — предприятия лучше не роботизировать?

С.М.: Роботизацию сложно осуществить в низкомаржинальных сегментах и на тех производствах, где еще сохраняется дешевая рабочая сила. Например, на производстве дешевой мебели в каком-нибудь небольшом региональном городке довольно затруднительно будет получить положительный эффект от роботизации.

Крупные предприятия в крупных городах с недешевой рабочей силой — добро пожаловать в роботизацию! Есть технологические операции довольно сложные, требующие анализа заготовки, операции, которые сложно однозначно описать и запрограммировать, определить датчиками и оснастить техническим зрением. Там всегда будет сложно внедрить робота. Такие процессы лучше оставить за человеком или все-таки разработать (возможно с нашей помощью) программу стратегического развития предприятия. Есть предприятия, которые, внедряя робота, не меняют стандарты по подготовке производства, не переоснащают заготовительное производство, не ужесточают требования к поставщикам узлов. Там тоже будут проблемы с внедрением роботов. Важно разработать и внедрить новые стандарты, благодаря которым у предприятия снизятся риски при роботизации своих участков. Мы готовы помочь в этом.

ЦРБТ:

За какой промежуток времени можно добиться комплексного уровня автоматизации, максимально приближенного к полному? Сколько роботов при этом может быть задействовано в относительном выражении на крупных предприятиях?

С. М.:

Если производство создается с нуля, то в течение года можно сразу максимально автоматизировать все участки. Роботов может быть и мало, и много, в зависимости от предприятия, особенностей производства, оборудования и задач. У нас был опыт проектирования пищевого производства, где было всего 3 робота, и — проектирование металлообрабатывающего производства, где было 15 роботов. Оба проекта выходили за границы 500 млн руб. Степень автоматизации не всегда определяется количеством роботов.

Внедрение роботов не означает высвобождение сотрудников, а становится стимулом для повышения квалификации рабочих специалистов, которые получают возможность вырасти до инженеров

ЦРБТ:

Как происходит процесс роботизации? Обычно заказчик уже знает, что нужно роботизировать, или просит определить это? Как происходит процесс внедрения роботов?

С. М.:

С каждым годом мы отмечаем, что грамотность заказчиков заметно растет. Более информированные заказчики практически самостоятельно формируют запросы, изучая материалы в интернете, общаясь на выставках, изучая опыт своих конкурентов и т. д. Но зачастую мы вносим серьезные правки в их технические задания (ТЗ) после первой встречи и изучения действующего производства. Часто заказчики не придают значения мелким деталям, которые для роботизации могут быть существенными. Внедрение роботов — это самый сложный момент во

всей роботизации. Когда мы спроектировали, изготовили, смонтировали и запрограммировали робота, начинается внедрение. Потоковые детали могут отличаться от тестовых. В этом случае мы начинаем настраивать комплекс и доводить его работу до идеала. Никто, кроме самого предприятия, не может лучше знать технологические особенности производства, поэтому внедрение РТК — это всегда совместная работа производителя и интегратора. Внедрение — это готовность предприятия меняться и обучать сотрудников. Техническая поддержка онлайн и офлайн с нашей стороны выполняется в обязательном порядке.

ЦРБТ:

Существуют ли в России предприятия, в которых уровень автоматизации — полный? Существуют ли такие, где уровень роботизации комплексный, но максимально приближен к полному? Много ли таких предприятий?

С. М.:

В нашей практике мы встречали предприятия пищевой промышленности с максимально приближенным к полному уровню автоматизации. Это различные производители напитков (Coca-Cola, «Балтика») и кондитерских изделий. Кроме этого, вышеупомянутая компания «БАТ Россия» также имеет максимально приближенный к полному уровню автоматизации. Таких предприятий, на самом деле, немало.

К счастью, робототехника не стоит на месте: сейчас существует уже целый класс роботов, запрограммировать которых сможет любой, кто умеет обращаться с телефоном

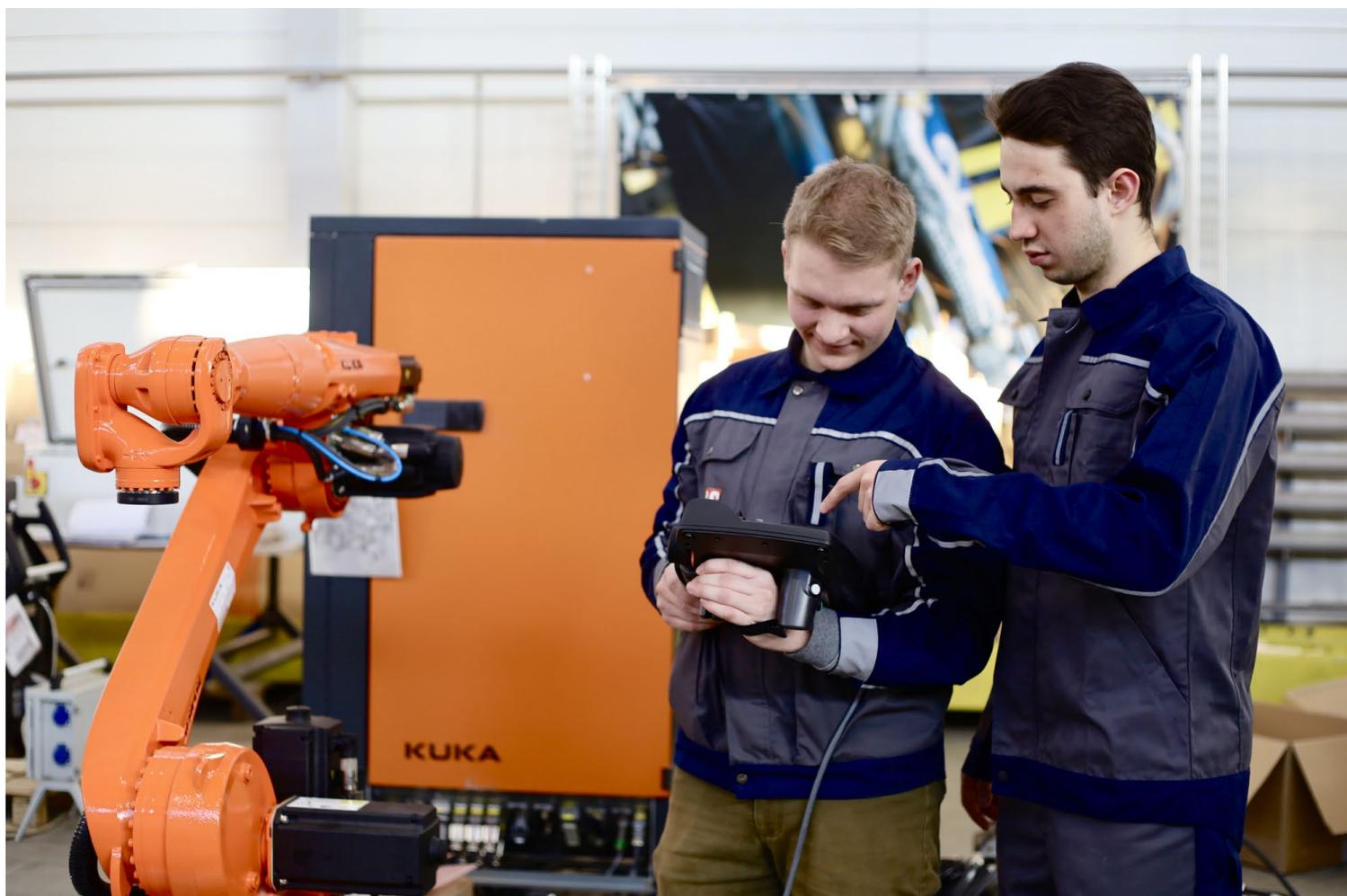
ЦРБТ:

Часто высказываются предположения, что роботизация и автоматизация будут способствовать повышению уровня безработицы. Как Вы оцениваете такую вероятность?

С. М.:

Роботизация ведет к тому, что сокращается количество низкоквалифицированного персонала, то есть сотрудников, которые выполняют рутинную, нередко опасную и физически сложную работу. Но вместе с тем важно понимать, что роботы не могут функционировать без человека: их нужно программировать, производить отладку и отслеживать работу РТК, осуществлять контроль качества готовой продукции и т. д. Поэтому с внедрением роботов на предприятии появляются новые рабочие места. Таким образом, внедрение роботов не означает высвобождение сотрудников, а становится стимулом для повышения квалификации рабочих специалистов, которые получают возможность вырасти до инженеров.

Здесь многие высказывают контраргумент о том, что не все заводчане готовы освоить новые компетенции, повысить уровень квалификации и начать взаимодействовать с роботами: мол, не сможет вчерашний сварщик запрограммировать робота. К счастью, робототехника не стоит на месте: сейчас существует уже целый класс роботов, запрограммировать которых сможет любой, кто умеет обращаться с телефоном. Достаточно будет скачать программу управления роботом из App Store или Google Play и потратить 30 минут на обучение.



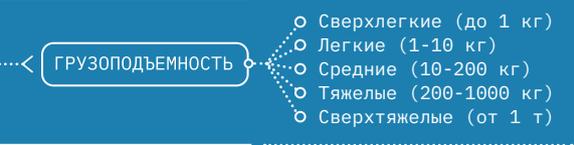
МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛИ:

Сергей Моршанский
при участии Алины Виновой

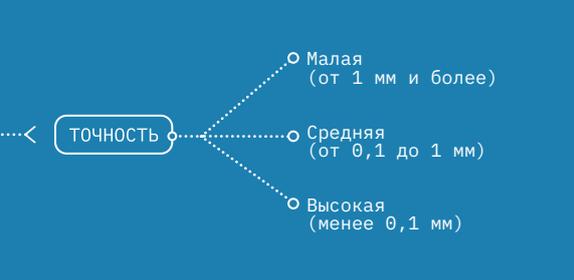
КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ



Выбор способа установки робота осуществляется, как правило, исходя из характеристик рабочего пространства. Наиболее распространены сейчас простые в установке напольные или настольные роботы, которые могут быть установлены на любую горизонтальную поверхность. Более эргономичным является настенное или потолочное размещение роботов, когда они устанавливаются на специальных подвесах и могут перемещаться вдоль стены или потолка. Это позволяет сэкономить место и обеспечить эффективное использование пространства. Однако такое размещение может быть более сложным и дорогостоящим, так как требует монтажа дополнительных установок и креплений. Кроме этого, робот может быть мобильным.



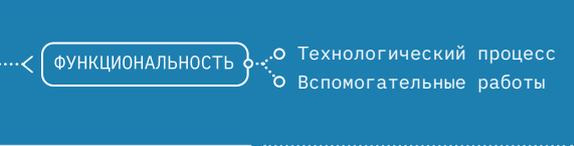
В большинстве случаев в промышленности используются роботы легкой и средней степени грузоподъемности (1-200 кг). Такого рабочего веса достаточно для выполнения существенной части работ на производствах.



Существует три уровня точности робота-манипулятора, которые определяются с помощью его абсолютной погрешности. Этот фактор зависит от особенностей конструкции робота, скорости движения его частей, силы их вибрации. Точность может варьироваться в разных точках рабочей области робота. Еще одним фактором, влияющим на нее, является быстрдействие манипулятора: при повышении скорости выполнения операции его точность зачастую падает. Высокая точность требуется не во всех отраслях, однако есть области, где без нее не обойтись: так, высокоточные роботы используются, например, в электронной промышленности.



Самый оптимальный тип управления роботом – программный: он подразумевает постоянное выполнение заранее заданного сценария. Как правило, именно такой метод используется для управления роботами на промышленных объектах. Ручной способ управления осуществляется с помощью пульта, на котором оператор управляет передвижением робота, а также осуществляет выполнение и корректировку программ.



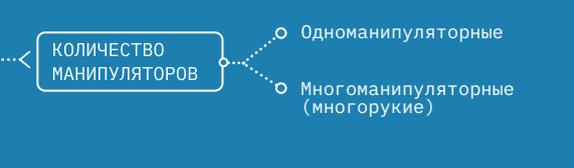
Промышленные роботы на производстве используются для выполнения определенных технологических процессов (например, литье, штамповка, фрезеровка) и для вспомогательных работ (загрузка станков, перенос деталей, удерживание детали)



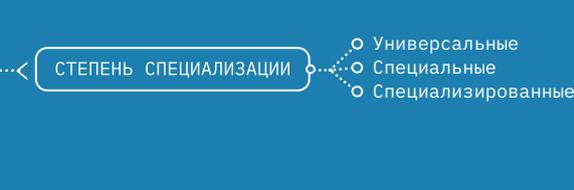
Приводы в роботах позволяют преобразовать подводимую энергию в работу. В роботе может использоваться один из перечисленных приводов либо их комбинация. В последнее время подавляющее большинство промышленных манипуляторов используют электрические приводы.



Кинематическая схема робота-манипулятора представляет собой последовательность соединения его звеньев. Каждое из звеньев может двигаться вдоль оси или вокруг нее, а также имеет свои параметры: например, длина или угол поворота. Кинематическая схема зависит от особенностей конструкции робота и его степеней подвижности: количество поступательных и вращательных степеней определяют форму рабочего пространства робота.



Чаще всего на производстве используются одноманипуляторные роботы, однако в ряде случаев предпочтительными являются многоманипуляторные (многорукие) роботы. Использование сразу нескольких манипуляторов позволяет увеличить концентрацию и производительность рабочих процессов, однако такие роботы сложны в обслуживании, поэтому применяются ограниченно.



Роботов можно условно разделить на три группы, исходя из их универсальности: специализированные роботы занимаются выполнением отдельных операций на конкретном оборудовании, специальные — могут выполнять конкретные операции на различных видах оборудования, в то время как универсальные роботы могут выполнять разные операции на разном оборудовании.

ТИПЫ МОБИЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ



ВИДЫ AGV

- Буксировщик
- С единичной загрузкой
- Паллетная тележка
- Легковой транспортер
- Вилочный погрузчик
- Сборочные линии

Мобильные роботы часто применяются для внутрицеховой и междоцеховой логистики, где решаются обычно такие задачи, как погрузка, разгрузка, хранение, перемещение товаров, поэтому по типу применения их можно классифицировать в зависимости от решаемых задач. Зачастую область применения робота находит отражение в его названии. Так, роботы-погрузчики применяются для загрузки и разгрузки грузов, а также их перемещения и сортировки. Если речь идет о роботе с единичной загрузкой, то такой робот может перемещать грузы в единичных упаковках или контейнерах. Роботы-буксировщики могут перемещать тележки с грузами. Легковые транспортеры предназначены для транспортировки небольших грузов на короткие расстояния. Паллетные тележки применяются для транспортировки паллетированных грузов в помещениях. Сборочные линии могут использоваться для выполнения операций при сборке различных товаров.

КЛАССИФИКАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

AMR — это беспилотное транспортное средство, которое оснащено сложными системами камер, датчиков, оптических радаров. **AGV** принято называть мобильные промышленные платформы, применяемые для перемещения грузов, товаров в производственном процессе или в складском хозяйстве. Их ключевое отличие заключается в уровне их "интеллекта": **AGV** предполагает большую автономность при передвижении и выполнении задач.

ВИДЫ AMR

- Для перевозки
- Для сборки и упаковки
- Для сортировки
- Для инвентаризации

Как и AGV, они нашли широкое применение при выполнении логистических операций по сбору и доставке грузов от места разгрузки деталей до места сортировки или хранения и на складах, где грузы перемещаются к точке комплектования заказа и непосредственно к пункту выдачи. Однако они оснащены системами камер, датчиков, оптических радаров, поэтому считаются более современными и могут быть использованы для ряда задач, недоступных для AGV. AMR также можно классифицировать по типу выполняемых операций.

СПОСОБ ОРИЕНТАЦИИ (НАВИГАЦИОННЫЕ СХЕМЫ)

- Глобальные
- Локальные
- Персональные
- Смешанные

Способ ориентации робота зависит от того, как он определяет свои координаты. Так, роботы с глобальными навигационными схемами определяют свои координаты при движении по заранее заданному маршруту; роботы с локальными схемами — определяют их относительно стартовой точки; роботы с персональными схемами ориентируются в пространстве, анализируя свое положение относительно других объектов.

Смешанные навигационные схемы представляют собой комбинацию представленных выше вариантов.

КЛАССЫ ШАССИ

- Колесные
- Гусеничные
- Шагающие
- Гибридные (комбинированные)
- Сочлененные

Шасси представляет собой совокупность частей, обеспечивающих передачу механической энергии от двигателей к активным элементам движителя. Как следует из названий, они классифицируются по своим основным элементам. Колесные шасси (в них используются, например, колеса Илона, всенаправленные колеса и т. д.) — наиболее распространенный тип, который обеспечивает высокую маневренность и скорость передвижения на ровной поверхности. Гусеничные шасси (отличаются наличием или отсутствием поддерживающих катков) обеспечивают высокую проходимость на неровной поверхности и позволяют роботу преодолевать препятствия. Шагающие шасси состоят из набора конечностей, соединенных с помощью сочленений и приводов. Такие шасси могут помочь роботу передвигаться по неровной поверхности и выполнять сложные маневры. Гибридные шасси сочетают в себе преимущества различных механизмов: например, это может быть сочетание колесного и гусеничного шасси. Сочлененные шасси передвигаются за счет движений в междоульных шарнирах.

МЕТОДЫ НАВИГАЦИИ

- Магнитная навигация
- Лазерная навигация
- Свободная навигация
- Инерциальная навигация
- Навигация по проводам
- Навигация по меткам с QR-кодом
- Оптическая навигация по дорожке

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор навигационного метода должен зависеть от конкретных условий работы робота и выполняемых задач.

Магнитная навигация (с помощью лент или точек) заключается в установке магнитных лент или специальных точек на полу, определяющих маршрут движения робота.

Лазерная навигация осуществляется благодаря установленным на робот лазерным датчикам, которые определяют расстояние до препятствий и помогают ему избежать столкновений.

Естественная (свободная) система навигации обеспечивается с помощью карт, построенных бортовыми системами, и специализированного программного обеспечения. Робот с естественной навигацией изучает пространство вокруг, запоминает свое местоположение и способен планировать путь от одной путевой точки до другой.

Инерциальная навигация основана на свойствах инерции тел. Она является автономной и не требует наличия внешних ориентиров или поступающих извне сигналов.

Навигация по проводам (электромагнитная навигация) осуществляется за счет электромагнитного датчика, который направляет робота вдоль заложенных под полом проводов с протекающим низкочастотным током.

Робот, использующий навигацию по меткам с QR-кодом, сканирует их своими камерами. Получив обратную связь, робот определяет свое местоположение.

Оптическая навигация по сути своей схожа с навигацией по магнитной ленте, однако в этом случае используется цветная линия, которая сканируется камерой и распознается благодаря функции обработки изображений.

АВТОНОМНОСТЬ

- Роботы первого поколения
- Роботы второго поколения
- Роботы третьего поколения (автономные роботы)

Роботы первого поколения перемещаются согласно заданному маршруту и выполняют заложенную последовательность действий. Роботы второго поколения также работают по заданным заранее программам, но при этом способны анализировать информацию, поступающую от датчиков и реагировать на нее, например, меняя скорость передвижения. Автономные устройства, или роботы третьего поколения — это интеллектуальные роботы, способные на самостоятельную работу в различных внешних условиях, то есть роботы, не требующие вмешательства человека. Следует отметить, что такому роботу необходим сложный софт, большое количество технических средств и высокие вычислительные мощности.

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ

- Автоматические
- Дистанционно управляемые
- Ручные

Автоматическое управление может быть реализовано с помощью различных алгоритмов и программного обеспечения. Автоматическое управление может быть адаптивным, программным или интеллектуальным.

Дистанционное управление роботом позволяет оператору контролировать его движения и выполнение задач на расстоянии, что может быть особенно полезно в опасных условиях или в труднодоступных местах. Для дистанционного управления роботом могут использоваться радиоуправление, инфракрасное управление и Bluetooth.

Ручное управление роботом позволяет оператору контролировать его движения в режиме реального времени, что может быть особенно полезно при выполнении сложных задач, требующих точности и скорости. Для ручного управления роботом используются различные технологии: например, механические, гидравлические и пневматические системы. Примером роботов с ручным управлением могут быть шарнирно-балансирные или экзоскелетные роботы.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА: Лейсан Василова

ДМИТРИЙ ЗАЙЧЕНКО



Мы видим свое главное преимущество в кастомизации, потому что запросы, с которыми к нам обращаются, часто предполагают создание нестандартных решений



Компания: Aripix Robotics
Дата основания: 2018 год

Дмитрий Зайченко
Коммерческий директор «Aripix Robotics»



Робот-манипулятор Agirix для укладки свинцовых и алюминиевых слитков в печь, завод «Москабель»

« Не все готовы рискнуть и стать полигоном для опытно-промышленных испытаний »»

ЦРБТ:

Расскажите, пожалуйста, о том, как была создана ваша компания.

Д.З.:

Компания Agirix была основана в 2018 году. Ее основатель, Андрей Спиридонов, до этого владел конструкторским бюро, где он занимался различными инженерными разработками. В ходе работы он посещал заводы, где ему, например, ставили задачу внедрить устройство, которое будет перекладывать изделия с места на место. Существовавшие на рынке решения для автоматизации таких процессов были иностранными и дорогими, нужен был более дешевый аналог отечественного производства. Столкнувшись с этой проблемой, он и разработал в 2018 году первый прототип робота Agirix, который начал демонстрировать на выставках. В 2019 году венчурный фонд Genesis Technologies профинансировал разработку, и в результате был реализован первый робот, поступивший в продажу. К концу 2019 года этот робот уже начал работать на заводе «Москабель». С этого момента началось развитие компании Agirix, разработка новых моделей.

После пандемии интерес к роботам повысился, все поняли, что нужно автоматизировать производство, нужно заменять людей там, где им приходится заниматься цикличным, физически и психологически сложным трудом. Однако зачастую такой интерес является временным: случается всплеск, а потом заказчики решают — нет, из Китая привезти дешевле. На данный момент определенный спрос на нашу продукцию есть — у нас появляются проекты в разных индустриях: строительной, пищевой, металлообрабатывающей. Все эти годы мы действительно продолжаем развиваться, хотя есть определенные сложности: не все готовы рискнуть и стать полигоном для опытно-промышленных испытаний. В прошлом году мы ожидали мощного рывка [резкого повышения спроса на роботизацию и автоматизацию], готовились к нему, но в силу ряда обстоятельств основную часть контрактов и договоренностей пришлось перенести на этот год.

ЦРБТ:

Сколько сотрудников на данный момент работает в компании Agirix? Что отличает роботов Agirix от конкурентов, в чем их преимущества?

Д.З.:

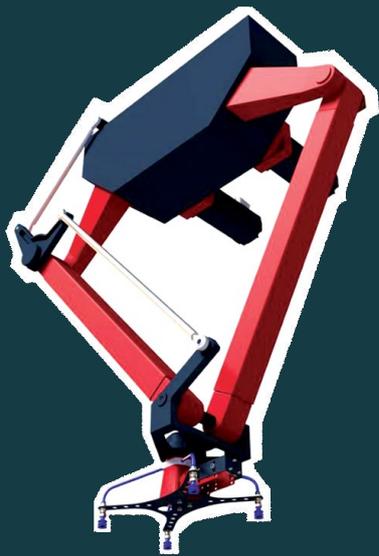
В компании сейчас работает около пятнадцати человек: это разработчики, программисты робототехники,

дизайнеры, коммерческий директор. Помимо того, что мы собираем роботов, мы сделали и собственные «мозги» для них. В целом вся электроника сделана нашими руками, поэтому для нас не составляет труда быстро подстроиться под различные задачи, поставленные заказчиком. Это возможно благодаря особой кинематической схеме и модульной системе, внутри которой можно менять двух-, трех-, шестиосевых роботов. Также на наши роботы устанавливается наше собственное программное обеспечение (ПО). Это очень важный фактор, который, в том числе, обеспечивает безопасность: если все ПО будет написано нами, то внедриться в него практически невозможно, потому что не будет доступа извне.

В целом мы очень клиентоориентированы. Мы готовы быстро подстроиться под нужды заказчика и сделать что-то уникальное, то, чего нет на рынке, если мы видим потребность и потенциал этой разработки, — у нас работают очень талантливые ребята. Таким образом, мы видим свое главное преимущество в кастомизации, потому что запросы, с которыми к нам обращаются, часто предполагают создание нестандартных решений.



По заявлению производителя, **Agirix A1** является первым российским промышленным универсальным роботом-манипулятором с искусственным интеллектом и машинным зрением



Шарнирный робот **Aripix Delta**

ЦРБТ: Расскажите, пожалуйста, о вашем опыте работы с крупными компаниями. Какие интересные, необычные задачи вы решали, какие достижения можете выделить?

Д.З.: Один из наших крупных проектов был реализован в прошлом году. Это пять роботов, установленных на заводе по производству металлических изделий. Мы сделали автоматическую линию: продукция едет по ленте, роботы передают заготовки друг другу, и самостоятельно шлифуют, приваривают их. Такой проект позволил увеличить производительность в два раза, при этом людей там стало в разы меньше. Освободившиеся сотрудники, в свою очередь, были переведены на другие задачи.

Еще один проект, над которым мы работаем, — автоматизация на производстве овсяного печенья. Сейчас там задействовано семь-восемь человек, которые укладывают печенье в коррексы, и в дальнейшем мы планируем полностью автоматизировать этот процесс. На данный проект у нас много других потенциальных заказчиков: на кондитерских производствах работает много людей, при этом они постоянно меняются, кто-то болеет, кто-то увольняется, и это лишняя головная боль для руководителя, которую могла бы предотвратить установка роботов.



Роботизированный комплекс **Aripix** осуществляющий подбор, сортировку и формирование стопок из керамической плитки.

ЦРБТ: Внедряете ли вы искусственный интеллект в свои устройства? Насколько такой робот будет дороже? Как обучаются такие роботы?

Д.З.: Конечно, у нас есть роботы с ИИ, мы занимаемся такими проектами. Например, робот обучается определять дефекты произведенных изделий и отбраковывать их. Однако ИИ мы устанавливаем далеко не во все устройства — это зависит от поставленных задач. Если продукция едет по конвейеру, и роботу нужно просто ее перегружать и складывать на поддон, то необходимости в этом нет: в таком случае он выполняет одну из заранее заданных программ. ИИ нужен для более сложных задач: например, у нас есть проект, где роботы выкладывают плитку. Один из них берет плитки из стопки, потом они обрабатываются машинным зрением, чтобы определить их цвет и возможные дефекты, а другой робот выкладывает эти плитки в соответствии с рисунком, собирая мозаику. Чтобы обучить такого робота, мы загружаем в него определенное количество картинок, с которыми ему предстоит работать, и впоследствии робот распознает, что он перед собой видит, обращаясь к этой базе. Количество данных для обучения может быть разным, в зависимости от необходимого уровня детализации, например, в упомянутом мною случае использовалось около трехсот картинок. Что касается цены, думаю, такой робот будет на **20-30%** дороже.

ЦРБТ: Проводите ли вы обслуживание установленных роботов, или заказчик делает это сам? Насколько заказчик зависит от вас впоследствии, если с роботом что-то случается?

Д.З.: Конечно, сначала мы внедряем робота, а потом сопровождаем его. В наших роботах установлена наша собственная операционная система, поэтому обратиться к стороннему оператору будет затруднительно. Разработка собственного ПО — наша отличительная черта, которая позволяет заказчику обрести независимость от иностранных поставщиков. Многие боятся брать российских роботов, потому что в устройствах заказчиков, с которыми роботу предстоит взаимодействовать, в основном установлено другое ПО, но мы можем встроиться в любую систему. Кроме того, мы можем обучить заказчиков работе с нашей системой, чтобы впоследствии они могли дописывать или корректировать ее под свои нужды. Мы абсолютно открыты.

ЦРБТ: Почему компании, подобные вашей, важны для государства?

Д.З.:

Здесь я могу привести несколько аргументов.



Мы должны автоматизировать все возможные процессы, уходить от ручного труда. Тогда и люди будут жить дольше и лучше



Во-первых, мы позволяем обрести независимость от западных производителей. Во-вторых, автоматизация ведет к росту промышленности, благодаря чему снижается себестоимость продукции. Мы движемся к четвертой промышленной революции, мы должны автоматизировать все возможные процессы, уходить от ручного труда. Тогда и люди будут жить дольше и лучше.

К сожалению, есть такой стереотип, что роботы просто забирают рабочие места, хотя на самом деле они обеспечивают рост промышленности. Люди должны заниматься более креативным, более мыслительным

трудом. Например, сто лет назад люди плугом пахали землю, а сейчас по заданным координатам ездит беспилотный трактор, который засеивает участок. В том же сельском хозяйстве есть чем заняться, но не хватает людей. Таким образом, роботы забирают у людей только тяжелый, утомительный труд.

ЦРБТ:

С какими основными трудностями сталкиваются отечественные производители робототехники?

Д.З.:

В первую очередь, нам не хватает содействия от крупных игроков: часто они предпочитают заказывать роботов из Китая. Понимаете, производить — это не просто взять и начать делать. Часто мы слышим: вы делаете крутые вещи, молодцы, но давайте так — потренируйтесь где-нибудь в другом месте, и потом приходите к нам.

Еще одна проблема заключается в том, что для таких предприятий, как наше, не предусмотрено достаточно мер господдержки. Поэтому, хотя мы и подаемся на различные гранты, пока нам не удалось их получить. Как правило, меры поддержки рассчитаны на крупные компании, у которых есть административные ресурсы и оборотный капитал на собственные разработки. А мы — мелкий бизнес. Кроме того, на мой взгляд, государство должно поддерживать производителей и другими способами, например, обязывать предприятия внедрять определенный процент российских роботов.

Также иногда складывается ощущение, что некоторые заказчики до сих пор не готовы к внедрению роботов, потому что в их представлении роботизация — очень дорогой процесс. Когда я объясняю, что наши роботы дешевле зарубежных, мне не верят, мол, откуда у вас производство роботов. Конечно, в ответ нужно предложить еще раз посчитать, поговорить, пообщаться, в таких случаях люди часто меняют свое мнение. Иными словами, мы сталкиваемся со скептицизмом, который присутствует по отношению к новым технологиям.

ЦРБТ:

Возможно, те, кто лишился своих рабочих мест вследствие автоматизации, не разделяет Вашего оптимизма. Что делать людям, которые в силу каких-то обстоятельств не могут переучиться и стать робототехниками?

Д.З.:

Я не могу гарантировать трудоустройство для всех, кого на рабочем месте заменил робот, но могу с уверенностью сказать, что в большинстве случаев на производствах не хватает сотрудников, потому что персонал часто увольняется в силу тех или иных причин, а найти людей на замену не всегда возможно. Одна из причин такой текучки кадров — это то, что персонал постоянно меняется. Соответственно, работодателю нужно постоянно обучать людей: люди начинают работать и увольняются через три месяца. К тому же, если заказчик хочет увеличить производительность, то ему нужно увеличивать штат, но с поиском новых кадров возникают сложности.

« **При надлежащем руководстве роботизация должна благоприятно повлиять на рынок труда** »



В качестве примера расскажу об одном из наших последних проектов: в Калужской области есть завод по производству печенки. Городок совсем маленький — четыре тысячи человек, можно сказать, там это одно из ключевых производств. Тем не менее, на заводе уже четыре робота и владелец завода планирует поставить еще. Благодаря роботам увеличилась производительность: была одна линия, а стало — три или четыре. Рост производства ведет к появлению новых рабочих мест: люди переходят на новые позиции,

обороты завода увеличиваются, прибыли становится больше. Подчеркну: при надлежащем руководстве роботизация должна благоприятно повлиять на рынок труда. Сотруднику, которого заменил робот, необязательно переучиваться на робототехника, ведь на том же заводе есть много других позиций. Если производство увеличивается, например, со ста до двухсот единиц, то при этом увеличиваются и объемы других задач по другим направлениям — логистике, маркетингу, — то есть появляются новые вакансии. В целом, я считаю, что необязательно становиться робототехником — обязательно не стоять на месте.

ЦРБТ:

Как Вы оцениваете потенциал отечественного рынка робототехники в целом и в части импортонезависимости? Считаете ли Вы, что импортонезависимость важна для страны?

Д.З.:

Потенциал — огромный. Емкость рынка очень велика и потребление роботов точно нужно везде. Есть предварительная оценка на 2023 год: на производстве будет установлено три тысячи роботов, из которых, наверное, штук пятьдесят будет российских — это очень маленький процент. Вот куда мы должны расти.

Про импортонезависимость хочу сказать, что она важна в определенной мере, но дело в том, что сложно наладить масштабное производство только для внутреннего рынка. Как бы ни хотелось сказать, что мы должны быть независимыми, но это не всегда возможно — каждый в мире отвечает за что-то свое. Есть какая-то специфика производства, и в любом случае должно происходить какое-то взаимодействие: ты не можешь делать все, потому что нет достаточного рынка сбыта, а если нет рынка сбыта, ты производишь мало и не можешь достигнуть конкурентоспособных цены и качества. Конечно, мы к этому идем, но я думаю, что стопроцентной импортонезависимости быть не может. Я патриот своей страны, я понимаю, что важно производить свою продукцию, но при этом я сторонник разумного импорта, взаимодействия с другими странами — на мой взгляд, это важно, в том числе, и для роста экономики.

ЦРБТ:

Закупаете ли вы комплектующие из других стран, в частности, из Китая? Испытываете ли вы сложности с поставками?

Д.З.:

Конечно, мы закупает что-то из-за рубежа — микросхемы, приводы — их доля составляет порядка 10-15%. Тем не менее, в основном мы делаем все сами: вытачиваем “железо” на своем производстве, потом собираем робота, программируем его. Сейчас ведется плотная работа над тем, чтобы можно было полностью собрать робота из российских комплектующих. Думаю, это станет возможно к концу текущего или в начале следующего года. Но здесь мы снова сталкиваемся с отсутствием рынка сбыта: у нас есть такие показатели, как количество роботов на количество рабочих мест, и мы отстаем от лидеров в десятки раз, что подразумевает небольшой рынок сбыта. Куда продавать производимые составные части? При отсутствии серийности невозможно сделать продукцию дешевой. В основном производства предпочитают закупать все из Китая, пока это возможно, ведь в Китае те же комплектующие производятся миллиардами, а у нас — десятками. Что касается сложности с поставками, то мы с этим не столкнулись. Мы — не особо крупное производство, поэтому нам нужно относительно немного, тем более, что многие комплектующие у нас закуплены на год вперед.

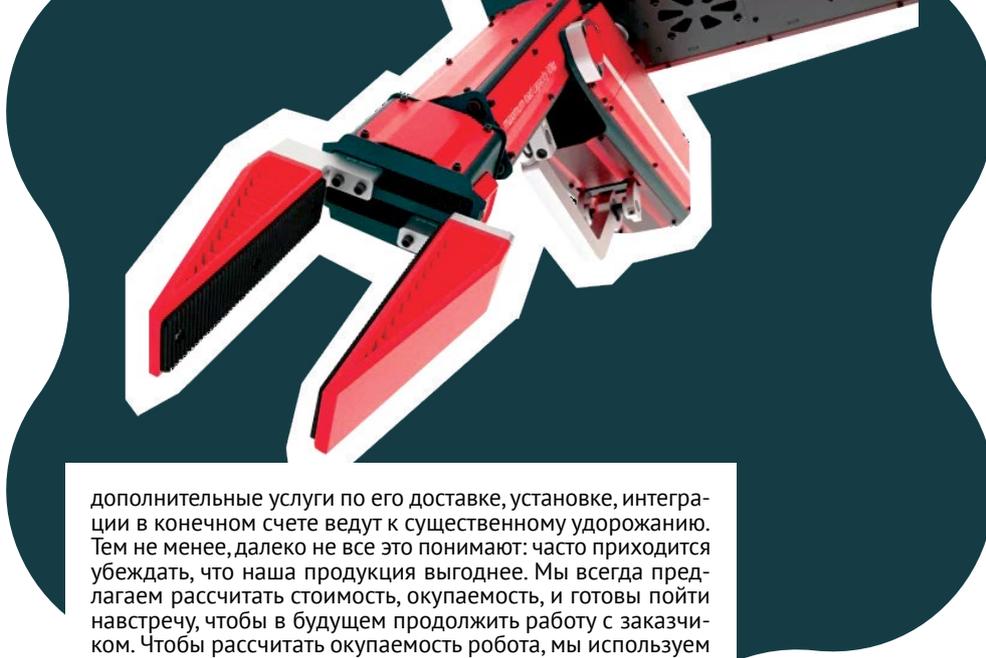
ЦРБТ:

У Agirix пока нет серийного производства. Почему, в таком случае, ваши роботы дешевле импортных аналогов? Как рассчитывается окупаемость робота?

Д.З.:

Наш робот будет стоить дешевле, потому что интеграторы могут брать за свои услуги до 100% накрутки. Возможно, “голый” робот из-за рубежа стоил бы меньше нашего, но все





дополнительные услуги по его доставке, установке, интеграции в конечном счете ведут к существенному удорожанию. Тем не менее, далеко не все это понимают: часто приходится убеждать, что наша продукция выгоднее. Мы всегда предлагаем рассчитать стоимость, окупаемость, и готовы пойти навстречу, чтобы в будущем продолжить работу с заказчиком. Чтобы рассчитать окупаемость робота, мы используем специальный калькулятор. Например, мы понимаем, что рабочий обходится работодателю в среднем в 50 тысяч рублей в месяц. Наш робот, заменяющий этого рабочего, окупится за два-три года. Это даже меньше среднего периода окупаемости, хотя необходимо отметить, что речь тут идет о небольших и средних производствах. Если брать крупные производства, например, машиностроение, для них срок окупаемости будет выше: примерно пять-шесть лет.

ЦРБТ:

Какие цели стоят перед Agipix на данный момент? На каких отраслях вы планируете сфокусироваться?

Д.З.:

Конечно, мы хотим укрепить свои позиции на отечественном рынке. Если будут инвестиции, этот процесс пойдет быстрее: в прошлом году с инвестициями было туговато, и мы надеемся, что в этом году все как-то поменяется, возможно, появятся и новые возможности со стороны государства. Помимо этого, нужно выходить на другие рынки, ориентироваться, например, на Ближний Восток, Азию, где все активно развивается.

« Наш приоритет — быстрота и простота сборки наших систем »»

Нам хочется открыть производство за рубежом, и в нашем случае сделать это довольно легко: наши системы собираются, как конструктор. Наш приоритет — быстрота и простота сборки наших систем. Пока мы ведем переговоры: общались с Индией, с Казахстаном, с Белоруссией. Надеемся, что в этом году уже состоятся первые продажи. Что касается наиболее перспективных отраслей, для себя мы можем выделить пищевую промышленность: роботов в ней мало, а людей работает неимоверное количество — для нас эта индустрия стала одной из целей. Однако сами производители в пищевой отрасли, как заказчики, к этому не всегда готовы: если в машиностроении есть понимание, что нужен, например, робот для сварки, то здесь пока таких ожиданий нет. Но при этом донести до заказчика преимущества роботизации будет проще, потому что окупаться такой робот будет быстрее, а значит, это очень перспективно.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛИ: Лейсан Василова, Гузель Низамова

CHARLATTE AUTONOM Тестирует Автономную Систему Багажа в Аэропорту Франкфурта

NAVYA и Charlotte Manutention развернули систему Tract Autonom AT135 в аэропорту Франкфурта (Германия) в рамках испытательной эксплуатации. Система соединит второй и строящийся третий терминалы аэропорта Франкфурта, расстояние между ними составляет 8 км.

Аэропорт развернет систему на двух маршрутах: по первому будут перемещаться багажные прицепы в помещении и на улице, второй будет предназначен для перемещения крупногабаритных грузов по улице.

По словам представителей компании, эти маршруты учитывают различные сценарии, с которыми автономное транспортное средство может столкнуться на территории аэропорта. Они отметили, что системе придется взаимодействовать с другими транспортными средствами, тракторами, автоцистернами, наземным вспомогательным оборудованием и сотрудниками аэропорта.



Источник фото:



В ОЭЗ «ТЕХНОПОЛИС МОСКВА» РАЗРАБОТАЛИ РОБОТА-АМФИБИЮ

Столичная компания разработала многофункционального робота-амфибию, который поможет устранить последствия аварий на различных затопленных объектах, атомных станциях и шахтах. Он способен работать на глубине до четырех метров, поднимать и переносить до 25 килограммов груза под водой, а также разбирать завалы после землетрясения. Производство предприятия локализовано на территории особой экономической зоны (ОЭЗ) «Технополис Москва». Об этом сообщил руководитель городского Департамента инвестиционной и промышленной политики Владислав Овчинский.



Источник фото: Департамент инвестиционной и промышленной политики города Москвы



ЮРИДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В РФ

Развитие робототехники влечет за собой необходимость правового регулирования отрасли. Адекватная нормативно-правовая база может обеспечить безопасность и защиту людей, связанных с роботизацией, а также гарантировать этическое и ответственное поведение по отношению к роботам. В рамках данной статьи мы рассмотрим, какие шаги для создания такой базы предпринимаются и будут предприняты в ближайшем будущем в РФ с учетом существующих тенденций.

ИМПОРТОНЕЗАВИСИМОСТЬ /



Вопрос импортозамещения в последние годы является одним из трендов российской экономики. Однако сейчас перед нашей страной стоит вопрос не только импортозамещения, но и импортонезависимости, которая также является важным фактором экономического и технологического развития страны. В отличие от импортозамещения, импортонезависимость подразумевает создание отечественных продуктов не по образцу уже имеющихся аналогов, а зачастую «с нуля». Конечно, чтобы создавать новое, а не копировать уже имеющееся, необходимо вложить много усилий: в этом направлении должны двигаться и бизнес, и наука, кроме того, нужно создать нормативно-правовую базу, обеспечить налаживание производства. Все это, разумеется, требует временных и финансовых вложений. Однако при успешном развитии сценария возможно закрыть не только текущие потребности производства, но и выйти на опережение, что могло бы стать особенно актуальным в областях, связанных с передовыми технологиями.

Если говорить о сфере высоких технологий в целом и робототехнике в частности, то можно отметить, что курс на импортозамещение в этом направлении был взят уже давно, и текущая геополитическая обстановка лишь форсировала развитие событий. Внутреннему производству уделяется все больше внимания: так, госсектор уже перешел на «железо» и софт отечественного производства. Вероятно, такие замены вскоре произойдут и в других областях нашей жизни.

Многие эксперты сходятся во мнении, что для обеспечения технологического суверенитета и развития экономики государства также необходимо внедрять наиболее современные робототехнические достижения во многие процессы: в первую очередь, это, конечно, производство и образование. Российская робототехника сейчас переживает важный этап своего развития благодаря внешним стимулам. Несмотря на то, что пока она находится в стадии становления, можно заметить, что ее динамичное развитие дает надежду на скорейшее достижение намеченных целей.

Тем не менее, развитие отрасли невозможно без создания адекватной и релевантной нормативной базы. Для России этот путь еще только начинается, и в данной статье будут рассмотрены, в частности, существующие документы и планы по совершенствованию правового регулирования в сфере робототехники.



СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И РОБОТОТЕХНИКИ //



Конечно, говоря о робототехнической сфере, необходимо упомянуть Концепцию развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года. Она была утверждена распоряжением

Правительства Российской Федерации в августе 2019 года. Концепция представляет собой изложение основных идей, связанных с развитием и регулированием робототехники и искусственного интеллекта. Документ определяет принципы, цели и задачи регулирования отношений в данной сфере, обозначает существующие проблемы.

Целью реализации документа является стимулирование разработки, внедрения и использования высоких технологий, создание систем ИИ и робототехники в доверенном и безопасном исполнении. Для достижения этих целей ставятся следующие задачи:

- создание основ правового регулирования новых общественных отношений, формирующихся в связи с применением систем ИИ и робототехники, которые будут иметь преимущественно стимулирующий характер;
- определение правовых барьеров, затрудняющих разработку и применение систем ИИ и робототехники в различных отраслях экономики и социальной сфере;
- формирование национальной системы стандартизации и оценки соответствия в области технологий ИИ и робототехники.

В Концепции отдельно рассматриваются отрасли, где планируется совершенствовать нормы применения технологий искусственного интеллекта и робототехники (Отраслевые направления совершенствования регулирования применения технологий искусственного интеллекта и робототехники).

Так, в ней
представлены:

- сфера охраны здоровья граждан;
- транспортная сфера;
- градостроительная деятельность;
- реализация концепции «умного города»;
- финансовая сфера;
- промышленная сфера;
- космическая деятельность.



Для каждой из сфер Концепция определяет существующие барьеры и возможные пути их преодоления, необходимость роботизации искомой сферы и планы по ее реализации.

Кроме представленных выше пунктов, Концепция рассматривает различные направления развития правового регулирования в сфере искусственного интеллекта и робототехники. Кроме общих нормативных актов, здесь рассматриваются и более частные вопросы: например, страхование и разграничение ответственности за вред, причиненный системами искусственного интеллекта или роботами; совершенствование правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности; совершенствование режима оборота информации и другие.

Реализацией Концепции будут считаться принятые к 2024 году следующие нормативные акты в сфере ИИ и робототехники по следующим направлениям:

- расширение регуляторных мер для финансового стимулирования развития технологий искусственного интеллекта и робототехники;
- создание механизмов упрощенного внедрения технологий искусственного интеллекта и робототехники;
- решение общетрасловых задач развития законодательства Российской Федерации, включая обеспечение безопасности систем искусственного интеллекта и робототехники;
- снятие отрасловых барьеров для внедрения технологий искусственного интеллекта и робототехники;
- совершенствование режима оборота данных для целей развития искусственного интеллекта и робототехники;
- совершенствование системы технического регулирования в сферах искусственного интеллекта и робототехники;
- участие в разработке актов в сфере искусственного интеллекта и робототехники на международном уровне.



ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ «СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ «КОМПОНЕНТЫ РОБОТОТЕХНИКИ И СЕНСОРИКА»

/// /

ДК СЦТ «Компоненты робототехники и сенсорики», представленная в 2019 году, является одной из составных частей реализации Федерального проекта «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Дорожная карта была разработана при непосредственном участии Университета Иннополис.

В документе представлены:

- перечень субтехнологий;
- цели и ожидаемые результаты внедрения и распространения технологии;
- оценка влияния на социальный прогресс, экономическое развитие и технологическое лидерство страны к 2024 году;
- перечень барьеров развития и мероприятия по их устранению;
- ключевые проекты и стимулирующие мероприятия к реализации;
- другие комплексные мероприятия развития СЦТ.

Направления Дорожной карты были сгруппированы по задачам и методам. Таким образом, в документе представлены следующие субтехнологии (в порядке приоритизации):

- Сенсоры и цифровые компоненты робототехнического комплекса (РТК) для человеко-машинного взаимодействия;
- Технологии **сенсорномоторной координации** и **пространственного позиционирования**;
- Сенсоры и обработка сенсорной информации.

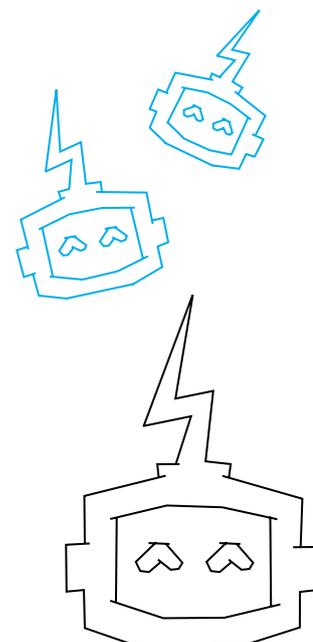
СЕНСОМОТОРНАЯ КООРДИНАЦИЯ — согласованность движений и зрительного восприятия.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ — описание координат объекта в двухмерном или трехмерном пространстве.

Для каждой субтехнологии были определены технологические компоненты, уровень готовности, качественные критерии, ключевые характеристики.

Ожидается, что реализация Дорожной карты **позволит вывести страну на качественно новый уровень и оказать заметное влияние на технологическое лидерство, экономическое развитие и социальный прогресс**. Количественным результатом станет увеличение числа установок робототехнических систем отечественного производства (с 16 до 80 установок к 2024 году), увеличение технических решений и научных публикаций.

Согласно документу, планируется, что будут достигнуты цели сразу в трех упомянутых выше сферах. Тем не менее, для этого необходимо преодолеть ряд барьеров: законодательных, технологических, социальных, экономических и научных.



// / ЗАКОНОПРОЕКТ КУТЕПОВА /



Развитие робототехники подталкивает государственный аппарат в том числе к принятию релевантных законов федерального уровня. Важной вехой на этом пути стал законопроект, внесенный на рассмотрение в Минэкономразвития и Минцифры. Он был подготовлен главой комитета Совета Федерации по экономической политике Андреем Кутеповым. Законопроект должен стать первым нормативным документом в РФ, регулирующим сферу оборота роботов.

Согласно документу, робот — это «продукт достижений цифровых технологий, состоящий из двух или более составных частей. Робот управляется заложеной в него компьютерной программой, способный как к выполнению заранее запрограммированных человеком действий, так и к автономному решению задач».

Кутепов предлагает разделить существующих роботов на две группы: служебные и гражданские. Предполагается, что служебные роботы, которые, в свою очередь, делятся на военные и правоохранительные, будут заниматься вопросами защиты интересов государства и общества, а гражданские — заниматься обслуживанием граждан и частных компаний.

Важной частью законопроекта является установление основных принципов нормативного регулирования сферы робототехники.

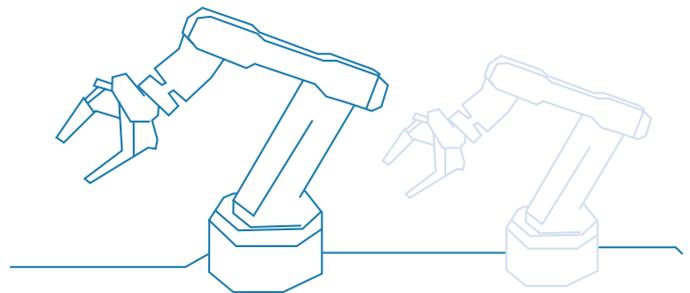
СРЕДИ КЛЮЧЕВЫХ ЦЕЛЕЙ ОБОЗНАЧЕНЫ:

- благополучие человека и гражданина;
- безопасность личности, общества и государства;
- регуляторное воздействие, основанное на риск-ориентированном подходе;
- безопасность робототехнических технологий;
- открытость информации о технологиях робототехники.

Роботов также будут разделять на четыре класса: от неопасных до высокой степени опасности. Пока что критериев, согласно которым роботы будут разделены по категориям, не существует: их должно будет выработать правительство.

Одним из пунктов законопроекта также является запрет на использование роботов, которые способны принимать решения самостоятельно или которым «намеренно приданы свойства, обеспечивающие их применение с использованием оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств либо иного вооружения, иной военной техники, химического, биологического, токсинного, а также другого вида оружия массового поражения»: очевидно, подразумевается, что такие роботы могут быть использованы во вред человеку.

Важным моментом законопроекта является предложение использовать робота по лицензии. Получить ее смогут не все: так, возможности пользоваться последними достижениями робототехники будут лишены иноагенты, предприниматели с непогашенной судимостью за экономические преступления, а также граждане, имеющие судимость по средним, тяжким и особо тяжким статьям.



КАКИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ БЫЛИ ПРИНЯТЫ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРАВОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В СФЕРЕ РОБОТОТЕХНИКИ?

ПЕСОЧНИЦА



Одной из мер для совершенствования правовых отношений в сфере робототехники в РФ стало создание робототехнических «песочниц». В октябре 2020 года робототехника стала одной из десяти отраслей, включенных в список технологий, для которых будет применяться особое правовое регулирование в так называемых «регуляторных песочницах». «Песочницы» представляют собой экспериментальные правовые режимы (ЭПР), предназначенные для развития ИТ-инноваций. Смысл создания таких режимов заключается в апробации новых технологий и бизнес-процессов при участии ограниченного количества сторон. Как правило, в рамках такого режима применяются определенные правовые послабления: например, отменяются какие-либо требования или вводятся особые положения. Такой правовой режим действует ограниченное время, за которое участники и правительство должны оценить результаты внедрения новых технологий и процессов. Также по результатам эксперимента в законодательство могут быть внесены новые нормативные акты, обеспечивающие реализацию достигнутых результатов.

На данный момент в разных регионах страны проводятся мероприятия в рамках ЭПР, где участники рынка тестируют свои разработки. Так, в Иннополисе планируется начать процесс тестирования самоуправляемых дронов, для чего будет выделена специальная зона радиусом 2 км. Технология тестируется с перспективой дальнейшего практического использования: она может быть использована для доставки грузов, проведения развлекательных шоу, а также составления карт с участием беспилотников.

Разрабатывать специальные дроны для тестовой зоны будет Университет Иннополис.

// //

КОНСОРЦИУМ



Для разработки законодательных актов необходимо также участие представителей рынка робототехники. На данный момент в России насчитывается около 500 таких предприятий. Для решения возникающих задач и развития сферы был создан Консорциум робототехники и систем интеллектуального управления.



ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ КОНСОРЦИУМА:

- Содействие участникам кластера в осуществлении их деятельности;
- Содействие участникам в формировании производственных и кооперационных цепочек;
- Содействие участникам в повышении квалификации работников робототехнической сферы;
- Участие в разработке правовых нормативных актов по вопросам основных направлений деятельности Партнерства, участие в разработке и реализации программ по профилю деятельности Партнерства.

На данный момент Консорциум насчитывает **33** участника, которые представляют **4** направления:

- 1 / Образовательная робототехника;
- 2 / Сервисная промышленная робототехника;
- 3 / Морская робототехника;
- 4 / ИИ и системы управления.

// /

ВЫСТУПЛЕНИЕ В. ПУТИНА НА AI JOURNEY

//

//

Если говорить о планах и целях РФ в области робототехники на ближайшее будущее, можно обратиться к результатам международной конференции по искусственному интеллекту и машинному обучению Artificial Intelligence Journey 2022, которая состоялась в ноябре 2022 года в Москве. Темой конференции стали технологии искусственного интеллекта для обеспечения экономического роста. В ее основной дискуссии принял участие и президент РФ В. Путин. Выступая перед участниками конференции, он отметил важность развития этой сферы: "...значение прорывов в сфере искусственного интеллекта колоссально, соперничество между государствами идет ожесточенное. От того, каких результатов мы добьемся, зависит место России в мире, наш суверенитет, безопасность и состоятельность нашей страны..."

Приоритетной задачей президент обозначил массовое внедрение искусственного интеллекта. По его словам, оно должно охватить социальную, экономическую и управленческую сферы.

Отдельно В. Путин отметил промышленную робототехнику. По его словам, Россия на данный момент существенно отстает в этой сфере, особенно в части внедрения промышленных роботов. Чтобы стимулировать развитие отрасли, он предложил правительству разработать и утвердить новый федеральный проект по развитию отечественной робототехники, определить правовой, налоговый, регуляторный режим, необходимые меры государственной поддержки, а также механизм финансирования разработок и их последующего внедрения.

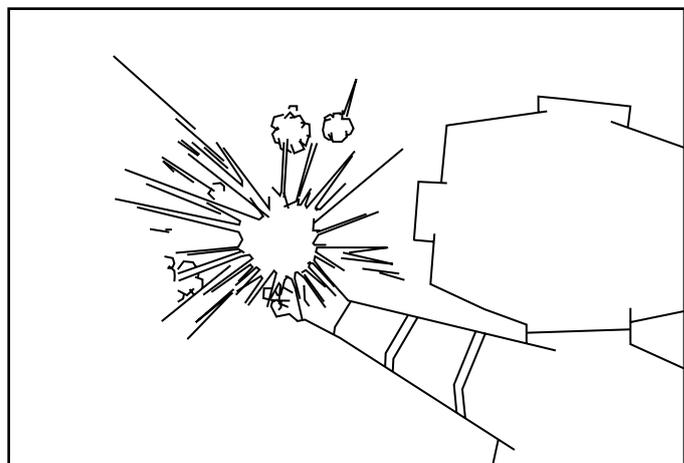
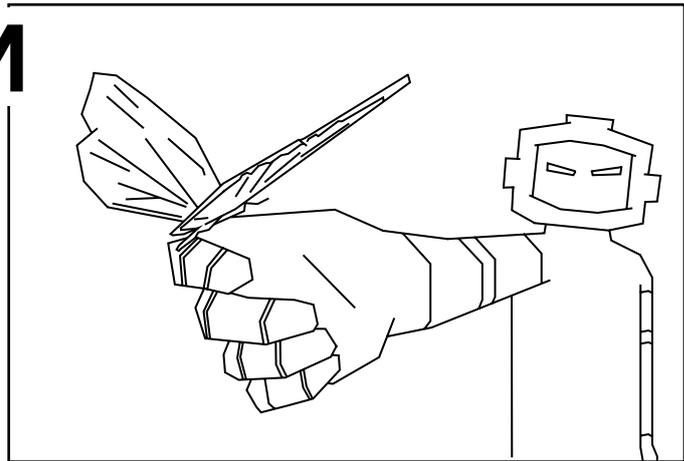
Еще одним важным решением, принятым на конференции, стала разработка программы развития отечественной робототехники на долгосрочный период, а также выделение в структуре Министерства промышленности и торговли единого Департамента по вопросам робототехники. Все эти меры должны сделать сферу правового регулирования в сфере робототехники простой и прозрачной и привести к должным результатам в обозримом будущем.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА: Лейсан Василова



РОБОТЫ - ПРЕСТУПНИКИ

Несмотря на то, что роботизация все более массово внедряется на многие производства, во многих странах до сих пор не хватает четких нормативных актов, регулирующих эту область. Открытым остается и вопрос о юридической ответственности, наступающей после инцидента, связанного с роботом. Между тем, подобные события уже неоднократно имели место. В открытых источниках можно найти информацию по отдельным отраслям или периодам: согласно данным американского **Национального института охраны труда**, в США в период с 1992 по 2015 год было зарегистрировано 61 происшествие, связанное с роботами.



1

Первое официально зафиксированное происшествие случилось в январе 1979 года, когда Роберт Уильямс, работник Ford Motor Company в штате Мичиган (США), погиб от роботизированной руки-манипулятора весом в тонну. В ходе последующего расследования семья жертвы подала в суд на производителя манипулятора, компанию Litton Industries. В материалах дела говорится, что, по мнению истцов, «компания Litton проявила халатность при проектировании, производстве и поставке системы хранения и не предупредила [операторов системы] о предполагаемых опасностях при работе в зоне хранения». Дело рассматривал суд присяжных, который постановил выплатить семье 10 миллионов долларов и заключил, что робот не был оборудован соответствующими мерами безопасности, например, звуковыми сигналами. Сама компания Litton также пыталась подать иск на фабрику, заявив, что робот был спроектирован и установлен в соответствии со всеми необходимыми нормами, а смерть была вызвана халатностью Ford Motor Company, допустившей работника без необходимого обучения в зону, где была отключена система блокировки. Суд, однако, возложил ответственность за инцидент на производителя, и тот в дальнейшем выплатил семье погибшего увеличенную сумму компенсации – 15 миллионов долларов.

2

Относительно недавно, в 2015 году, трагедия случилась с Ван-дой Холбрук, инженером на Ventra Ionia, автосборочном заводе в Мичигане, США. Она погибла, когда робот, вопреки заданным командам, вошел в зону, где находилась Холбрук, и зажал ее между узлами. В результате полученных травм женщина скончалась. Ее супруг, Уильям Холбрук, **подал иск сразу против пяти компаний**, которые произвели и обслуживали роботов, причастных к инциденту: Fanuc America, Nachi Robotic, Lincoln Electric, Prodomax Automation Ltd и Flex-N-Gate. Адвокаты потерпевшей стороны заявляют, что вышеперечисленные компании должны возместить ущерб, поскольку не обеспечили основные меры безопасности, которые могли бы предотвратить аварию. Судебное разбирательство длится уже несколько лет, и итог его предсказать сложно, однако уже сейчас можно сказать, что его результат может стать критически важным прецедентом, так как в США имеет место прецедентная система права.

3

Еще одно громкое разбирательство по делу с участием роботов последовало после **трагической гибели Реджины Элси, оператора завода Ajin USA** по производству автомобильных запчастей в Алабаме, США, в 2016 году. Сотрудница вошла в зону роботизированной ячейки, когда одна из машин внезапно пришла в движение и нанесла Элси травму, от которой она скончалась позднее. Компания Ajin была признана виновной в нарушении Закона о безопасности и гигиене труда и нарушении федерального стандарта, требующего проведения специальных процедур блокировки, которые могли бы предотвратить подобный внезапный запуск машины. В ходе расследования установлено, что не были предприняты меры по обесточиванию оборудования во время выполнения определенных работ, и рабочие неоднократно подвергали свою жизнь опасности в результате халатности руководства. После завершения дела Ajin пришлось выплатить 1,5 миллиона долларов в виде штрафов и реституций и пройти трехлетний испытательный срок, в течение которого компания Ajin соблюдала технику безопасности под надзором сторонних должностных лиц.

Подобные инциденты чаще всего происходят по причине того, что роботы пока недостаточно «умны», чтобы быть на 100% безопасными для человека, либо вследствие человеческого фактора, но вина в таком случае обычно возлагается на производителя роботов. Однако чем продвинулее становятся технологии, тем сложнее решить, на ком лежит вина за несчастный случай, связанный с роботом. Сферу робототехники затруднительно подогнать под определенные стандарты в рамках классического нормативного регулирования, а точки зрения экспертов в этой области пока противоречивы. Например, исследователь Габриэль Халлеви, автор книги «Когда роботы убивают: искусственный интеллект в соответствии с уголовным правом», предлагает возложить ответственность не только на корпорации-производители, но и на самих роботов. Для информационного портала [The Hustle](#) он подготовил три возможных сценария происшествий с участием роботов и их последствий.

КОГО ВИНИТЬ, КОГДА РОБОТ СОВЕРШАЕТ ПРЕСТУПЛЕНИЕ?

Сценарии правоведа Габриэль Халлеви:

1. Орудие преступления



Доказано, что роботом управлял программист или другое лицо с намерением совершить преступление.

Итог: программист признается виновным в преднамеренном преступлении; робот невиновен.

2. Случайное происшествие



Доказано, что преступление было совершено ненамеренно, но программист и/или производитель мог его предвидеть.

Итог: программист/производитель несет ответственность за халатность; робот невиновен.

3. Прямая ответственность



Доказано, что робот действовал по своей воле или контролировал совершение преступления.

Итог: робот признается виновным как в совершении преступления, так и в намерении совершить его.

Источник: «Когда роботы убивают: искусственный интеллект в соответствии с уголовным законодательством» (Габриэль Халлеви)

К настоящему моменту не существует единых стандартов, регулирующих сферу робототехники, и иногда все, что есть у пользователей, – различные руководства по безопасности, доступные в интернете. Однако чем более массовой становится роботизация, тем больше связанных с ней вопросов возникает, в том числе, и в правовом поле. Если роботы будут все же признаны субъектами права, которые должны нести ответственность за свои действия, то им тоже придется защищать себя перед законом. Профессия робоюриста, который занимался бы делами, связанными с ИИ и роботизированными устройствами, становится актуальна уже сейчас, однако возможно, что в будущем роботам потребуются свои адвокаты, которые будут защищать уже их собственные права.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА: Лейсан Василова

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

▶ Экономика в целом сегодня переживает непростые времена. Геополитические риски и, как следствие, постоянная волатильность глобальных энергетических рынков служат постоянным вызовом экономической стабильности. В этих условиях важная роль отводится цифровой трансформации ключевых бизнес-процессов.

Цифровая трансформация, в том числе развитие робототехники, влечет за собой рост угроз информационной безопасности (ИБ). Баланс между обеспечением приемлемого уровня ИБ и эффективностью эксплуатации становится определяющим фактором для дальнейшего развития цифровых технологий и экономики в целом.



0 крупных киберинцидентов в промышленности и на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) публично говорят мало, но в последние годы наблюдается устойчивая тенденция к росту их количества:

▶ В **феврале 2020 года** атака вымогателей привела к остановке компрессорной установки для природного газа в США на два дня. Расследование, проведенное экспертами, показало, что злоумышленник предварительно исследовал сеть объекта, чтобы «идентифицировать критические активы», прежде чем приступить к атаке с использованием вымогателей. Кроме того, была выявлена потенциальная возможность осуществлять и другие несанкционированные действия на этом промышленном объекте;

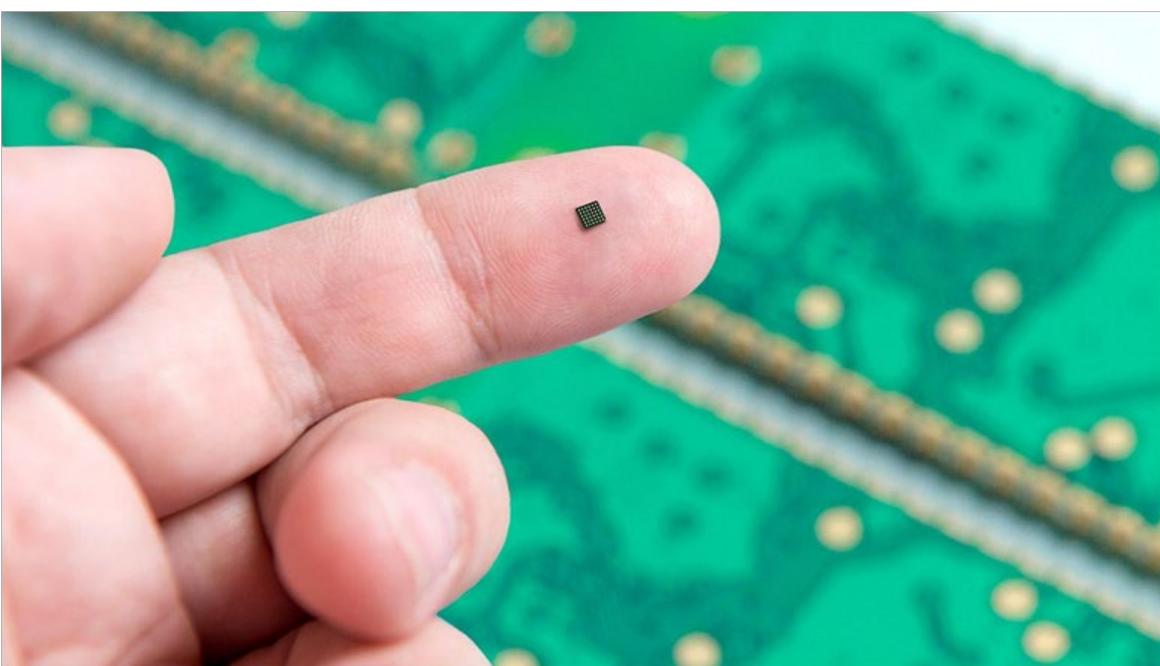
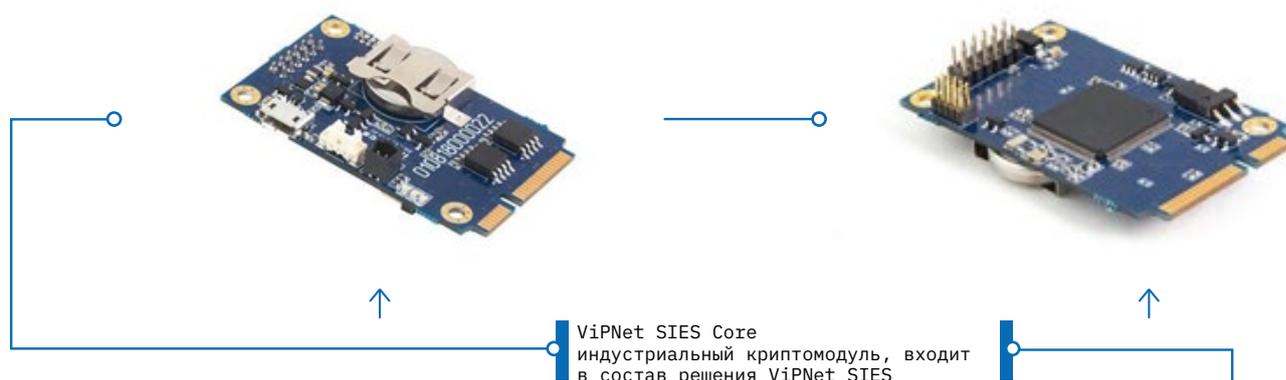
▶ **Petróleos Mexicanos (Pemex)** – мексиканская государственная нефтегазовая и нефтехимическая компания. 10 ноября 2019 года Pemex зафиксировала попытки кибератак, которые были своевременно нейтрализованы, благодаря чему затронули работу менее 5% инфраструктуры. 13 ноября сотрудники мексиканской компании получили на зараженных компьютерах уведомление со ссылкой на сайт в даркнете (от англ. DarkNet, «Темный интернет» – скрытый из общего доступа сегмент интернета), где вымогатели потребовали у Pemex 565 биткоинов (на тот момент около 5 млн долл. США) в течение 48 часов. Кибератаки вывели из строя всю вычислительную технику компании на территории Мексики и вынудили отключить ряд систем;

▶ **Shamoon** – вредоносная программа для очистки диска, также известная как DistTrack, была использована для проведения атак на инфраструктуру в 2012, 2014 и 2018 годах. Она первоначально была направлена против нефтяных компаний, связанных с Саудовской Аравией или принадлежащих ей, и уничтожила более 35 000 рабочих станций Saudi Aramco, национальной нефтяной компании Саудовской Аравии. Shamoon вновь появился в декабре 2018 года. Атака снова была проведена на нефтегазовые сервисные и подрядные компании, включая Saipem (Италия) и Petrofac (Великобритания).

▶ На проведение атаки требуются секунды/минуты, а на обнаружение — недели/месяцы. Система может быть уже атакована, процесс будущей аварии уже запущен, а вы продолжаете работать в прежнем режиме, ничего не подозревая.

Ведущий российский разработчик средств криптографической защиты информации (СКЗИ), АО «ИнфоТекС», начиная с 2014 года, в инициативном порядке инвестировал в развитие встраиваемых СКЗИ для их применения в промышленных системах управления, включая робототехнику и промышленный интернет вещей. Необходимость обеспечения в режиме реального времени, а также другие особенности внедрения и эксплуатации перечисленных выше систем, потребовали разработки и утверждения в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (ФАТРИМ) отдельного нормативного документа Р 1323565.1.029-2019. Документ описывает криптографический протокол, адаптированный под применение для защиты промышленных систем управления. Данный протокол успешно реализован в линейке встраиваемых СКЗИ АО «ИнфоТекС» — ViPNet SIES.

Решение ViPNet SIES строится по трехуровневой архитектуре, где на нижнем уровне находятся сертифицированные ПАК (программно-аппаратные комплексы) для встраивания в функциональное оборудование (контроллеры, измерители, сенсоры и т. п.). Разработчики прикладных решений получают в свое распоряжение набор стандартных криптографических функций для противодействия неблагоприятным информационным воздействиям. Встраиваемые ПАК полностью пассивны и не влияют на функциональность устройства. В решение ViPNet SIES могут быть интегрированы СКЗИ сторонних производителей, поддерживающих криптографический протокол, соответствующий документу Р 1323565.1.029-2019.



ЕВГЕНИЙ ГЕНГРИНОВИЧ



Инвестиции только в технологии не приносят необходимого эффекта, пора сосредоточиться на людях



Евгений Генгринович
Советник генерального директора «ИнфоТеКС»

Компания: ИнфоТеКС
Дата основания: 1991 год

ИнфоТеКС - российский разработчик программно-аппаратных VPN-решений и средств криптографической защиты информации

Евгений Генгринович в 1992 году закончил Новосибирский Государственный Университет по специальности «Математика». Десять лет проработал в структурах Тюменьэнерго, занимаясь автоматизацией производства и финансово-хозяйственной деятельностью. С 2002 по 2004 год участвовал в создании технологических правил функционирования оптового рынка электроэнергии РФ. С 2004 по 2015 – руководил реализацией проектов по созданию автоматизированных информационно-измерительных систем и их метрологическому обеспечению в интересах крупных российских корпораций: РЖД, Газпром, Транснефть, Сибур, Мосэнерго, МОЭК и других. Начиная с 2010 года выступал экспертом по вопросам обеспечения информационной безопасности КИИ. В группе компаний «ИнфоТеКС» он – с 2017 года, курирует вопросы развития бизнеса в направлении ИБ КИИ.

ЦРБТ:

Евгений Леонидович, расскажите, пожалуйста, об особенностях кибербезопасности в промышленной робототехнике?

Е. Г. .:

Давайте начнем с терминологии. Программируемое механическое устройство, способное выполнять задачи и взаимодействовать с внешней средой без помощи со стороны человека, называют термином «робот». Робототехника – это научная и техническая база для проектирования, производства и применения роботов. В свою очередь в робототехнике можно выделить следующие направления:

- + **МАШИНОСТРОЕНИЕ:** включает в себя физический дизайн и приведение робота в действие;
- + **ЭЛЕКТРОНИКА ИЛИ «НЕРВНАЯ СИСТЕМА»:** автоматизация, которая строится на низкоуровневом программировании для обеспечения контроля робота;
- + **ИНФОРМАТИКА:** система управления роботом/роботами, которая может включать в себя подсистемы искусственного интеллекта, навигации, технического зрения, обработки естественного языка и так далее.

Киберинциденты — это не только злонамеренные кибератаки, но и ошибки персонала, проблемы с программным обеспечением и микропроцессорной техникой

Даже при поверхностном анализе термина «робототехника» понятно, какая роль в роботах отводится информационной составляющей и сетям передачи данных. Любой киберинцидент может существенно сказаться на функциональной готовности робота. Киберинцидент – это событие, которое вызывает некорректное (не предусмотренное документацией) функционирование информационной составляющей робота. Причиной киберинцидента могут быть как чьи-то злонамеренные действия, так и ошибки в программном обеспечении (ПО), отказы микропроцессорной техники, человеческий фактор. В этом контексте вопросы обеспечения кибербезопасности в промышленной робототехнике должны учитываться от этапа разработки конструкторской документации на робота до его полного вывода из эксплуатации.

ЦРБТ:

Можно предположить, что в структуре «управляющий компьютер – контроллер – механический манипулятор» наиболее уязвимая составляющая – это «управляющий компьютер». Так ли это?

Е. Г. .:

Все начинается с описания модели угроз и нарушителя для каждой из подобных систем. В зависимости от функциональности, объекта применения, используемых каналов передачи данных, ответ на вопрос о наиболее уязвимой составляющей будет разным. В общем случае, все три уровня имеют свои уязвимости, которые могут привести к киберинцидентам. При этом надо принимать во внимание, что в качестве управляющего компьютера чаще всего используются планшеты, ноутбуки, рабочие станции или серверы под управлением стандартных операционных систем. Для этого класса устройств на рынке достаточно много средств защиты информации. В нашей продуктовой линейке есть целый ряд решений, на базе которых может быть реализован безопасный вариант управляющего компьютера. В качестве примера могу привести наш совместный опыт

с одним из разработчиков цифровых терминалов релейной защиты по разработке специализированного защищенного УКН (устройства конфигурирования и наладки) на базе стандартного ноутбука.

Матричные и/или умные и/или высокоавтоматизированные производства станут обыденными только при условии, что кибербезопасность будет закладываться еще на этапе их проектирования

Если говорить о контроллерах и механических манипуляторах, то в этом случае часто речь идет об использовании специализированных ОС (операционных систем) и низкоуровневого программирования. Вероятность киберинцидентов на этом уровне не ниже, чем на управляющем, но применяемые методы – другие. Встраиваемое СКЗИ ViPNet SIES позволяет обеспечить достаточный инструментарий для разработчиков, решающих эту проблему.

ЦРБТ:

Возможно ли осуществление кибератаки, если сеть роботизированного предприятия изолирована? Насколько это целесообразно?

Е. Г. .:

Технически да, возможно. Конечно, есть ряд организационно-технических мер, позволяющих практически до нуля снизить вероятность такой возможности, хотя это несет за собой существенные издержки для процесса эксплуатации. С другой стороны, давайте разберемся, как я уже говорил, киберинциденты – это не только злонамеренные кибератаки, но и ошибки персонала, проблемы с программным обеспечением и микропроцессорной техникой. Изолируя сеть, мы, конечно, исключаем целый ряд векторов внешних кибератак, но теряем наблюдаемость и контроль. Рано или поздно в рамках процесса эксплуатации будет необходимость физического подключения внешних устройств непосредственно на объекте, соответственно, о полной изоляции инфокоммуникационной системы говорить нельзя. То есть сама по себе изоляция – это не панацея, а просто один из, не самых эффективных, методов снижения рисков возникновения киберинцидентов. Целесообразность кибератаки на изолированную систему управления определяется конкретной моделью угроз. Без ее разработки остальные рассуждения на эту тему не имеют смысла.

По результатам исследований международных консалтинговых компаний, почти 40% руководителей не полностью уверены в том, что их персонал достаточно квалифицирован и сможет справиться с кибератаками

Могу привести пример: на одной из конференций крупная западная компания представляла подводный дрон, предназначенный для обслуживания подводных кабелей и трубопроводов. Вдоль подводной инфраструктуры устанавливаются базовые станции, на которых обеспечивается подзарядка батарей дронов, съем телеметрии и получение нового «полетного» задания.

Система разворачивается производителем дронов самостоятельно и предоставляется заказчику как сервис. Пока дрон выполняет «полетное» задание, он полностью автономен. Можно считать, что он работает в изолированной системе. Но корректность его работы обусловлена корректностью полученного «полетного» задания и возможностью передать корректные результаты его выполнения. Если что-то случится с базовой станцией или с центром управления базовыми станциями, подводный аппарат превратится в кирпич. Производитель и заказчик понесут огромные финансовые потери.

ЦРБТ:
Какой максимальный урон может быть нанесен предприятию с промышленными роботами, и каким образом это может быть осуществлено?

Е. Г. :

Какой конкретно урон может быть нанесен, можно посчитать только в отношении конкретного промышленного объекта. Способов нанесения урона масса: от человеческого фактора до потери управления всей фермой роботов за счет внешних информационных воздействий. Предугадывать, как и кто может нанести урон, бессмысленно. Техника и технологии развиваются очень динамично и предсказать, какие инструменты информационного воздействия будут доступны завтра, – сложно. Правильная постановка вопроса: каким образом можно снизить риски потери функциональности робота за счет неблагоприятных информационных воздействий. Ответ на этот вопрос: при разработке программного обеспечения нужно использовать принципы безопасной разработки и применять встраиваемые СКЗИ, например, ViPNet SIES.

ЦРБТ:
Каким образом изменится ситуация в плане кибербезопасности, когда обыденными станут матричные и/или умные и/или высокоавтоматизированные производства?

Е. Г. :

Не стоит «запрягать телегу впереди лошади». Матричные и/или умные и/или высокоавтоматизированные производства станут обыденными только при условии, что кибербезопасность будет закладываться еще на этапе их проектирования и будет обеспечена поддержка ее определенного уровня на всем жизненном цикле умного производства. Без этого подхода существующие риски никогда не позволят умным производствам стать «обыденными».

ЦРБТ:
На сегодняшний день взлом роботизированных систем не распространен (насколько нам известно). Если это так, то почему? Есть ли прогноз, что со временем риски будут увеличиваться, и, соответственно, будет увеличиваться потребность в специалистах по кибербезопасности?

Е. Г. :

Это, мягко говоря, не совсем так. Есть много примеров из международной практики. Все зависит от массовости применения роботизированных систем и критичности объектов их использования. Давайте рассмотрим эту ситуацию с другой стороны. Представьте, что вы правы, и роботизированные системы работают без заметных киберинцидентов. Это вовсе не значит, что они неуязвимы, это значит только то, что пока никто этими уязвимостями не пользовался.

Хороший пример – автопром. Если производитель обнаруживает неисправность в конкретной модели, он отзывает всю партию автомобилей, не дожидаясь, когда произойдут реальные инциденты с финансовыми и имиджевыми последствиями. То же самое и с умным производством, если оно действительно «умное», – в нем должны быть учтены все риски, влияющие на качество его функционирования.

ЦРБТ:
Какие цели может преследовать хакер, взламывая промышленных роботов?

Е. Г. :

Как я уже говорил, гораздо чаще причина киберинцидента отнюдь не в действиях хакера. Но если говорить конкретно об этой стороне проблемы, то, к сожалению, опыт показывает, что мы имеем дело с целым диапазоном причин: от начинающего хакера, которому хочется продемонстрировать товарищам свои навыки, до сознательной многоуровневой целевой атаки, разработанной с участием профессионалов экстра-класса, результатом которой может стать достижение политических целей или конкурентная борьба с потребителем продукции умного производства.

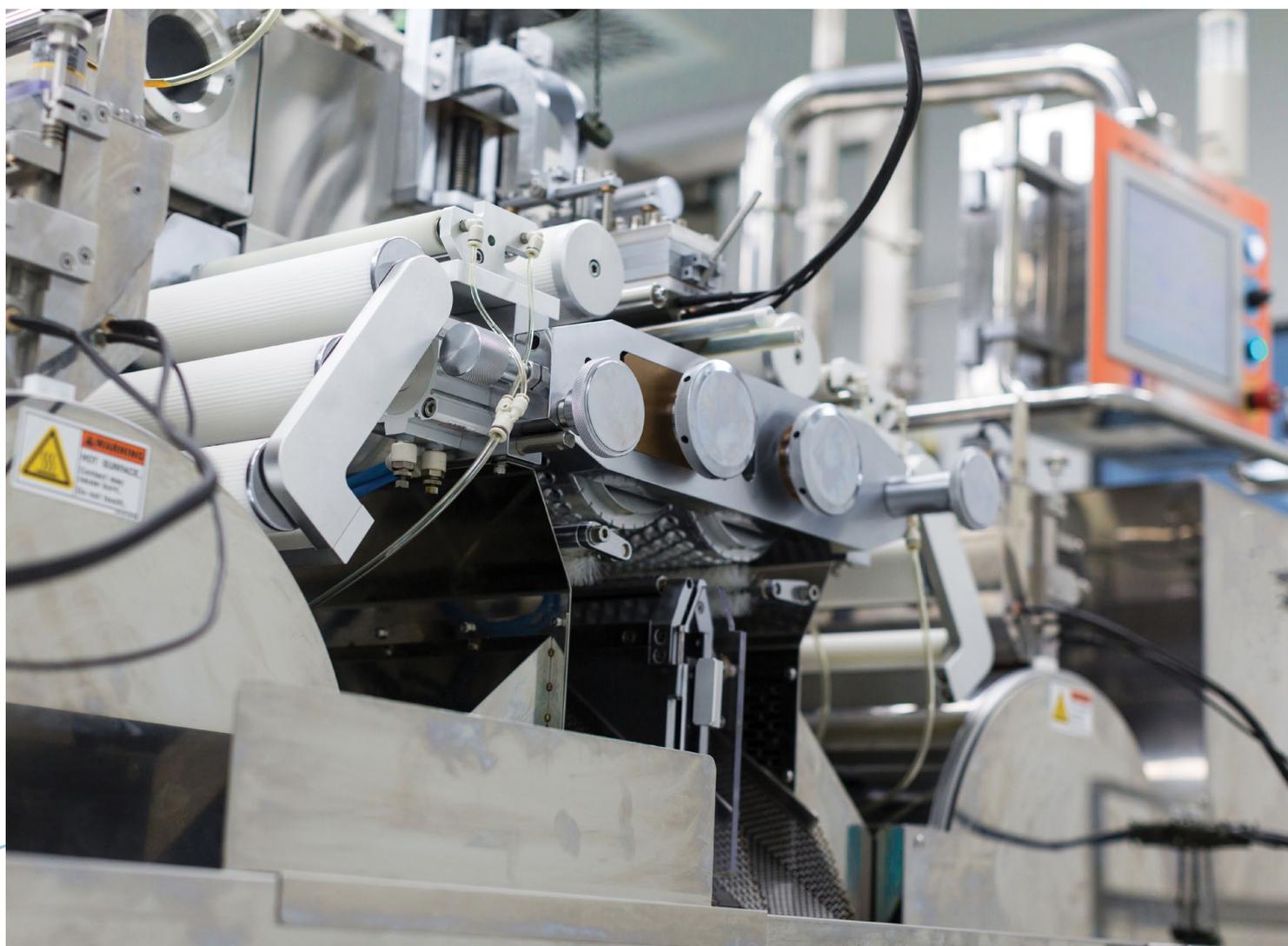
ЦРБТ:
Достаточно ли квалифицирован персонал, вовлеченный в создание и обслуживание робототехники, и сможет ли он справиться с кибератаками, если таковые случатся завтра?

Е. Г. :

По результатам исследований международных консалтинговых компаний, почти 40% руководителей не полностью уверены в том, что их персонал достаточно квалифицирован и сможет справиться с кибератаками. Более 30% – заявили, что они проводят обучение по информационной безопасности раз в год, причем 65% времени приходится на просмотр слайдов презентаций. Все признали, что часто упускается из виду существование потребности в обучении всего персонала в организациях, а не только профильных специалистов. Основной вывод по результатам исследования – **инвестиции только в технологии не приносят необходимого эффекта, пора сосредоточиться на людях.**

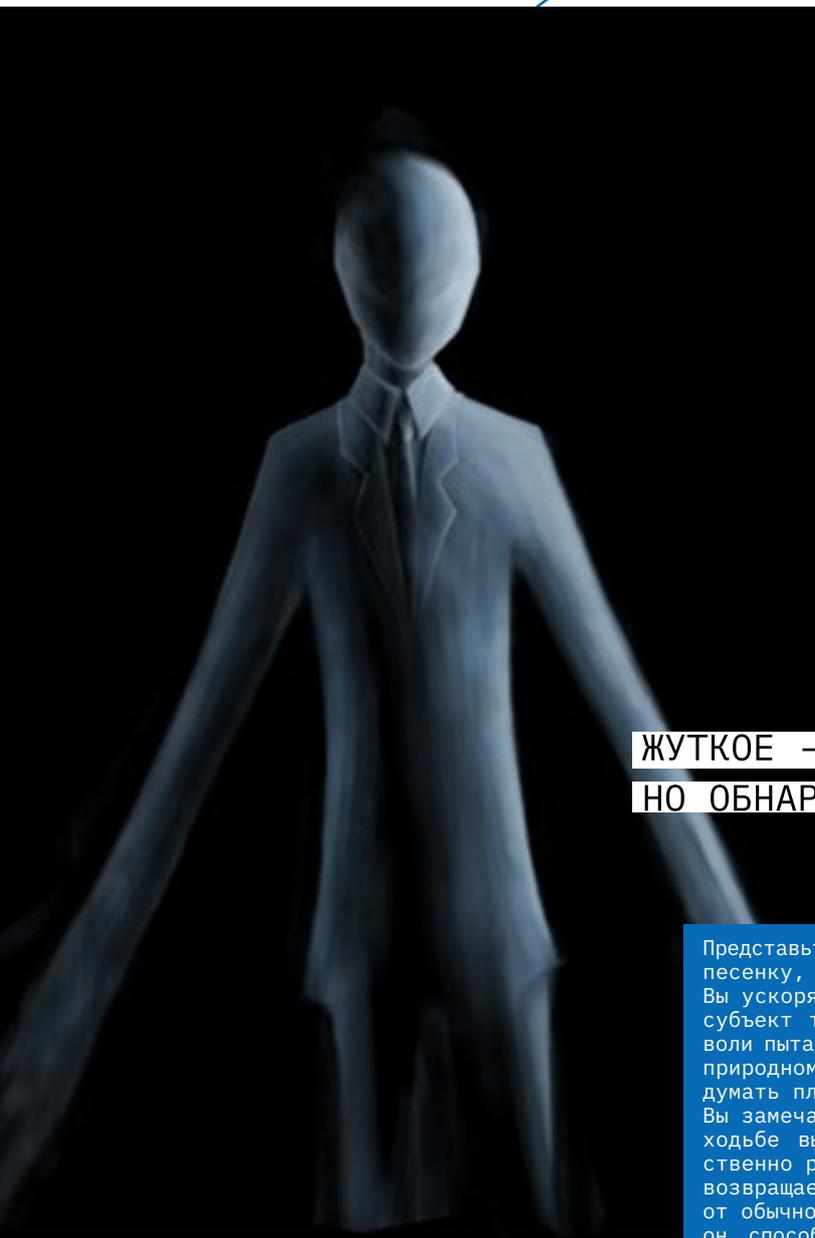
По данным исследовательской и консалтинговой компании Gartner, уже к 2024 году до 20% крупных организаций будут использовать специализированные продукты для развития практических навыков своих специалистов и команд ИБ по сравнению с менее чем 1% – на сегодняшний день. Под такими специализированными продуктами имеются в виду платформы типа «Киберполигон». Группа компаний «ИнфоТекС» с 2019 года разработала российский киберполигон Amprigе. Более десяти университетов и специализированных обучающих центров уже применяют Amprigе в процессе обучения и исследовательской работы. Активно развивается направление поддержки отраслевых задач (топливно-энергетический комплекс, индустрия, транспорт, телеком, интернет вещей, медицина и другие), которые киберполигон Amprigе обеспечивает путем интеграции симуляции подобных сред в свою базовую конфигурацию. Интеграция реализуется как с полностью виртуальными сегментами, так и с сегментами, содержащими киберфизические компоненты. Разработанные сценарии в состоянии имитировать широкий диапазон атак на любую топологию сети. Поддержка локальных и облачных сред развертывания обеспечивает гибкие возможности применения и развития киберполигона.





МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛ:

Евгений Генгринович
при участии Гузели Низамовой



ЗЛОВЕЩАЯ ДОЛИНА

**ЖУТКОЕ – ТО, ЧТО ДОЛЖНО БЫТЬ СКРЫТО,
НО ОБНАРУЖИЛО СЕБЯ.**

Ф. Шеллинг

Представьте, Вы идете по темной улице, напевая под нос навязчивую песенку, как вдруг замечаете, что за Вами идет некий субъект. Вы ускоряетесь – субъект ускоряется тоже. Вы сворачиваете – субъект тоже сворачивает! Вы сглатываете слюну и усилием воли пытаетесь подавить надвигающуюся панику. Благодаря Вашему природному самообладанию Вам это удается. Теперь нужно придумать план, как сбежать от преследователя. Но в этот момент Вы замечаете ужасное: колени преследующего Вас существа при ходьбе выгибаются в обратную сторону, его движения неестественно резки, его глаза светятся! Вы чувствуете, как паника возвращается и накрывает Вас с головой, потому что сбежать от обычного человека Вы еще можете (Вы примерно знаете, на что он способен), а вот уйти от непонятного чудовища представляется маловероятным...

Робототехника сегодня охватывает далеко не только технические аспекты – приходится учитывать вопросы безопасности, морали, а также социальные, юридические, инфраструктурные вопросы и многое другое. Не осталась в стороне и психология: оказывается, люди негативно воспринимают гуманоидных роботов, достигших с ними определенного уровня схожести. Этот феномен был описан японским ученым-робототехником и инженером Масахиро Мори в 1970 году и назван «bukimi no tani» (яп. 不気味の谷). Термин был впервые переведен на английский как «uncanny valley» в 1978 году. На русском языке термин закрепился как «зловещая долина» или «эффект «зловещей долины».

Согласно гипотезе Масахиро Мори, до определенного предела действует правило: чем больше робот похож на человека, тем он кажется привлекательней. Однако, когда наступает этот предел, такой робот попадает в зону «зловещей долины» – он начинает пугать, вызывать неприятные чувства. Причем эти эмоции провоцируют именно едва заметные несоответствия между внешностями робота и человека – то есть, когда эта разница очевидна любому без особых усилий, как, например, между живой собакой и детской игрушкой в виде собаки, никаких отрицательных реакций она не вызывает; если же разница минимальна – мозг начинает подозревать неладное и активизирует защитные механизмы.



Робот Филип К. Дик от компании Hanson Robotics

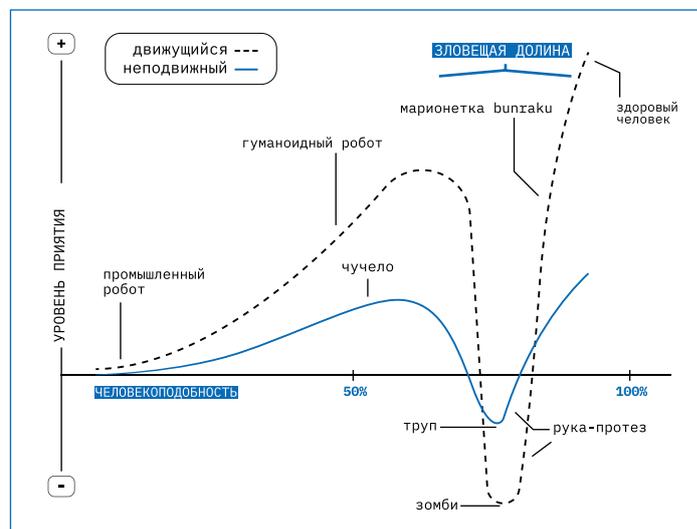


Мори не единожды говорил, что его гипотеза не имеет прочного научного обоснования. Однако, несмотря на это, его идеи неоднократно подвергали критике, в частности, ставя под сомнение существование эффекта «зловещей долины» как единого явления, поддающегося научному изучению.

→

Японский ученый отобразил свою идею на графике, по которому видно, что по мере плавного нарастания схожести объектов со здоровым человеком, возрастает и их уровень привлекательности, приятия. Однако в определенной точке отношение резко сменяется на острое неприятие, отторжение. При этом сила реакции усугубляется в случаях, когда речь идет о движущихся объектах по сравнению с неподвижными (вспомните, возможно у вас в детстве была одна особо пугающая кукла – мысль, что она сама повернула голову, вряд ли обрадовала бы Вас). Наиболее же острое неприятие вызывает труп, в случае с неподвижными объектами, и зомби – в случае с подвижными. Сам автор объясняет это врожденным страхом смерти, который накладывает отпечаток на восприятие окружающей действительности.

→



Кровь стучит в висках. Вы никак не можете унять дрожь в конечностях. Впереди Вы видите кафе. Почувствовав надежду на спасение, Вы переходите на бег, добираетесь до кафе и... оно закрыто – время его работы давно закончилось.

▶ Отметим, что гуманоидный робот по графику располагается вообще-то левее «зловещей долины» – вероятно, на момент создания графика гуманоидные роботы в основном все же были не настолько человекоподобными, чтобы вызвать приступ страха и отвращения. Кроме того, из данных графика можно сделать важный вывод: если продолжить увеличивать уровень человекоподобности робота, попавшего в зону «зловещей долины», то в определенный момент ее можно преодолеть – негативные эмоции вновь резко сменяются на позитивные.

На основании идей японского ученого с момента публикации его работы было проведено множество исследований. Например, в 2019 году немецкие ученые доказали, что область, отвечающая за «зловещую долину», находится в префронтальной коре человеческого головного мозга – реакция этой области мозга происходила в полном соответствии с гипотезой Масахио Мори. Исследование, результаты которого были опубликованы в научном журнале *Journal of Neuroscience*, также продемонстрировало индивидуальные различия в силе «зловещей долины»: одни люди были чрезмерно восприимчивы к эффекту, другие – гораздо менее чувствительны.

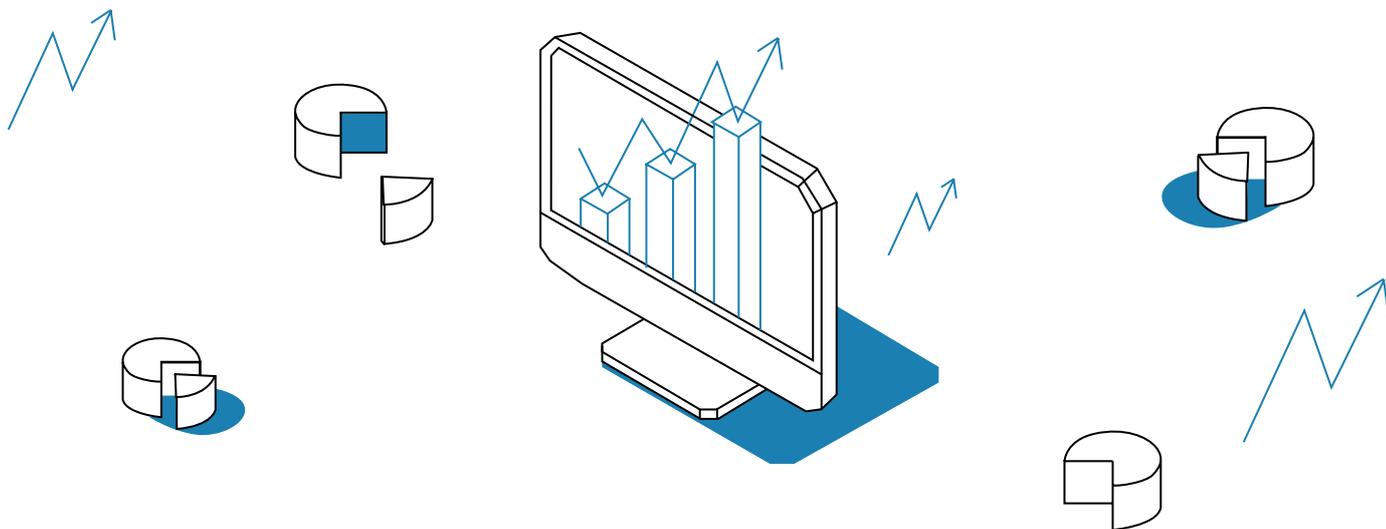
Участница группы исследователей, проводивших этот эксперимент, профессор Рейнско-Вестфальского технического университета г. Ахена Астрид Розенталь-фон дер Пюттен заявила в пресс-релизе, что такая индивидуальная реакция «означает, что не существует единственной конструкции робота, которая подходит или пугает всех пользователей», а значит «умное поведение роботов имеет большое значение, потому что пользователи откажутся от роботов, которые не окажутся умными и полезными».

Вероятно, этот вывод был сделан, исходя из предположения, что нескоро удастся достичь такого уровня человекоподобия, который бы позволил преодолеть эффект «зловещей долины», а также был бы выше предложенного в экспериментах уровня. Кроме того, в эксперименте принимала участие строго определенная возрастная группа: от 18 до 35 лет – из других экспериментов известно, что дети реагируют на «зловещую долину» иначе. Для ответа на все вопросы, которые возникают в связи с гипотезой Масахио Мори, в будущем, скорее всего, будет проводиться серия дополняющих или расширенных экспериментов.

Вы оглядываетесь и понимаете, что существо уже в двух метрах от Вас. Не сбегать! Вас парализует страх. Вы больше не можете двигаться. Когда существо приближается к Вам вплотную, Вы отмечаете множество ставших видными вблизи неестественностей: неподвижная мимика, отсутствие бровей и – О, Боже! – из головы торчат какие-то провода! Внезапно чудовище говорит неожиданно приятным голосом: «Поздравляю с днем рождения! Я Ваш личный робот-помощник S21DN2911-D6N30. Ваша бабушка купила меня Вам в подарок. Вы просто счастливец!» После пережитого стресса Вы обессиленно бухаетесь прямо на чудовище. Оно заботливо подхватывает Вас и несет на руках в сторону дома.

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА:
Гузель Низамова

ОКУПАЕМОСТЬ РОБОТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА



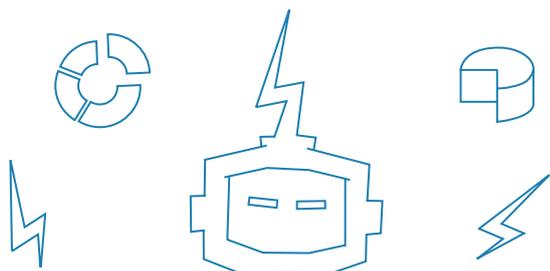
НА ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЮДЬМИ СОВЕРШАЕТСЯ МНОЖЕСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ, НАПРИМЕР:

- сборка;
- перемещение деталей на сборочных линиях;
- сортировка и упаковка готовых изделий;
- сварочные работы;
- подача материалов на сборочных линиях;
- контроль качества готовой продукции;
- обслуживание станков с ЧПУ;
- паллетирование, перемещение грузов и погрузочные работы;
- нанесение лакокрасочных покрытий;
- резка материалов и шлифовка поверхностей.



Большую часть операций в промышленности можно автоматизировать, что позволяет снизить количество сотрудников, выполняющих монотонные и/или опасные работы, а также повысить производительность, снизить человеческий фактор и т. д. На производстве применяются промышленные роботы-манипуляторы различных конструкций: шарнирные, ортогональные, SCARA-роботы, дельта-роботы. Используются также коллаборативные роботы и автономные мобильные роботы-платформы. При этом для каждой конкретной выполняемой операции такие роботы, как правило, оснащаются специальным оборудованием.

Многие российские производители не решаются автоматизировать свои производства из-за опасений, связанных с зависимостью от обслуживающих компаний, неправильных представлений о выгодах и сроках окупаемости и ряда других причин. В данной статье мы постараемся найти ответы на вопросы, которые смогут помочь нашим читателям понять больше об окупаемости промышленных роботов на производстве.



На сроки окупаемости роботизации производства влияет множество факторов.

НАПРИМЕР: ✓

- 1 / Экономия ФОТ (фонда оплаты труда) компании, поскольку при роботизации производства требуется меньше работников.
- 2 / Рост производительности оборудования – выпуск продукции может быть осуществлен в режиме 24/7 (в среднем робот работает немного меньше – простой может достигать порядка 5% времени для необходимого техобслуживания, при плановом и внеплановом ремонте и по другим причинам, что тоже нужно учитывать при расчёте окупаемости).
- 3 / Уменьшение доли брака товара, сокращение возвратов и снижение расходов на возмещение убытков – это становится возможным, в том числе, благодаря снижению человеческого фактора.
- 4 / Уменьшение времени, необходимого для перехода к производству новой продукции, – благодаря элементам автоматизации производства можно более гибко и быстро подстраиваться под потребности рынка.
- 5 / Унификация оборудования – выбор роботов одного вендора сокращает издержки на специалистов, номенклатуру запчастей и сервисного обслуживания.

Зачастую роботизация только одного процесса не окупается — таким образом, лучше роботизировать целое направление производства. При этом неправильная организация масштабируемости внедрения роботов в промышленность чревата простоями оборудования, что ведет за собой экономические потери.

На основании расчетов, проведенных разными компаниями, например, Metra Robotics — одного из крупнейших российских интеграторов, — можно сделать вывод, что в среднем срок окупаемости на российских предприятиях составляет от двух до шести лет. Эти данные могут отличаться в каждом отдельном случае, целесообразность внедрения промышленных роботов измеряется показателем экономической эффективности, который можно рассчитать по формуле:

$$D = \frac{E}{L - P}$$

D - СРОК ОКУПАЕМОСТИ

L - ГОДОВАЯ ЭКОНОМИЯ
ФОНДА ЗАРПЛАТЫ

E - ЗАТРАТЫ ПО РОБОТИ-
ЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ОПЕРАЦИЙ (ПРОЦЕССОВ)

P - ВЕЛИЧИНА ГОДОВЫХ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
РАСХОДОВ

Благодаря внедрению промышленных роботов, экономия фонда зарплаты определяется произведением количества высвобожденных рабочих на величину их зарплаты.

Методика расчёта окупаемости в целом известна, и, например, на сайте интегратора Инспайр, который занимается автоматизацией технологических процессов и внедрением промышленных роботов, можно найти **калькулятор** окупаемости роботизированной установки, где берут во внимание: стоимость проекта, количество высвобождаемых работников, количество роботов в проекте, ожидаемый прирост производительности, количество смен в сутки, количество рабочих дней в неделю, затраты на человека на линии в год, дополнительная экономия (защитные костюмы, аттестация и прочие расходы). Конечно, такой калькулятор не гарантирует точности расчёта, поскольку каждое производство имеет свою специфику, но он может помочь российским производителям сделать грубую оценку срока окупаемости робототехнического комплекса (РТК) и увидеть операционные расходы (это сумма денег, которую компания тратит на превращение сырья или комплектующих в готовую продукцию), расходы на обслуживание и другие показатели. В качестве усредненных параметров можно использовать следующие:

- 1 робот потребляет **5 кВт в час**
- Ежегодное обслуживание робота — **120 000 Р**
- Стоимость обслуживания роботов **1 раз в 5 лет** — **360 000 Р**
- Инфляция в год — **5%**
- Процент загрузки робота — **90%**
- Стоимость электроэнергии — **4,5 Р/кВт в час**

Многие интеграторы (Инспайр, Metra Robotics, Альфа Интех, Top 3D Group и т.д.) готовы провести бесплатную оценку потенциала роботизации на предприятии, чтобы помочь компаниям оценить целесообразность внедрения РТК.

Однако наиболее эффективна детальная оценка перспектив роботизации каждого производственного участка, в рамках которой специалисты проводят технико-экономический анализ и расчёт эффектов от внедрения роботов на том или ином участке, подбирают конкретные модели роботов с учётом всех особенностей производства, проектируют схему размещения оборудования, и своей репутацией отвечают за правильность всех решений. Например, на **рисунке** представлен один из слайдов технико-экономического обоснования, который Центр робототехники Университета Иннополис делал для одного из своих заказчиков.

Несмотря на то, что роботизация производства способствует увеличению производительности, повышению качества продукции, снижению ее себестоимости, нельзя утверждать, что в общем случае роботизация непременно окупится в короткие сроки и окупится вообще. Целесообразность роботизации и автоматизации следует оценивать индивидуально в каждом конкретном случае, поскольку окупаемость внедрения роботов в производство зависит от целого ряда факторов.

“ Роботы уже сегодня могут выполнять практически всю тяжёлую и монотонную, так называемую «чёрную», работу. В ближайшем будущем человек сможет заниматься исключительно творческой деятельностью, а также уделять больше времени своим родным и близким.

Жак Фреско, из книги «Всё лучшее, что не купишь за деньги»

Участок гидроабразивной резки

Предлагаемое решение:

Установка двух роботов:

- Первый робот оснащён режущей головкой
- Второй робот производит установку листов перед обработкой и съём готовых изделий и облой

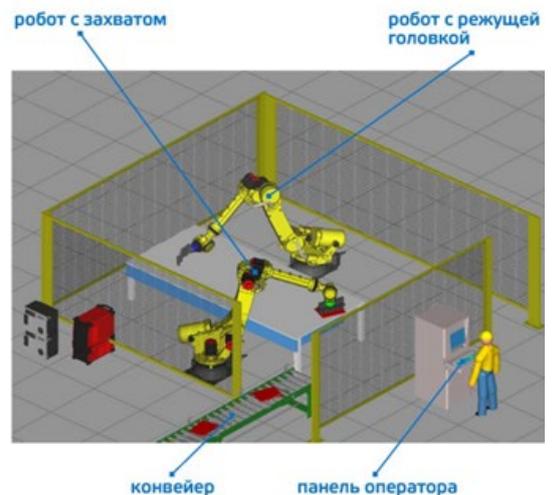
Производительность участка



Промышленная безопасность: снижение случаев производ. травматизма



Доля брака



Пример результата технико-экономического расчёта роботизации производства

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛА:

Алина Винова

АРТУР ШИМАНОВСКИЙ



Студенты — это те люди, которые не видят барьеров, потому что опытные люди еще не успели сказать, что так делать нельзя



Организация: Университет Иннополис
Дата основания: 2012 год

Артур Шимановский
Заместитель директора Центра робототехники Университета Иннополис

ЦРБТ:
Над какими проектами работает сейчас Центр робототехники Университета Иннополис? Какие приоритетные направления Вы можете выделить?

А.Ш.:

Приоритетные направления Центра робототехники Университета Иннополис условно делятся на четыре потока: три основных и один, назовем так, студенческо-вспомогательный.

- [1] **Первый трек** – это проекты, связанные с коммерческой деятельностью центра. Набор проектов разнообразен: от учебных ячеек для лицеев до заказов от крупных промышленных производителей. Например, в данный момент в центре создается проект для крупнейшего российского производителя рессор (элемент подвески) для автомобиля.
- [2] **Второй основной поток** проектов связан с деятельностью центра научно-технических инициатив УИ, а именно с повышением точности промышленных роботов, с аддитивным выращиванием изделий (3D-принтер), а также с применением технологий компьютерного зрения, искусственного интеллекта для задач различного толка, например, для сортировки.

« **Центр – это большая структура, охватывающая практически все популярные области робототехники** »

- [3] **Третье приоритетное направление** – это мобильная робототехника. Во-первых, для эксплуатации на улице. Например, сервисные роботы-доставщики, роботы-уборщики, роботы для эвакуации. Во-вторых, мобильные роботы для эксплуатации в помещениях, которые делятся на сервисные и промышленных роботов, например, для внутрицеховой и межцеховой логистики.
- [4] **Четвертое направление** – это проекты, которые ведут студенты в ходе своей научной деятельности в рамках университетской программы или в порядке частной инициативы с привлечением грантов.

Такое распределение связано с логическим развитием самого центра, то есть центр – это большая структура, охватывающая практически все популярные области робототехники: промышленную, сервисную и научную робототехнику.

ЦРБТ:
Вы активно привлекаете студентов УИ для своих проектов. Расскажите, пожалуйста, насколько эффективно такое взаимодействие. Каким образом участие молодого поколения способствует улучшению проекта?

А.Ш.:

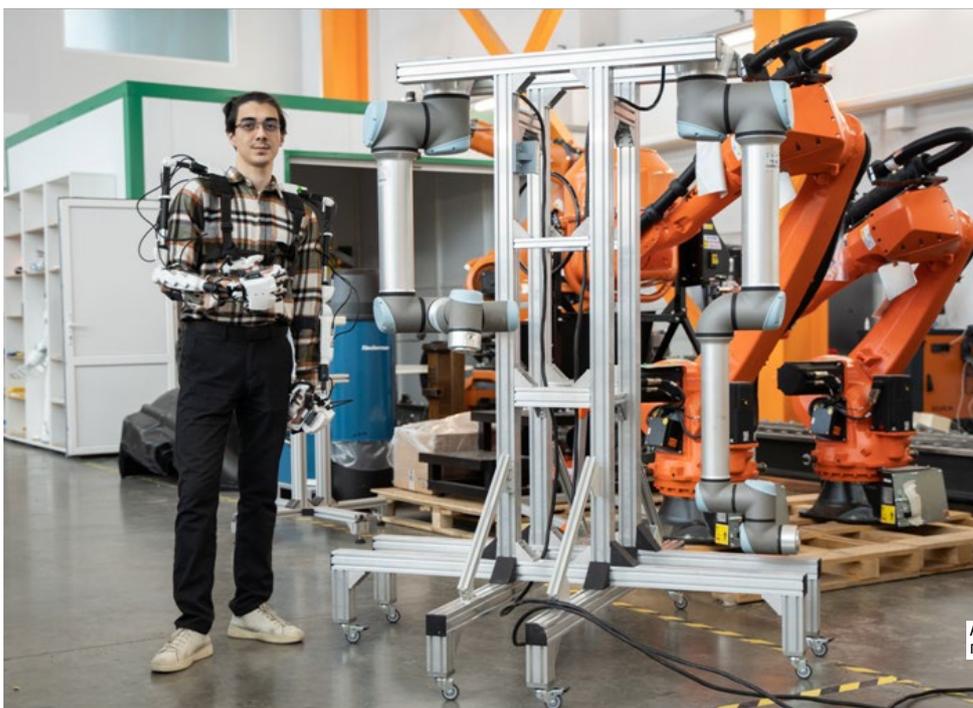
Я сам когда-то был студентом и скажу так: студенты, особенно на начальных курсах, понимают, что у них вся жизнь впереди и можно повеселиться, не уделяя должного внимания учебе или работе. Это признак молодости. Я это понимаю и принимаю. Но также я понимаю, что среди ста студентов как минимум четверо или пятеро смотрят на жизнь по-другому. Им интересно здесь и сейчас погрузиться в учебу, в процесс, в технологии и не отвлекаться ни на что другое.



Наши студенты — это те люди, которые в будущем будут заниматься ровно тем, чем мы занимаемся сейчас, — робототехникой »

Почему я люблю работать со студентами? Студенты – это те люди, которые не видят барьеров, потому что опытные люди еще не успели сказать им, что так делать нельзя. Есть хорошая система пропаганды различных ценностей и бесценностей: когда человеку тысячу раз сказать какую-нибудь вещь, то он в это поверит. Именно поэтому, если человеку сказать, что что-то невозможно, то ему становится гораздо сложнее реализовать свою идею. У студентов еще нет таких барьеров. И это хорошо. Ты можешь поставить человеку задачу, и он ее решит со своим подходом, потому что не знает, что так – неправильно. Зачастую оказывается, что в принципе с таким подходом решение может быть более эффективным.

Инженерия, связанная с робототехникой, систематизирует знания человека, потому что в ней есть логика и этапность решений, жестко идущих одно за другим. Мне нравится наблюдать, как меняются студенты и кем они становятся к старшим курсам. Это уже другие люди с другими интересами, кругом общения и хобби. Это люди, которые в будущем будут заниматься ровно тем, чем мы занимаемся сейчас, – робототехникой.



←
 Аспирант УИ со своим проектом «робот-директор»

ЦРБТ:
Бывает ли, что студенты выдают интересные и неординарные идеи? Чем Вас в последний раз удивили студенты?

А.Ш.:
 Я совершенно случайно узнал об одном из наших студентов в прошлом году. Для меня это было очень приятное открытие. Он увидел пассивный экзоскелет и загорелся идеей с помощью этого экзоскелета управлять роботами. Более того, одной из вариаций его проекта был робот-дирижер, который управляет оркестром на 10-летие Университета Иннополис. Тогда я увидел, как молодой юноша вместе с нашим сотрудником умеет работать в режиме жесточайшего стресса и не теряет хватку.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, о проектах Центра робототехники УИ, связанных с компьютерным зрением.

А.Ш.:
 У нас был проект, который из коммерческого превратился в студенческий, а потом — наоборот. В свое время мы работали с крупной логистической компанией, занимающейся доставкой грузов по всей России. На сортировочных центрах компании обратили внимание на большое количество ручного труда, поэтому было принято решение создать систему, которая при помощи технологий компьютерного зрения [Computer vision/ CV] могла бы распознавать в гряде почтовых посылок конкретно одну, определять ее контур, покрутить перед камерой, найти штрихкод и положить на соответствующий конвейер. То есть роботизировать то, чем занимался человек в течение 8 часов каждый день.

« **Автоматизация — это сквозная система, с помощью которой увеличивается выпуск продукции и значительно уменьшается ее себестоимость** »

Мы решили автоматизировать данную операцию. Один из наших сотрудников, который увлекался CV-технологиями, взялся за эту работу и создал за 3 месяца **робота «Золушка»**. После этого мы показали нашему заказчику получившийся проект и ему все понравилось. Потом «Золушку» предложили еще нескольким компаниям, которые заинтересовались и сейчас думают, как это правильно у себя интегрировать.

Робот «Золушка» или робот-сортировщик, предназначенный для сортировки объектов, был разработан в Лаборатории робототехники Университета Иннополис. Роботом управляет нейронная сеть, обученная различать бруски определенной формы и цвета, и раскладывать их по коробкам. Робот может быть применен для сортировки твердых отходов и других сложных объектов.

ЦРБТ:
Скажите, применялся ли искусственный интеллект (ИИ) на проекте «Золушка»? Есть ли у вас другие проекты, связанные с ИИ?

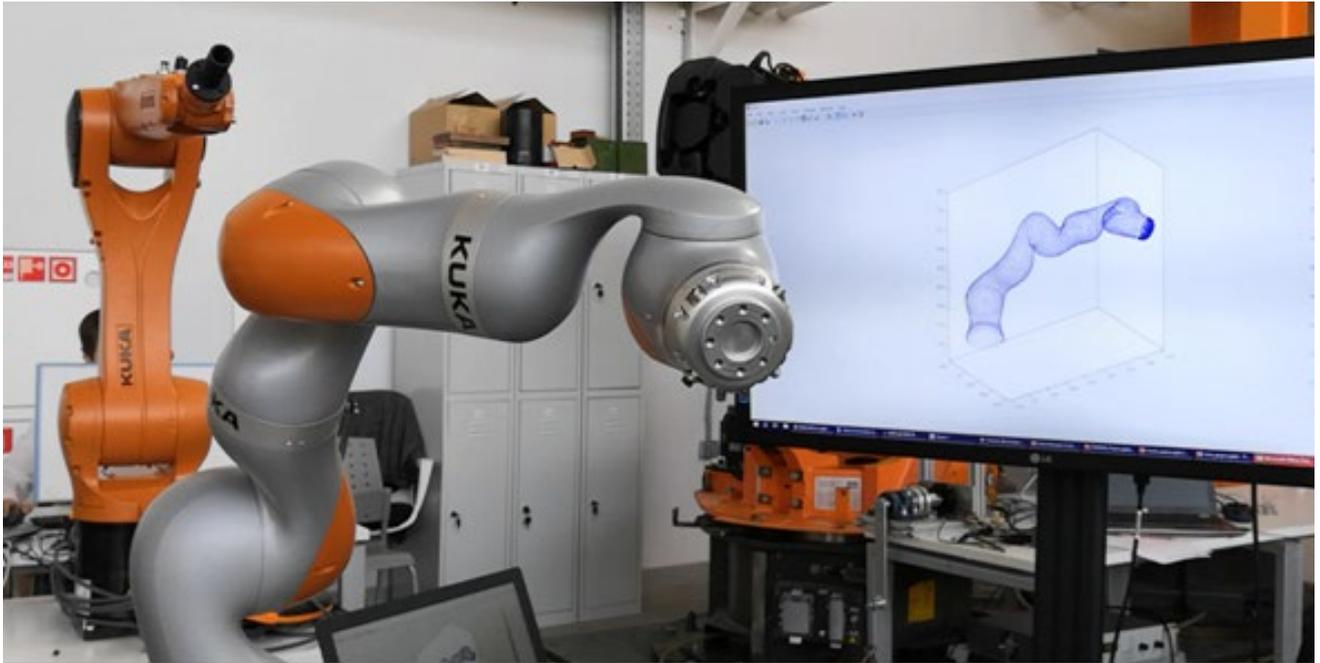
А.Ш.:
 На проекте «Золушка» ИИ особо не применялся, а только — чистая математика. В ячейке с роботом стоит камера глубины и камера цвета, которых достаточно для определения положения предмета относительно других, также используются различные классические и модернизированные алгоритмы сегментации полученных данных, поскольку в почтовых посылках достаточно ограниченный набор контуров: прямоугольник или параллелепипед. В любом случае это сложная высокотехнологичная задача, но она эффективнее и надежнее решается без применения искусственного интеллекта. Вообще, ИИ в промышленной робототехнике бывает нужен относительно редко, например, когда задача связана с большим количеством объектов манипуляции.

Сейчас у нас в работе есть один проект с использованием ИИ. Мы автоматизируем один из небольших участков производства элементов подвески транспортного средства: автомобильных рессор. Задача состоит в том, чтобы вычленив из огромной кучи одну рессору, лежащую максимально удобно, и определить ее ориентацию и тип для последующих манипуляций. Наши сотрудники почти полтора месяца создавали датасет, оперируя рессорами, выкладывая их в различных конфигурациях для полноты объема этого датасета. Проект выполняется совместно с командой Лаборатории ИИ, которая сейчас обучает нейросеть для определения типа и положения рессор с высокой точностью, а мы занимаемся задачами, связанными с манипуляцией рессор в пространстве.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, о разработках УИ в области мобильной робототехники в промышленности.

А.Ш.:
 Проекты, связанные с мобильной робототехникой в промышленности, у нас — в перспективе. Буквально месяц назад начали работу над проектом, где будут мобильные роботы,двигающиеся по пересеченной местности с помощью гусеничных и колесных платформ. Будут использованы ИИ и технологии, применяющиеся в беспилотных транспортных системах: SLAM-технологии, технологии для построения карт и их анализа. Для определения объектов в камере и построения объездного маршрута, будет использовано компьютерное зрение (CV).





ЦРБТ:
Мобильная робототехника в промышленности набирает все большую популярность. С чем это связано? Расскажите, пожалуйста, подробнее, что собой представляет мобильный робот в промышленности.

А.Ш.:
 Это связано с глобальной автоматизацией. Всю логистику в цеху могут выполнять мобильные платформы. Единственный и основной критерий автоматизации — не нужен человек, который будет катать тележку по полу. Таким образом, снизятся количество производственных травм и влияние человеческого фактора на производственный процесс.

ЦРБТ:
Какие сложности возникают при внедрении мобильных роботов в производство?

А.Ш.:
 Самая первая сложность — отсутствие ровных полов. Смех смехом, но в России — это боль. Многие компании хотят внедрить мобильные тележки в свое производство, но именно эта сложность их останавливает, потому что сделать новые полы стоит немало денег.

Вторая сложность — высокая стоимость оптических и других сенсоров, которые нужны для ориентации этой тележки.

Третья сложность — культура производства, то есть тележку могут повредить люди. Например, если кто-то случайно повредит сенсор, то робот выйдет из строя, а сенсорика, как уже ранее сказал, в таких платформах используется дорогая.

Четвертая сложность — межцеховая логистика, например, закрытые пространства заводов. Нужна какая-то автоматика, которая бы открывала эти проезды. Особенно это важно, если есть два цеха, которые разделены уличным открытым пространством.

Современное производство — это компактное производство с низким энергопотреблением и потреблением тепла, а также с минимальным количеством персонала, именно тогда тележка уместна, применима и нужна.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, почему матричное производство станет востребованным. Есть ли у вас проекты, связанные с матричным производством?

А.Ш.:
 Матричное производство можно быстро переналадить на выпуск другой продукции. Например, сбор автомобилей с разной комплектацией в одном производстве: автомобиль на определенном этапе на тележке уедет не к роботу № 21, который ставит простую магнитолу, а, допустим, к роботу № 22 с люксовой магнитолой.



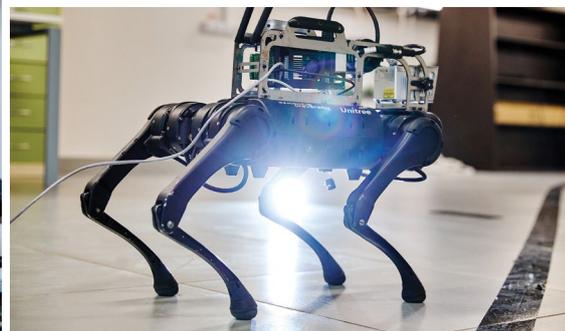
Человек роботу всегда будет в чем-то проигрывать — так же, как он проигрывает, например, автомобилю в скорости



Мобильная робототехника в промышленности необходима, поскольку она способствует автоматизации. Автоматизация — это сквозная система, с помощью которой увеличивается выпуск продукции и значительно уменьшается ее себестоимость. Я думаю, что к этому стремятся многие производители.

ЦРБТ:
В каких отраслях чаще используют мобильные роботы в промышленности?

А.Ш.:
 На самом деле мобильные роботы могут использоваться почти в любых отраслях: и в самолетостроении, и в автомобилестроении, а также на опасных или пищевых производствах.



Роботизированное матричное производство предполагает применение категоризированных и стандартизированных производственных ячеек, расположенных, как правило, в виде прямоугольной матрицы. Подробнее об этом вы можете прочитать в статье «Матричное производство».

Во-вторых, выход одной точки из строя почти не влияет на систему в целом и не требует человеческого вмешательства для построения новой траектории. Например, если робот № 6, занимавшийся установкой лобового стекла, вышел из строя, то запускается другой робот для выполнения этой операции. Далее система сама передает тележке новую координату. Такое возможно при наличии нескольких взаимозаменяемых роботов. Иначе, оснастку подключают резервному роботу для вклейки лобового стекла, после чего робот готов к выполнению этой операции. На таком производстве люди нужны редко, только чтобы восстановить поврежденную ячейку.

В матричном производстве активно используются мобильные платформы, работающие на простейших системах, например, радио- и оптических метках, установленных на полу по всему цеху. ИИ в самом матричном производстве не нужен, так как система отлажена и подчиняется математическим законам, но ИИ может использоваться при планировании таких производств, допустим, для оптимизации логистических межоперационных перемещений. Например, сотрудники Университета Иннополис анализировали данные одной компании в течение трех последних лет, чтобы на базе этих данных при помощи ИИ создать систему, которая могла бы заранее предупреждать, какие материалы нужно закупить, чтобы производство не останавливалось.

ЦРБТ:
Каким образом будут переориентированы производства, например, если запросы рынка изменятся? Будут ли матричные производства иметь преимущества перед обычными?

А. Ш.:
Здесь вопрос: на что переориентированы. Например, если сегодня на производстве делали Hyundai Accent, а завтра — Hyundai Santa Fe, то по щелчку пальцев невозможно перенастроить систему. Это два разных автомобиля, у которых отличается по сути все: кузовные панели, размеры и т. д. Поэтому, почти на каждом роботе нужно будет поменять оснастку — это то, что крепится на руку робота. Если же нужно в целом переориентировать производство, например, делать не машину, а мотоцикл, то потребуется еще больше усилий, чем в первом случае.

Однако, конечно, матричное производство в таких условиях имеет преимущества перед обычным. В случае матричного производства остается производственное помещение с роботами, но меняется оснастка роботов, например, для сборки кузовных моделей, которые не используются в мотоциклах.

Оснастка может не меняться у сварочных роботов, у простых сборочных роботов, у покрасочных роботов, которые практически везде используются.

ЦРБТ:
Как Вы думаете, может ли сегодня производственный гигант успешно конкурировать с другими крупными игроками рынка без роботизации рабочих процессов?

А. Ш.:
Нет, конечно. Ремесленники же не могли успешно конкурировать с мануфактурами. Сколько может ткать за день человек и сколько может — станок. Здесь ровно то же самое. Предприятие, где высокая степень автоматизации, и аналогичное предприятие, но основанное на ручном труде, не сравнимы друг с другом по всем критериям: по количеству и качеству выпускаемой продукции, по количеству брака, травм на производстве и так далее. Это вообще не сравнимо.

ЦРБТ:
Каким образом улучшаются качественные и количественные показатели производств при их автоматизации и роботизации?

А. Ш.:
Здесь все очень просто. Что касается количественных показателей, представьте промышленного классического робота, который может поднять 70 кг груза и перенести его в другое место с точностью в полмиллиметра, со скоростью 2 м/с, с минимальным количеством ошибок. Я не знаю людей, которые могли бы такое повторить 100 000 раз, а робот — может. Человек роботу всегда будет в чем-то проигрывать — так же, как он проигрывает, например, автомобилю в скорости. Более того, робот будет работать без остановки 365 дней в году 24 часа в сутки.

В России все-таки человеческий труд недооценен, поэтому зачастую не выгодно ставить роботов на производстве

Теперь что касается качества. Изделия, которые производятся при помощи автоматизированных линий, всегда будут идентичны друг другу. Например, результаты простейшей операции — сварки, выполняемой даже крутым сварщиком, — всегда будут отличаться: сварочный шов будет на каждом стыке уникален. А если поставить робота и запрограммировать выполнять эту же операцию, то все швы будут одинаковыми, что обеспечит идентичность в жизненном цикле таких швов.

ЦРБТ:
Как быстро может окупиться использование промышленных роботов в производстве?

А.Ш.:
 У нас был проект, когда заказчик очень хотел автоматизировать один участок и считал, что таким образом сможет создать уникальное решение, которое можно масштабировать на аналогичные производства по всему миру. Мы показали, какие роботы будут использованы, и посчитали, что это окупится за 24 года, и заказчик решил не автоматизировать. Но тем не менее, в этом предприятии мы нашли участок, автоматизация которого “отбивалась” за 4 месяца. Сейчас там внедрены роботы и все работает. Работа ради работа покупать точно не стоит. Это бессмысленно. Надо понимать, что робот, как и любая машина, устаревает, то есть робот, который выпущен год назад, уже имеет ряд существенных недостатков перед новым: и масло расслаивается, и программное обеспечение устаревшее, и прочее.

ЦРБТ:
Расскажите, пожалуйста, о современных тенденциях и особенностях автоматизации и роботизации производств в России.

А.Ш.:
 Современные тенденции роботизации и автоматизации процессов связаны с массовостью продукции. Нет смысла, например, создавать автоматизированную линию по производству кораблей, потому что никто не штампует сотни тысяч лайнеров. Допустим, фабрики по производству сотовых телефонов, лекарств, автомобилей есть смысл автоматизировать, потому что их продукция массовая. Такая тенденция сохраняется во всем мире, при этом методология автоматизации производственных процессов везде идентична: международные стандарты безопасности, автоматизации, протоколы связи и прочее.

« **Идеальное состояние импортонезависимости — это когда страна производит все для себя лично** »

Единственная особенность автоматизации и роботизации в России по сравнению с другими странами заключается в том, что в других странах принято вкладываться в автоматизацию, поскольку там достаточно высокая стоимость человеческого труда и внедрение роботов очень сильно удешевляет производство того или иного изделия. В России все-таки человеческий труд недооценен, поэтому зачастую собственникам бизнеса просто не выгодно ставить роботов на производстве из-за их достаточно высокой стоимости и большого срока окупаемости.

ЦРБТ:
Важна ли импортонезависимость в направлении робототехники?

А.Ш.:
 Импортонезависимость, конечно, важна всегда, в любом случае. Идеальное состояние импортонезависимости — это когда страна производит все для себя лично. Успешная страна — это та страна, которая обладает всем набором технологий, который необходим для ее существования. Если мы начинаем импортировать технологии из других стран, то это не есть хорошо, значит, у нас есть над чем работать.



МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛИ: Алина Винова, Гузель Низамова



МАГИСТРАТУРА УНИВЕРСИТЕТА ИННОПОЛИС ПО НАПРАВЛЕНИЮ «РОБОТОТЕХНИКА И КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ»

Университет Иннополис ориентирован на инновации и развитие высокотехнологичных отраслей экономики. Магистратура Университета Иннополис — это выбор тех, кто хочет получить качественное образование и достичь карьерного успеха.

21

место в ежегодном рейтинге Forbes лучших университетов России, 2022

74

место в ТОП-100 мировых вузов-исследователей игр: Institutions Active in Technical Games Research 2021

13

место в рейтинге инженерно-технических вузов России (RAEX), 2022

25

входит в топ-25 из 2 000 вузов рейтинга U-Multirank в категории «Совместные международные публикации», 2021

20

входит в топ-20 российских вузов мирового рейтинга Round University Ranking 2023

6

место в рейтинге вузов России по доходам выпускников 2017-2022 годов (SuperJob, 2023)

ПОЧЕМУ СТОИТ УЧИТЬСЯ У НАС?

01

Преподаватели мирового уровня

02

Гранты на обучение

03

Стажировки и карьера в ИТ-компаниях

04

Международное сотрудничество

05

Современный кампус

06

Акцент на практику

Программа основана на признанных мировых практиках, которые используются в [Massachusetts Institute of Technology](#), [Carnegie Mellon University](#), [Sapienza University of Rome](#), [National University of Singapore](#).

Все курсы УИ разработаны и преподаются действующими исследователями и учеными и соответствуют мировым стандартам качества. При этом ряд курсов уникален и основан на актуальных исследованиях науки и техники в области робототехники. Курсы разработаны и преподаются действующими исследователями и учеными.

Программа предназначена для студентов и специалистов, планирующих стать высококвалифицированными профессионалами в следующих областях:

- мехатроника, управление и прототипирование;
- современные численные методы решения сложных технических и оптимизационных задач, основанных на машинном обучении;
- решение прикладных задач в области беспилотного транспорта, промышленной робототехники и систем технического зрения.

Учебный план магистерской программы разработан так, чтобы охватывать 3 основные парадигмы робототехники:



Мы постоянно актуализируем нашу программу, добавляя в нее востребованные практические и научные предметы, а также предлагаем широкий набор технических курсов по выбору.

Университет Иннополис готовит выпускников по различным профилям, востребованным в современной промышленности и науке:

- Программисты с хорошим знанием математики и физики;
- Инженеры-электронщики/механики с навыками программирования;
- Инженеры по восприятию (компьютерное зрение, sensor fusion, машинное обучение);
- Инженеры-алгоритмисты/ученые по работе с данными с пониманием физики и машиностроения;
- Инженеры в области управления и автоматизации с навыками программирования встроенных систем;
- Исследователи с опытом работы в профильных областях робототехники.

Институт робототехники ведет исследования в различных областях, включая нижеперечисленные:

- Промышленная и коллаборативная робототехника;
- Системы управления для робототехнических приложений;
- Новые приводы и механизмы с физическим интеллектом;
- Дистанционное (теле-) управление и тактильные технологии;
- Человеко-машинное взаимодействие и иммерсивные технологии;
- Шагающие роботы;
- Роботы для физической помощи человеку;
- Автономные роботы (наземные, воздушные и водные).

↓ Лучшая реклама для вуза — это его успешные выпускники. Выпускники Университета Иннополис строят карьеру в ведущих компаниях российской ИТ-отрасли ↓





Александр Малолетов,

профессор, директор института робототехники,
доктор физико-математических наук:

Магистерская программа Университета Иннополис по робототехнике рассчитана на студентов, которые хотят продолжить свое образование в этой области. Обучение включает в себя только актуальные научные и практические аспекты, которые позволяют магистрантам стать востребованными специалистами после его окончания. Кроме этого, университет предоставляет студентам возможность работать над промышленными проектами на современном оборудовании, включающем в себя БПЛА, роботы-манипуляторы, беспилотные транспортные средства и др. Обучающиеся не только принимают участие в различных научных мероприятиях, но и регулярно публикуются в высокорейтинговых журналах, а также имеют возможность трудоустроиться в крупные коммерческие компании после выпуска или параллельно с обучением.



Валерия Скворцова,

преподаватель института робототехники:

Робототехника — для сильных духом и упорных людей. Данный раздел науки и техники требует от специалиста знаний в области классической механики, электроники и электротехники, а также знаний быстрых и надежных языков программирования и основ искусственного интеллекта. Любой проект в робототехнике — это большой челлендж, который обязательно будет находиться на стыке наук.

В Университете Иннополис существует целое комьюнити людей, которые увлечены робототехникой и занимаются ей на разном уровне. Мотивированный студент может как присоединиться к уже существующему проекту, так и организовать свой. Профессорско-преподавательский состав помогает студентам в их начинаниях как с точки зрения ресурсов (в университете есть отдельная лаборатория, созданная специально для студентов), так и в форме наставничества.

Для меня в процессе преподавания важно, чтобы студент видел, где он может применить свои навыки на практике, поэтому я стараюсь проводить занятия с настоящими “железками” разной степени сложности и надеюсь, что в будущем такой подход принесет свои плоды.



Рамиль Хафизов,

выпускник магистратуры Университета Иннополис
(год окончания — 2021):

Среди основных преимуществ магистратуры Университета Иннополис я могу выделить возможность работы с реальными роботами — это ценный практический опыт, который обязательно пригодится в будущем. За достойную учебу студенты получают высокую стипендию, а учатся и живут в комфортных условиях: университет предоставляет грамотно организованное пространство для учебы и отдыха. Преподаватели магистратуры — эксперты своего дела, которые ответственно подходят к преподаванию и могут грамотно преподнести изучаемый материал, а студенты приходят с сильным бэкграундом — важно знать, что ты находишься среди лучших. Кроме этого, после выпуска нет проблем с трудоустройством: знания, полученные в ходе обучения, позволяют получить высокооплачиваемую работу в крупной компании.



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.

1. 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?»

2. 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»

3. Дайджест о промышленной робототехнике «6 СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ»

В этом выпуске команда Университета Иннополис представила картину современной промышленной робототехники, показала перспективные разработки, тенденции и проблемы, с которыми сталкивается эта отрасль науки.

На страницах журнала читатель сможет найти:

- анализ рынка и историю становления современной промышленной робототехники;
- интервью с ведущими игроками рынка;
- обзор новинок и достижений области;
- аналитические материалы по различным аспектам промышленной робототехники.



Читайте дайджест «6 СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ»

4.

Дайджест о микроэлектронике «ЧЕМ МЕНЬШЕ, ТЕМ ЛУЧШЕ»

Четвертый выпуск дайджеста посвящен микроэлектронике – фундаменту, который является основой всех современных технологий. Читатель сможет узнать, как выглядит прошлое, настоящее и будущее этой обширной отрасли.

Ниже – малая часть того, что можно найти на страницах издания:

- материалы, элементы и компоненты, используемые в микроэлектронных изделиях;
- мнения представителей высших учебных заведений и ассоциации российских разработчиков и производителей электроники по различным вопросам;
- история развития микроэлектроники и изобретения, ставшие ключевыми;
- информация о современных трендах и предполагаемых направлениях развития.



Читайте дайджест «ЧЕМ МЕНЬШЕ, ТЕМ ЛУЧШЕ»

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.

КАЛЕНДАРЬ КОНФЕРЕНЦИЙ / МЕРОПРИЯТИЙ

<p>ICRA 2023 – IEEE International Conference on Robotics and Automation</p> <p>29.05-02.06.2023 Лондон, Великобритания</p>	<p>AAMAS 2023 – The 22nd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems</p> <p>29.05-02.06.2023 Лондон, Великобритания</p>
<p>ECC 2023 – The 21st European Control Conference</p> <p>13.06-16.06.2023 Бухарест, Румыния</p>	<p>CVPR 2023 – Conference on Computer Vision and Pattern Recognition</p> <p>18.06-22.06.2023 Ванкувер, Канада</p>
<p>SMART ROBOTICS 2023 – 11th European Summit on Robots and Artificial Intelligence</p> <p>27.06-28.06.2023 Гамбург, Германия</p>	<p>JCRAI 2023 – 3rd International Joint Conference on Robotics and Artificial Intelligence</p> <p>21.07-23.07.2023 Шанхай, Китай Дедлайн для подачи статей: 24 апреля 2023 года</p>
<p>ICML 2023 – International Joint Conference on Artificial Intelligence</p> <p>23.07-29.07.2023 Гавайи, США</p>	<p>XVI-я Всероссийская Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2023)</p> <p>11.09-15.09.2023 Волгоград, Россия Дедлайн для подачи статей: 20 мая 2023 года</p>
<p>Robot Conference Robotbaserad Automation</p> <p>13.09-14.09.2023 Йёнчёпинг, Швеция</p>	<p>CORA 2023 – Conference on Robots and Automation</p> <p>17.09-18.09.2023 Франкфурт, Германия Дедлайн для подачи статей: 1 мая 2023 года</p>
<p>ISR Europe 2023 – 56th International Symposium on Robotics</p> <p>26.09-27.09.2023 Штутгарт, Германия Дедлайн для подачи статей: 5 мая 2023 года</p>	<p>IROS 2023 – The 2023 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems</p> <p>01.10-05.10.2023 Мичиган, США Дедлайн для подачи статей: 31 июля 2023 года</p>
<p>iRACE 2023 – International Robotics & Automation Conference & Exhibition</p> <p>27.11-30.11.2023 Шэньчжэнь, Китай</p>	<p>CDC 2023 – The 62nd IEEE Conference on Decision and Control</p> <p>13.12-15.12.2023 Сингапур Дедлайн для подачи статей: 10 сентября 2023 года</p>
<p>WACV 2024 – Winter Conference on Applications of Computer Vision</p> <p>03.01-07.01.2024 Гавайи, США</p>	<p>AAAI 2024 – The 38th Annual AAAI Conference on Artificial Intelligence</p> <p>20.02-28.02.2024 Ванкувер, Канада Дедлайн для подачи статей: 11 июля 2023 года</p>
<p>ICAART 2024 – International Conference on Agents and Artificial Intelligence</p> <p>24.02-26.02.2024 Рим, Италия Дедлайн для подачи статей: 9 октября 2023 года</p>	<p>HRI 2024 – The 19th Annual ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction</p> <p>11.03-14.03.2024 Колорадо, США</p>

КАЛЕНДАРЬ ВЫСТАВОК

- | | | |
|--|--|--|
| <p>1</p> <p>ATX East 2023</p> <p>13.06 - 15.06.2023
Нью-Йорк, США</p>  | <p>2</p> <p>Transport logistic China 2023</p> <p>14.06-16.06.2023
Шанхай, Китай</p>  | <p>3</p> <p>India Warehousing Show (IWS) Delhi 2023</p> <p>14.06-16.06.2023
Нью-Дели, Индия</p>  |
| <p>4</p> <p>Asia Intellect Manufacturing Exhibition (AIME) 2023</p> <p>27.06 - 29.06.2023
Пекин, Китай</p>  | <p>5</p> <p>automatica 2023</p> <p>27.06-30.06.2023
Мюнхен, Германия</p>  | <p>6</p> <p>China Robot Show (CRS) 2023</p> <p>05.07-07.07.2023
Пекин, Китай</p>  |
| <p>7</p> <p>Innoprom 2023</p> <p>10.07-13.07.2023
Екатеринбург, Россия</p>  | <p>8</p> <p>Advanced Manufacturing Expo (AMX) 2023</p> <p>09.08-11.08.2023
Мичиган, США</p>  | <p>9</p> <p>Международный военно-технический форум «АРМИЯ-2023»</p> <p>14.08-20.08.2023
Кубинка, Россия</p>  |
| <p>10</p> <p>TAIROS: Taiwan Automation International Intelligence and Robot Show 2023</p> <p>23.08-26.08.2023
Тайпей, Тайвань</p>  | <p>11</p> <p>SINDEX 2023</p> <p>05.09-08.09.2023
Берн, Швейцария</p>  | <p>12</p> <p>CeMAT RUSSIA 2023</p> <p>19.09-21.09.2023
Москва, Россия</p>  |
| <p>13</p> <p>Industrial Automation Shanghai 2023</p> <p>19.09-23.09.2023
Шанхай, Китай</p>  | <p>14</p> <p>RobotWorld 2023</p> <p>11.10-14.10.2023
Сеул, Южная Корея</p>  | <p>15</p> <p>A&T Vicenza 2023</p> <p>25.10-27.10.2023
Виченца, Италия</p>  |
| <p>16</p> <p>iRACE 2023</p> <p>27.11-30.11.2023
Шэньчжэнь, Китай</p>  | <p>17</p> <p>Электроника России</p> <p>28.11-30.11.2023
Москва, Россия</p>  | <p>18</p> <p>iREX 2023</p> <p>29.11-02.12.2023
онлайн</p>  |
| <p>19</p> <p>ATX West 2024</p> <p>06.02-08.02.2024
Калифорния, США</p>  | <p>20</p> <p>ITES China 2024</p> <p>28.03-31.03.2024
Шэньчжэнь, Китай</p>  | <p>21</p> <p>26-я Международная выставка электроники</p> <p>16.04-18.04.2024
Москва, Россия</p>  |



ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТОТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ

НАД ВЫПУСКОМ РАБОТАЛИ:

Главный редактор: Александр Малолетов

Редактор: Гузель Низамова

Технические журналисты: Лейсан Василова, Алина Винова

Дизайнер: Екатерина Еремеева

Технические эксперты: Артур Шимановский, Алексей Малюков,
Айрат Гафиятуллин, Алена Сидорова, Станислава Идрисова



ФОНД НТИ

Фонд Национальной
технологической инициативы

При финансовой поддержке Фонда НТИ в рамках реализации Программы Центра НТИ по направлению «Технологии компонентов робототехники и мехатроники» на базе АНО ВО «Университет Иннополис»



ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТОТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ



ЦЕНТР
ТЕХНОЛОГИЙ
КОМПОНЕНТОВ
РОБОТОТЕХНИКИ
И МЕХАТРОНИКИ