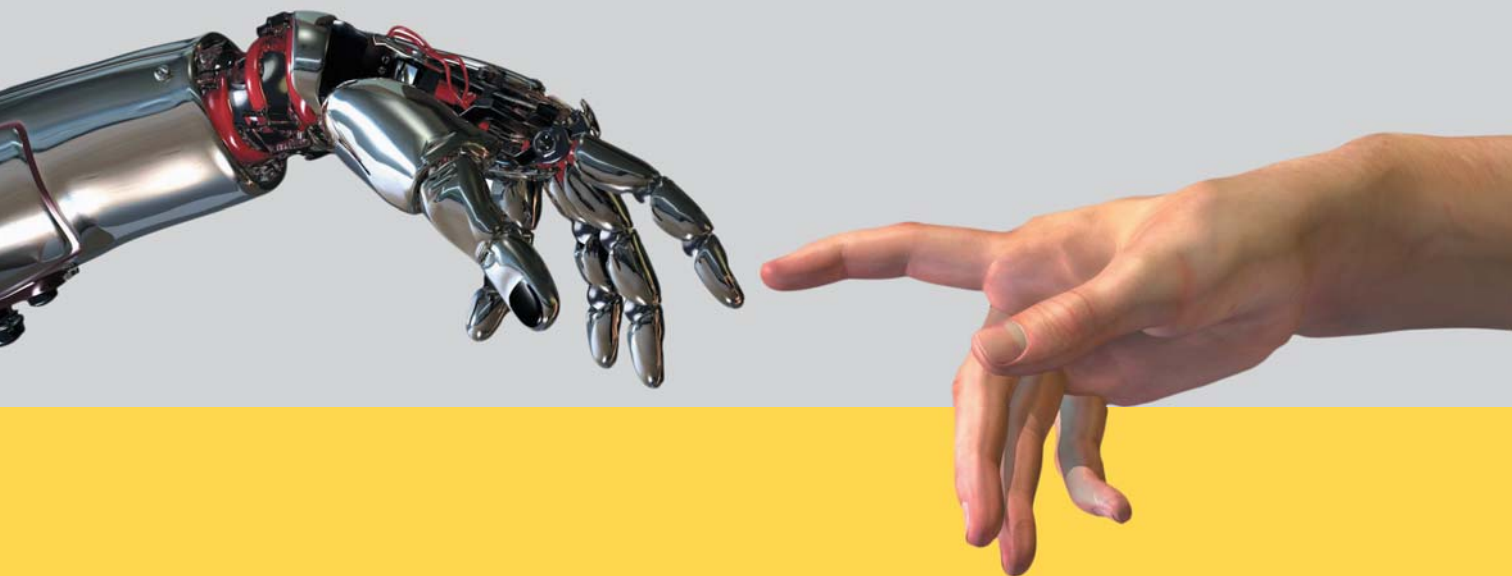


ОТ ГЕРОНА ДО РОБОТА-ШПИОНА

АНДРЕЙ ЖИГУНОВ

azhigunov@lincolnelectric.eu



Идея создания устройств, автоматизирующих отдельные действия человека, пришла из глубокой древности. Люди всегда мечтали об искусственных механических слугах, которые имели бы все достоинства человека и не страдали бы недостатками, присущими живым организмам.

История развития роботов может быть разделена на четыре основных этапа.

ПЕРВЫЙ ЭТАП

В глубокой древности предпринимались попытки создать различные человекоподобные механизмы, которые, «поглотив» монету, открывали бы двери помещений, продавали воду, выполняли различные несложные процедуры. Созданием таких автоматов занимались Герон Александрийский¹ (I в. н. э.) и другие известные деятели тех времен.

В 400 г. до н. э. греческий философ Акрит сконструировал летающих орла и голубя и ползающую улитку. Во времена египетского фараона Птолемея II Филадельфа (III в. до н. э.), согласно свидетельствам древних папирусов, был создан механический человек.

В произведении Гомера «Илиада» имеются строки:

*Навстречу ему золотые служанки
Вмиг подбежали, подобные девам
живым, у которых
Разум в груди заключен, и голос,
и сила, которых
Самым различным трудам обучили
бессмертные боги.*

Естественно, на заре цивилизации науки не были достаточно развиты, и не хватало технических возможностей для создания столь сложных человекоподобных устройств. Скорее всего, в этих преданиях отражены лишь мечты людей.

ВТОРОЙ ЭТАП

В Средние века в большом количестве создавались различные человекоподобные механизмы, которые получили название «андроиды».

Первые андроиды изготовили швейцарский часовщик Пьер-Жак Дро² и его сын Анри Дро. Они показали изумленным согражданам сконструированного ими механического писца. Он с важным видом макал гусиное перо

РИС. 1. ▼
Рыцарь, выполненный по чертежам Леонардо да Винчи (1495 г.)



¹ Герон Александрийский (вероятно, I в.) — великий физик, математик, механик и инженер древней Греции. Занимался геометрией, механикой, гидростатикой, оптикой. Первым изобрел автоматические двери, автоматический театр кукол, автомат для продаж, скорострельный самозаряжающийся арбалет, паровую турбину, автоматические декорации, прибор для измерения протяженности дорог (древний «тансаметр») и др. Первым начал создавать программируемые устройства (вал со штырьками с намотанной на него веревкой).

² Пьер-Жак Дро (1721–1790) — основоположник одной из самых престижных часовых торговых марок. Создатель анимированных часов с поющими птицами и фонтанами, музыкальных часов, а также мастер по созданию автоматических механизмов. Самые знаменитые из его творений: пишущий мальчик; девочка, играющая на органе; рисующий мальчик.

в чернильницу и ровным красивым почерком писал длинную фразу, двигая при этом головой и оглядывая написанное. Созданием подобных андроидов увлекались известные мастера во многих странах (рис. 1).

К андроидам следует отнести также произведения русского мастера Кулибина: замысловатые часы с движущимися фигурками людей и животных.

Трудные и, казалось бы, неразрешимые проблемы вставали перед создателями первых андроидов. Прежде всего возникал вопрос, где взять энергию, которая могла бы заменить силу человеческих мышц. Обычно использовали одну достаточно мощную пружину или систему пружин. Этой энергии было явно недостаточно, и на помощь инженерам пришли появившиеся паровые машины.

На этом этапе все человекоподобные устройства отличались лишь внешним сходством со своими создателями. Но они служили лишь для развлечения публики и практического значения не имели.

ТРЕТИЙ ЭТАП

Конец XIX и начало XX в. характеризуются выдающимися открытиями в области науки и техники. Появились и начали широко применяться различные электрические устройства, генераторы тока, электрические двигатели, аккумуляторы. Были изобретены телеграф и телефон. Все шире начала использоваться электрическая энергия. В начале XX в. интенсивно развиваются радиотехника и электроника.

Все достижения человеческой мысли не могли не повлиять на создание нового научного направления — робототехники.

В начале XX века в ряде стран были созданы известные роботы Alfa (рис. 2), «Эрик», советский робот ЕМ и др.

При этом широко использовались достижения в области электротехники, электроники и автоматики. К этому времени относятся и первые попытки использовать роботы для нужд человека.

Американский ученый и писатель Айзек Азимов в одном из своих произведений сформулировал так называемые Законы робототехники:

1. Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.
2. Робот должен повиноваться всем приказам, которые отдает человек, кроме тех случаев, когда они противоречат первому закону.
3. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит первому и второму закону.

Новые научные открытия и изобретения позволили проблеме создания роботов перевести на более совершенный фундамент. Так, появились реальные возможности оснастить роботов зрением — фотоэлементами, слухом — микрофонами, речью — громкоговорителями.

В то же время получила свое развитие наука, которая позже будет названа *кибернетикой*. Ученые и инженеры начали разрабатывать устройства, которые, хоть и называли кибернетическими игрушками, создавались отнюдь не для развлечения. Они служили примером практического воплощения идей автоматического управления и кибернетики, моделировали поведение живых организмов.

Большую известность приобрели устройства, напоминающие черепаха, жуков, мышей и т. д. Первые простейшие схемы таких устройств, способных двигаться в направлении света, разработал известный американский ученый Норберт Винер³, сформулировавший основные положения кибернетики. В устройствах, созданных на третьем этапе эволюции роботов, впервые был использован принцип обратной связи, сформулированный в конце XIX в.

ЧЕТВЕРТЫЙ ЭТАП

Четвертый этап начался в 1965–1970 гг. Мечта о создании механических помощников человека становится реальностью. В середине XX в. возникло и сформировалось новое научно-техническое направление — робототехника. К нему было приковано внимание многих специалистов, научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций из различных отраслей в промышленно развитых странах. Это направление и в настоящее время

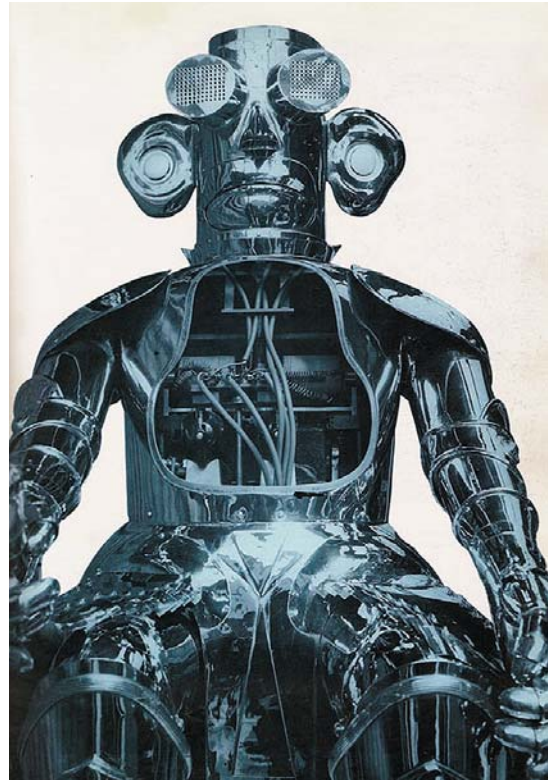


РИС. 2. ▲
Робот Alpha (1934 г.)

считается одним из самых актуальных и перспективных.

Целесообразно отметить и сформулировать основные причины развития нового научно-технического направления и создания нового типа оборудования — промышленных роботов. Во-первых, это стремление освободить человека от работы в экстремальных условиях и от утомительного, монотонного и однообразного труда. Во-вторых, необходимость повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции. Промышленные роботы, как это уже стало ясно, позволяют эффективно автоматизировать вспомогательные и транспортные операции в условиях мелкосерийного и серийного производства, дают возможность на более высоком уровне решать задачи комплексной автоматизации. Промышленные роботы играют важную роль в решении задачи создания гибких производственных систем. В настоящее время принято считать, что без применения роботов различного типа для

³ Норберт Винер (1894–1964) — американский ученый, выдающийся математик и философ, основоположник кибернетики и теории искусственного интеллекта.

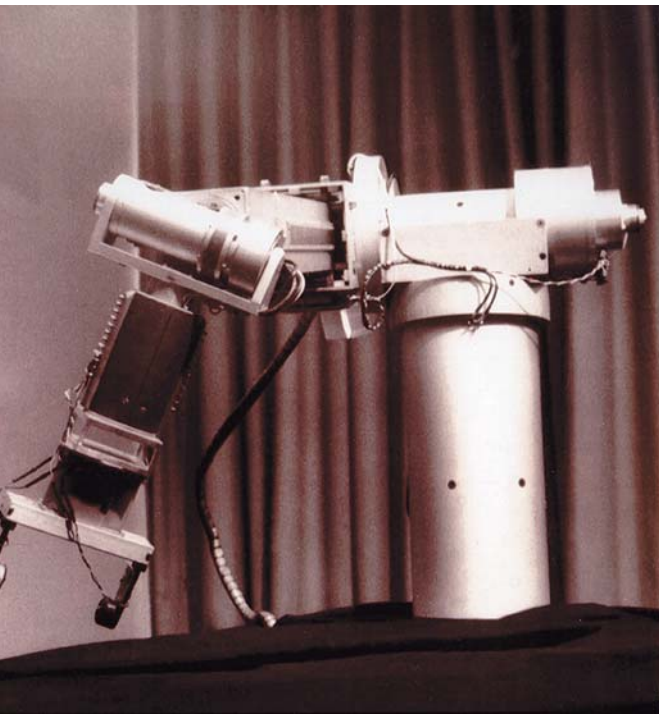
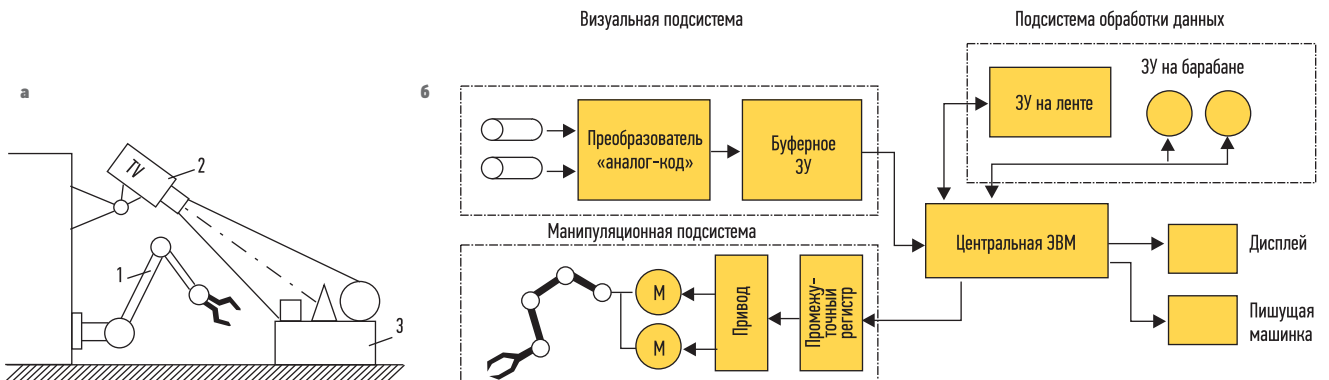


РИС. 3. ▲
Stanford Arm (1969)

автоматизации вспомогательных и транспортно-складских операций создание современной гибкой производственной системы невозможно.

Чтобы лучше понять место и научные задачи создания промышленных роботов, рассмотрим общую постановку проблемы «робототехника» и так называемые «три поколения роботов» — разделение, принятое в настоящее время во всей специальной и научно-популярной литературе. Несмотря на то, что это деление несколько условно, такой прием позволяет более четко отметить особенности различных типов роботов и классифицировать их.

РИС. 4. ▼
Схема: а) и блок-схема системы управления; б) адаптивного робота (типа «глаз-рука»)



I поколение — промышленные роботы (ПР). По сложившемуся мнению, они представляют собой автоматические устройства, оснащенные одной или несколькими «руками». Движение «руки» промышленного робота осуществляется по нескольким управляемым координатам (от двух до восьми) с заданной программируемой скоростью и необходимой точностью. На конце «руки» монтируют «кость» с рабочим органом. Перемещение рабочего органа происходит в пределах зоны обслуживания ПР.

Промышленный робот в общем случае состоит из манипулятора, рабочего органа и переналаживаемого устройства управления (рис. 3). Важнейшей отличительной особенностью ПР является то, что они, как правило, не имеют датчиков обратной связи и не могут реагировать на изменения внешней среды. Предполагается, что среда, окружающая робота, строго организована, детерминирована и неизменна. Эта особенность несколько ограничивает области применения ПР. Программирование их движений осуществляется в основном методом обучения, а программа предусматривает запись всех движений манипулятора.

Наиболее эффективно применение промышленных роботов для автоматизации транспортных, вспомогательных и некоторых технологических операций в условиях мелкосерийного и серийного производства.

II поколение — адаптивные роботы. Они уже относятся к более совершенным роботам и, как это следует из названия,

могут реагировать на изменения внешней среды. Они оснащены датчиками обратной связи — сенсорными устройствами. Эта особенность и является главной, отличающей данные устройства от роботов I поколения. Возможность корректировать программу в зависимости от изменения параметров внешней среды позволяет существенно расширить область применения роботов этого поколения по сравнению с промышленными роботами. Манипуляторы рабочих органов адаптивных роботов не имеют принципиальных отличий от таковых у роботов I поколения. На адаптивных роботах применяются самые разнообразные датчики обратной связи. В широком спектре этих датчиков насчитывается несколько десятков типов, начиная от простейших контактных электромеханических и заканчивая стереоскопическими и лазерными.

Системы управления адаптивными роботами сложнее систем управления промышленными роботами. Программирование предусматривает запись основной программы и наличие в системе управления соответствующих подпрограмм, включаемых в зависимости от сложившейся ситуации в окружающей среде.

Как правило, система управления представляет собой специализированный ПЛК или управляющий вычислительный комплекс (УВК). Часто адаптивные роботы называются системой «глаз-рука».

Структурная схема такого робота (рис. 4а) включает в себя собственно манипулятор (1), камеру или сканирующий лазер (2) и стол (3) с расположенными на нем различ-

ными предметами. Упрощенная блок-схема системы управления роботом типа «глаз-рука» показана на рис. 46. Примером такой системы может послужить разработка компании Lincoln Electric совместно с компанией META. Этот уникальный проект реализовывал полностью автоматизированную сварку в узкощелевую разделку, при этом слежение за заготовкой осуществляла лазерная система слежения (рис. 5).

Сейчас мы стоим на пороге самого интересного этапа в развитии робототехники, значение которого трудно переоценить. В настоящее время робототехника развивается бурными темпами во всех основных промышленно развитых странах. Казалось бы, сравнительно недавно было сформулировано новое понятие — *искусственный интеллект*. И вот на этой неделе японцы уже запускают на МКС первого антропоморфного робота-собеседника для поддержания боевого духа астронавтов.

III поколение — роботы с искусственным интеллектом, наиболее сложные и совершенные, ранее их называли интегральными. Следует отметить, что сейчас они находятся в стадии разработки. Созданы отдельные экспериментальные образцы, применение которых в промышленности только начинается. Конструкция роботов с искусственным интеллектом существенно отличается от ранее описанных тем, что они весьма часто выполняются подвижными, оснащаются колесным или гусеничным ходом. Достаточно распространенным научным направлением является создание шагающих роботов (рис. 6.), а также роботов, предназначенных для исследований космоса и океана.

Роботы с искусственным интеллектом оснащаются мощными ПЛК и в целом сложнее и дороже роботов II поколения. Математическое обеспечение интегральных роботов весьма сложно. В память робота нужно занести математическую модель внешней среды и общую цель, которую необходимо достигнуть. Конкретная программа действий вырабатывается в процессе движения робота на основании сопоставления модели внешней

среды, основной цели и информации, получаемой от органов осязания. Предполагается, что робот оснащен устройствами, позволяющими вести непрерывную связь (диалог) с человеком на естественном или специализированном (проблемно-ориентированном) языке.

Говоря о возможных областях применения роботов с искусственным интеллектом, специалисты различных стран исходят из того, что в некоторых условиях человек не может существовать и выполнять полезную работу без специальных мер защиты. К ним относятся океанские глубины, космос, поверхность других планет, зоны с высоким радиоактивным излучением и т. д. Использование достаточно совершенных роботов, способных выполнять целенаправленные действия в этих областях, вести поисковые аварийные, сбо-

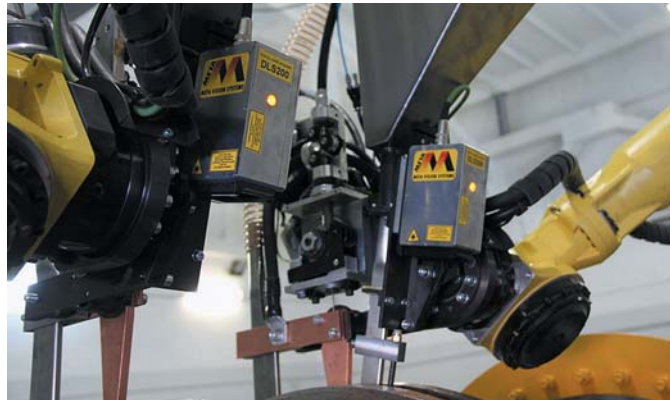


РИС. 5. ▲ Применение лазерной системы слежения при сварке

рочные, строительные и ремонтные работы, в том числе и сварочные, позволит человечеству раздвинуть границы своего обитания, освоить новые богатства, сделать еще один важный шаг вперед в области научно-технического прогресса. ●

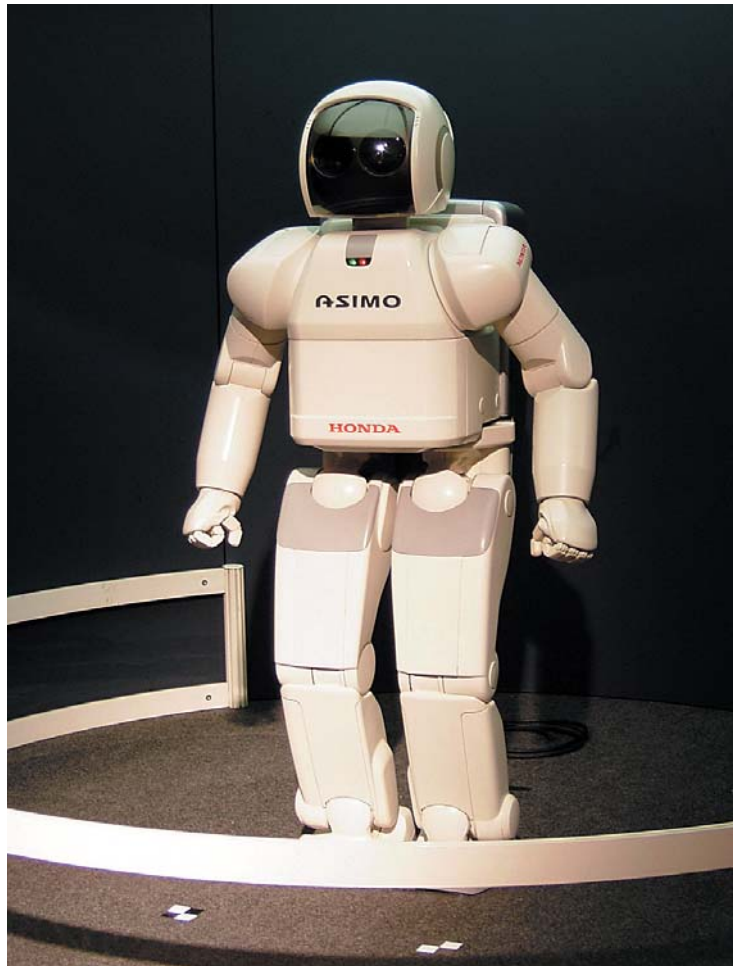


РИС. 6. ◀ Современный шагающий робот фирмы Хонда — ASIMO