**Лекция 1**

## Основы робототехники. Устройство роботов

## План лекции.

1. Задачи и история робототехники, основные предпосылки к применению.

2. Основные термины и определения

3. Поколения промышленных роботов

4. Состав и режимы работы роботов

**Задачи и история робототехники, основные предпосылки к применению.** Современная робототехника возникла на основе синтеза механики и кибернетики и дала толчок новому направлению их развития. Для механики это оказалось связано с многозвенными механизмами типа манипуляторов, а для кибернетики — с интеллектуальным управлением, которое требуется для роботов последнего поколения с искусственным интеллектом.

Таким образом задача робототехники — это развитие и синтез механики и кибернетики с целью создание и применение роботов и основанных на их использовании робототехнических систем различного назначения.

Роль роботов в таких системах и комплексах может быть различной — от основной, когда роботы осуществляют главные функции, до вспомогательной, когда роботы обслуживают основное или вспомогательное оборудование, выполняющее эти функции. Системы и комплексы, автоматизированные с помощью роботов, принято называть *роботизированными.* Роботизированные системы и комплексы, в которых роботы выполняют основные функции, называют *робототехническими.*

Происхождение слова «робот» имеет славянские корни. Впервые ещё в 1920 г. его ввел известный чешский писатель К. Чапек в своей фантастической пьесе «R. U. R.» («Россумовские универсальные роботы»), где фигурировали так названы механические рабочие, предназначенные для замены людей на тяжелых физических работах. Чешское слово "robota" означает тяжелый подневольный труд.

У американского писателя А. Азимова в цикле рассказов "Я робот" был тот же подход в взгляде о том, что собой должно представлять устройство называемое "роботом".

Ошибочность их видения заключалась в том, что и Чапек и Азимов представляли робота как копию человека, которому присуще выполнение лишних функций не нужных для осуществления конкретных задач.

Термин "промышленный робот" появился в 70-е годы.

Первые роботы были выпущены фирмой АМF в 1962 г. в США, затем в: 1966 г. в СССР (ЭНИКМАШ); 1967 г. в Великобритании; 1968 г. в Швеции и Японии; 1971 г. в ФРГ; 1972 г. в Франции; 1973 г. в Италии.

Эти роботы представляли собой устройства, совершающие некоторые действия по заданной программе и не имели конкретного проеназначения и лишь в 1971 г. появились первые "современные" роботы промышленного назначения – промышленные роботы (ПР), а автоматизированные на их базе технологические комплексы — *роботизированными технологическими комплексами* (РТК). ПР составляют 90% всего парка роботов в мире.

Одной из главных причин создания ПР во всем мире является экономия средств, однако в СССР по данным за 1988 г. сроки окупаемости ПР в Минавтопроме составила 38 лет, а в Минтяжмаше – 196 лет. В 1985 г. в СССР было внедрено в производство около 600 ПР общей стоимостью 10 млн. руб., а эффективность их использования составила всего 0,2% в год, т.о общий срок окупаемости составил 500 лет.

За рубежом эффективность использования ПР естественно выше, а окупаемость соответственно – ниже, но эти цифры будут не существенно отличаться от данных приведенных по СССР (в 3-5 раз).

*Вопрос: Почему данные по другим странам выгодно отличаются от данных по СССР? Почему такая низкая эффективность и что при этом обусловило их применение?*

*Ответ:* 1. Заработная плата у иностранных рабочих выше, чем у рабочих в СССР. 2. Необходимость непосредственного участия человека в технологическом процессе зачастую является серьезным препятствием при интенсификации производства и создании новых технологий:

– помимо внедрения в действующие производства ПР открывают широкие перспективы для создания принципиально новых технологических процессов и их использование в настоящем – это задел на будущее (как в оборонной отрасли).

– многие существующие технологические процессы связаны с обременительными ограничениями, налагаемыми на непосредственное участие человека. Это как ограниченные физические возможности человека (по грузоподъемности, быстродействию, точности, повторяемости и т. п.), так и требуемую для него комфортность условий труда (соответствующее качество атмосферы, отсутствие вредных внешних воздействий и т. п.).

**Основные термины и определения.**

Манипулятор (М) – устройство, предназначенное для имитации двигательных и рабочих функций руки человека. Метод управления М может быть биотехническим (ручным), интерактивным (смешанным) и автоматическим.

К манипуляторам с ручным управлением относятся т.н. копирующие манипуляторы, телеоператоры и т.п. Первыми появились М с биотехническим управлением и были предназначены для работы с объектами, непосредственный контакт с которыми для человека вреден или опасен (радиоактивные вещества, раскаленные болванки и т. п.).

Весь класс манипуляционных машин и механизмов, которыми занимается робототехника, имеет общее наименование «роботы и манипуляторы».

Определения, которые мы приводим даны в соответствующих отечественных ГОСТах. За рубежом в целом используют ту же терминологию. Исключение составляет только Япония, где в общее понятие «робот» включены ещё и все виды манипуляторов вплоть до ручных. Поэтому официальные японские данные о парке роботов, если при этом не делается соответствующих оговорок, оказываются завышенными в шесть-семь раз по сравнению с данными других стран.

Объект манипулирования – тело, перемещаемое в пространстве манипулятором (предметы обработки ПО, инструмент, захватный орган ЗО и т.д.)

Структурная схема манипулятора включает следующие элементы:

а) задающий орган ЗДО – предназначен для создания управляющих сигналов и движений;

б) исполнительный орган ИО – функциональная часть М, предназначенная для совершения действий по сигналам, создаваемым ЗДО;

в) связующий орган СО – предназначен для связи ЗДО и ИО, в принципе может отсутствовать;

г) рабочий орган РО – часть ИО, предназначенная для реализации технологического назначения М.

Рассмотрим биотехнический, интерактивный и автоматический манипуляторы в зависимости от типа ЗДО.

**Биотехнические** М могут быть копирующими, командными и полуавтоматическими.

В копирующих М движение РО повторяет движение, например, руки оператора. В командных – управление осуществляется по каждой из степеней подвижности в отдельности путем подачи соответствующих управляющих сигналов оператором. В полуавтоматических – ЗДО содержит механизм (рукоятку), который управляет несколькими степенями свободы и процессор, служащий для преобразования сигналов, поступающих от рукоятки, в команды.

Все биотехнические М характеризуются отсутствием памяти и требуют непрерывного участия оператора в процессе управления.

**Автоматические** М работают без участия человека. К ним относятся автооператоры АО, промышленные роботы и М с интерактивным управлением.

Автооператор – неперепрограммируемый автоматический М.

Промышленный робот – перепрограммируемый автоматический М.

Интерактивный М – робот, попеременно управляемый автоматически или оператором, оснащен устройством памяти для автоматического выполнения отдельных действий.

В зависимости от формы участия человека интерактивное управление может быть:

– автоматизированным, т.е. чередующим во времени автоматические и биотехнические режимы;

– супервизорным, в котором все части цикла операций выполняются автоматически и поэтапно, а переходы между этапами задаются оператором.

Диалоговое управление – разновидность интерактивного.

**Поколения промышленных роботов.** В настоящее время промышленные роботы делят на 3 основные группы (поколения):

1. Роботы первого поколения. К ним относятся неперепрограммируемые роботы, работающие по жесткой программе: механические руки и роботы с ЧПУ. Эти роботы характеризуются неспособностью адаптироваться к изменяющимся условиям работы и имеют постоянную программу движения не зависимо от наличия объекта манипулирования. Применяются для решения простых производственных задач, требуют жесткого порядка входа в систему (ориентации детали или инструмента в пространстве, заданного времени срабатывания, наличия защитных блокировок и т.п.). Это автооператоры и механические руки.

2. Роботы второго поколения. Это адаптивные, работающие по гибкой программе, оснащенные датчиками внешней среды и визуальными системами роботы. Для управления ими применяют микроЭВМ, микропроцессоры, а в последнее время – контроллеры. Эти роботы используются для решения более сложных задач, ПР 1-го поколения.

3. Роботы третьего поколения. К ним относятся интегральные, или интеллектные (интеллектуальные роботы), которые способны полностью адаптироваться к условиям работы и производства, обладают возможностью автоматического сбора и обработки информации. Управление осуществляется с промышленной ЭВМ с эвристической программой, где оператор программирует только конечную цель, а сами действия и их порядок определяет программа.

**Важно отметить, что поколения ПР не сменяют друг друга, а дополняют и работают там, где это наиболее целесообразно.**

ПР 1-го поколения способны заменить порядка 2% рабочих;

2-го поколения – 25-30%;

3-го поколения еще до 30%.

**Состав и режимы работы роботов.**

Функциональная схема ПР ***(Рис.1)***:

В состав ПР входят следующие основные части:

– манипулятор, или иначе механическая система робота;

– информационная система (ИС);

– система программного управления (СПУ), или иначе устройство управления;

В совокупности информационная система и система программного управления образуют устройство автоматического управления (УАУ).

**Манипуляторы ПР** содержат рабочий орган в виде захватного устройства (УЗ), сварочной головки, краскораспылителя и т.п. и механизмы, необходимые для выполнения всех его двигательных функций:

– передаточные механизмы;

– исполнительные механизмы;

– приводы;

– несущие элементы.

Внешняя

среда

ИС

Внутренняя

диагностика

Чувствительные

устройства

Устройства

контроля и

блокировок

СПУ

Вычислительное

устройство

Запоминающее

устройство

Пульт

управления

Блок управления

приводами

Оператор

Технологическое

оборудование

Технологический

процесс

М

РО

Р

УПП

Рис. 1 – Функциональная схема ПР.

Исполнительный механизм ПР с приводом и захватным устройством называют рукой манипулятора (Р). Для перемещения М относительно технологического оборудования (ТО) используются устройства передвижения (УП).

Все манипуляционные устройства характеризуются маневренностью и коэффициентом сервиза (КС), под которым понимают возможность подхода РО к заданной точке с разных направлений. КС дает представление о двигательных возможностях М, т.е о его маневренности. Маневренность М – это число степеней подвижности при фиксированном положении РО, которая определяет возможность обхода манипулятором препятствий в рабочем объеме и способность к выполнению сложных операций.

Движения М подразделяются на группы. Так, например, движения М, снабженного наиболее распространенным в ПР РО в виде УЗ бывают следующих видов:

– ориентирующие перемещения УЗ, соизмеримые с его размерами;

– транспортирующие перемещения, определяемые размерами звеньев руки и соизмеримые с размерами рабочего объема;

– координатные перемещения на расстояния, превышающие размеры ПР и размеры рабочего объема.

**В состав ИС** входят чувствительные (сенсорные) устройства внешней среды, система внутренней диагностики и устройства контроля и блокировок. ИС обеспечивает сбор, первичную обработку и перевод в СПУ данных о функционировании механизмов М робота и о состоянии внешней среды.

**СПУ** предназначена для формирования и выдачи управляющих воздействий исполнительным механизмам М в соответствии с управляющей программой.

Под перепрограммируемыми устройствами СПУ понимают такие, которые обеспечивают изменение последовательности и (или) значений перемещений по степеням подвижности и управляющих функций на пульте управления. Это изменение управляющей программы может быть выполнено автоматически или при помощи оператора.

СПУ содержит: пульт управления (ПУ), с помощью которого оператор осуществляет ввод и контроль задания; запоминающее устройство (ЗУ), в котором хранится вся необходимая информация, включая программы работ; вычислительное устройство (ВУ), реализующее алгоритм управления манипулятором; блок управления приводами (БУП) механизмов манипулятора.

Из схемы видно, что ПР и ТО включены в единый цикл работы и содержат общий пульт управления всем ТП.

**Возможны два варианта режима работы** **ПР:** режим программирования (режим обучения), при котором в запоминающее устройство вводится управляющая программа, и режим выполнения технологических операций (режим работы).