

**С иллюстрациями**

**КАК УПРАВЛЯТЬ  
АВТОМАТИЧЕСКИМ  
МЕХАНИЗМОМ**

Введение  
в системы  
автоматизации  
из  
ЯПОНИИ

Автор: Такаси Кумагаи

## Как пользоваться этой книгой

Технологию автоматизации можно назвать "наукой о выборе средств для достижения цели".

Эти "средства" делятся на четыре группы: механизмы, приводы, контроллеры и датчики.

Разработка системы автоматизации включает в себя выбор из каждой группы тех "средств", которые наиболее подходят для достижения данной цели.

И эти системы, в свою очередь, можно разделить на два типа в зависимости комбинаций используемых средств: механические системы и мехатронные системы.

Механические системы обычно состоят из "неоднотипных механизмов преобразования", которые запускаются "приводами с постоянной скоростью" и используют сигналы от "датчиков включения-выключения", применяемых для управления "контроллерами включения-выключения".

Мехатронные системы, напротив, обычно состоят из "однотипных механизмов преобразования", которые запускаются "приводами с изменяемой скоростью" и используют сигналы от "датчиков измерительного типа" для управления "контроллерами числовых программ".

Программное обеспечение, безусловно, играет важнейшую роль в работе контроллеров числовых программ. В последние годы все большее значение придается программному обеспечению, которое, как считается, самодостаточно для выполнения любой задачи. И популярность такого взгляда растет с каждым днем.

Однако, чтобы заставить работать систему автоматизации, нужны приводы и механизмы. Если их выбрать неправильно, работа будет выполнена плохо. И неважно, какое программное обеспечение используется, контроллеры не будут функционировать как следует, пока нужные сигналы не поступят от датчиков.

Иными словами, правильный подбор и установка механизмов, приводов и датчиков необходимы для системы автоматизации любой конфигурации.

Проблема в том, что существует мало возможностей для экспериментального использования различных комбинаций доступных компонентов с целью получить опыт получения конкретных результатов.

Поэтому автор, при финансовой поддержке правительства Токио, разработал специальные модули из четырех типов "средств", упомянутых выше, и создал из них экспериментальные системы, которые с помощью технологии автоматизации помогут понять преимущества и недостатки мехатронных систем.

В этой книге описан ряд опытов с использованием различных конфигураций экспериментальной системы, что позволит читателю подготовиться к самостоятельному проведению таких экспериментов.

Начнем с того, что опишем механизмы, приводы и основные принципы их использования в доступной для новичка форме. Следующий раздел познакомит нас с методами управления и характеристиками одиночных механизмов. Следом за ними представлены методы управления и характеристики составных механизмов. Затем описываются эксперименты посложнее, требующие более тщательной установки приборов и использования кулачковых механизмов информационной системы, и, наконец, собираемые в полевых условиях системы, такие как роботы-перекладчики.

Мы считаем, что эта книга может быть прекрасным пособием по мехатронике, потому что в большинстве описанных в ней опытов используются схемы управления разной степени сложности, от релейных схем до персональных компьютеров.

Мы надеемся, что эта книга будет полезной как для новичков, так и для опытных специалистов и разработчиков.

Такаси Кумагаи  
24 февраля 1990 года

Оглавление

БАЗОВЫЕ СИСТЕМЫ

ГЛАВА 1

Оптимальный выбор механизмов и контроллеров 1

1. Профиль инженера 1
2. Автоматизация как комплексная технология 2
3. Расширение профиля инженера 3
4. Четыре элемента системы автоматизации 3
5. Типы и характеристики системы автоматизации 4
6. Настройка системы под определенную цель 6
7. Эксперименты с комбинациями модулей 7
8. Разработка специальных систем 10

ГЛАВА 2

Конфигурирование базовой системы 11

2. 1 Элементы конфигурации 11

I. Механизмы 11

1. Кремальера 11
2. Односторонняя муфта 12
3. Запор 13
4. Кривошип 14
5. Шнек с прямоугольным преобразованием 16
6. Тумблер 16
7. Рычаг-ползунок 17
8. Мальтийский механизм 18
9. Дисковый кулачок 20
10. Цилиндрические прямозубые колеса для ускорения/замедления 20
11. Червячное колесо для замедления 21
12. Механизм для набора меток 22
13. Ленточный конвейер 23
14. Поворотный стол 23
15. Прямоскользящий стол 24

II. Приводы 25

1. Стационарный пневматический цилиндр 25
2. Шарнирный пневматический цилиндр 26
3. Поворотный пневматический привод 27
4. Стационарный пневмогидравлический цилиндр преобразования 27
5. Реверсивный двигатель 29
6. Привод для регулировки скорости 29
7. Шаговый двигатель 30
8. Серводвигатель переменного тока 31
9. Электромагнитный клапанный узел 32

III. Схема управления (контроллеры) 34

1. Классификация схем управления 34
2. Сборка схемы управления 34
3. Группа схем управления 1 37
4. Группа схем управления 2A 39
5. Группа схем управления 2B 39
6. Группа схем управления 2C 39
7. Группа схем управления 3A 39
8. Программируемый логический контроллер (ПЛК) 44
9. Группа схем управления 4 45
10. Управление приводами с помощью персонального компьютера/микрокомпьютера 45
11. Управление включателем/выключателем привода (группа 2A) 49
12. Управление группой 2-A с помощью пускового импульса 50

### 13. Управление группами 3А-2 и 4-2 с помощью персонального компьютера/микрокомпьютера 55

#### IV. Датчики 56

1. Ограничитель хода 56
2. Геркон (с реакцией на магнитное поле) 57
3. Геркон (с магнитным материалом внутри) 57
4. Фотоэлектрический переключатель 57
5. Датчик напряжения 58
6. Резистор переменного сопротивления 59
7. Опто-контроллер 59

#### V. Вспомогательные механизмы для сборки в полевых условиях 65

1. Блок управления воздушным цилиндрическим приводом 65
2. Блок управления привода двигателя 66
3. Параллельный держатель 68
4. Качающийся держатель 68
5. Вакуумный держатель 69

### 2.2. Рабочие характеристики отдельных механизмов 71

#### I. Одиночные механизмы 71

- Кремальера с приводом от двигателя 72
- Кривошипно-шатунный механизм с приводом от двигателя 74
- Механизм рычага-ползунка с приводом от двигателя 76
- Мальтийский механизм с приводом от двигателя 78
- Механизм шнека с приводом от двигателя 80
- Механизм кулачкового диска с приводом от двигателя 82
- Кривошипно-шатунный механизм с приводом от поворотного-пневматического двигателя 84
- Кремальера с приводом от поворотного-пневматического двигателя 86
- Односторонний запор с приводом от пневматического цилиндра 88
- Односторонняя муфта с приводом от пневматического цилиндра 90
- Кремальера с приводом от пневматического цилиндра 92
- Кремальера с приводом от гидравлического цилиндра 94
- Механизм переключения с приводом от пневматического цилиндра 97

#### II. Составные механизмы 99

- Поворотный механизм с медленно движущимися концами с тумблером 100
- Прерывисто-вращательный механизм с медленно движущимися концами с тумблером и запором 102
- Быстро-возвратный поворотный механизм с замедлением обоих концов с использованием рычага-ползунка 104
- Механизм прерывисто-поступательного перемещения с замедлением обоих концов с использованием рычага-ползунка и запора 106
- Быстро-возвратный механизм поступательного перемещения с широким редуцированием переднего конца с использованием тумблера и рычага-ползунка 108
- Механизм прерывисто-поступательного перемещения с замедлением обоих концов с использованием шнека и мальтийского механизма 110
- Прерывисто-вращательный механизм с замедлением обоих концов с использованием кулачкового поворота 112
- Прерывисто-поворотный механизм с замедлением обоих концов с использованием кулачкового поворота 114
- Механизм поступательного перемещения с эффектом двойного замедления переднего конца с использованием кулачка и тумблера 116
- Механизм поступательного перемещения с замедлением обоих концов с использованием кривошипа 118
- Быстро-возвратный механизм поступательного перемещения с замедлением обоих концов с использованием рычага-ползунка 120
- Механизм поступательного перемещения с замедлением обоих концов с использованием кулачкового поворота 122
- Механизм прерывисто-возвратно-поступательного перемещения с замедлением обоих концов с использованием полуповорота кривошипа 124
- Механизм прерывисто-возвратно-поступательного перемещения с частичным использованием привода рычага-ползунка 126

- Механизм прерывисто-поступательного перемещения с частичным использованием кулачкового поворота 128
- Поворотный механизм с замедлением обоих концов с использованием кривошипа и кремальеры 130
- Прерывисто-вращательный механизм с замедлением обоих концов с частичным использованием кривошипа 132
- Движущийся на постоянной скорости поворотный механизм с замедлением с использованием шнека 134
- Движущийся на постоянной скорости прерывисто-вращательный механизм с замедлением с использованием шнека 136
- Механизм поступательного перемещения с медленно движущимися концами с интенсивным замедлением с использованием шнека и тумблера 138
- Поворотный механизм с медленно движущимися концами с частичным использованием кулачкового поворота 140
- Механизм поступательного перемещения с медленно движущимися концами с частичным использованием кулачкового поворота 142
- Механизм возвратно-поступательного перемещения с медленно движущимися концами с частичным использованием рычага-ползунка 144
- Механизм прерывисто-поступательного перемещения с замедлением обоих концов с частичным использованием рычага-ползунка 146
- Механизм прерывисто-поступательного перемещения с замедлением обоих концов с использованием полуповоротного кривошипа 148
- Прерывисто-вращательный механизм с замедлением обоих концов с использованием рычага-ползунка и запора 150
- Механизм прерывисто-поступательного перемещения с замедлением обоих концов с частичным использованием кулачкового поворота 152

#### Системные обозначения

#### Глава 3

#### Блоки управления и динамические характеристики устройств промышленной автоматизации 155

##### I. Линии, собираемые в полевых условиях, и их динамические характеристики 155

1. Установка фиксатора деталей 156
2. Установка держателя деталей 156
3. Отладка движения и остановки инструментов 156
4. Механическое усиление 156
5. Геометрическая траектория инструмента в движении 157
6. Другие производственные эксперименты 158

##### II. Тормозные свойства систем 159

- Эксперимент с отладкой системы автоматической остановки 159
- Характеристики системы автоматической остановки реверсивного двигателя 160
- Тройное ускорение реверсивного двигателя 162
- Тормозные характеристики асинхронного двигателя с регулируемой скоростью 164
- Характеристики привода и тормоза шагового двигателя 167
- Шаговый двигатель с тройным ускорением 172
- Высокоскоростной привод с шаговым двигателем 174
- Коррекция рабочей установки с помощью шагового двигателя 178
- Тормозные характеристики серводвигателя 181
- Коррекция тормозной системы с помощью серводвигателя 184
- Влияние инерциальной нагрузки на тормозные характеристики 187

##### III. Силовые свойства механизмов 191

- Силовые характеристики кривошипно-шатунного механизма 192
- Силовые характеристики механизма переключения 194

##### IV. Механические кулачки и кулачковые механизмы информационной системы (1) 196

1. Что такое кулачковые механизмы информационной системы? 196
2. Распознавание кулачкового поворота 196

- 3. Характеристики механических кулачков 198
- 4. Эксперименты с кулачком-шаблоном 200
  - Эксперимент с кулачком-шаблоном с использованием пневматического цилиндра 201
  - Эксперимент с кулачком-шаблоном с использованием гидравлического цилиндра 204
  - Эксперимент с кулачком-шаблоном с использованием шагового двигателя 205

#### V. Механические кулачки и кулачковые механизмы информационной системы (2) 209

- 1. Что такое кулачковый механизм с программным обеспечением? 209
- 2. Расчет временных данных 210
- 3. Методы расчета в режиме реального времени 211
  - Пример простейшего кулачкового механизма с программным обеспечением 212

#### VI. Автоматизированные системы слежения 216

- Автоматическое слежение с помощью привода с цилиндром 217
- Автоматическое слежение с помощью реверсивного двигателя 220
- Автоматическое слежение с помощью шагового двигателя 223

### ГЛАВА 4

Проведение работ и контроль соблюдения последовательности операций у простых роботов 227

Применение 1: Оперативно подключаемый робот с приводом от двигателя на оси Z 228

Применение 1-1 Управление посредством релейных схем 230

Применение 1-2 Управление посредством программируемого логического контроллера (ПЛК) 234

Применение 1-3 Управление посредством персонального компьютера/микрокомпьютера 236

Применение 2: Оперативно подключаемый робот с цилиндрическим приводом на оси Z 240

Применение 2-1 Управление посредством релейных схем 242

Применение 2-2 Управление посредством программируемого логического контроллера (ПЛК) 243

Применение 2-3 Управление посредством персонального компьютера/микрокомпьютера 245

Применение 3: Повторяемая операция захвата и перемещения на ленточном конвейере 250

### ГЛАВА 5

Системы и программное обеспечение для сбора данных о механических характеристиках 255

I. Потенциометр 255

II. Аналого-цифровое преобразование 256

III. Системы сбора данных о характеристиках: оборудование 257

IV. Системы сбора данных о характеристиках: программное обеспечение 257

A. Сбор данных 257

B. Обработка данных 257

C. Вывод на экран графических данных 258

D. Вывод на экран цифровых данных 258

E. Функция сохранения/загрузки данных 258

F. Вывод на экран текущего значения 259

Послесловие 261

## ГЛАВА 1

## Оптимальный выбор механизмов и контроллеров

## 1. Профиль инженера

Недавно, по просьбе Азиатской организации производительности, автор провел исследование уровня технологической автоматизации во всем Азиатском регионе. Оказалось, что здесь работают достаточно крупные компании, большинство из которых нанимают первоклассных инженеров.

Все они выдающиеся специалисты и, казалось бы, приносят огромную пользу своим компаниям. Но, как подметил автор, проблема этих инженеров заключается в том, что они — специалисты узкого профиля. Каждый из них разбирается лишь в своей сфере, будь то электрика, пневмогидравлика или химия.

Автоматизация же предполагает сочетание технологий. И вряд ли можно назвать инженером по автоматизации человека, который не в состоянии работать, как минимум, с механической, пневмогидравлической, электрической и электронной техникой.

На сегодняшний день большинство инженеров, не только в азиатских, но и в других странах, включая Японию, специализируются исключительно на одном типе технологий.

Например, инженер-электротехник имеет квалификацию, показанную на рис. 1.1., а профиль инженера-машиностроителя соответствует рис. 1.2. Это дает все основания полагать, что сейчас на рынке труда очень мало инженеров по автоматизации.

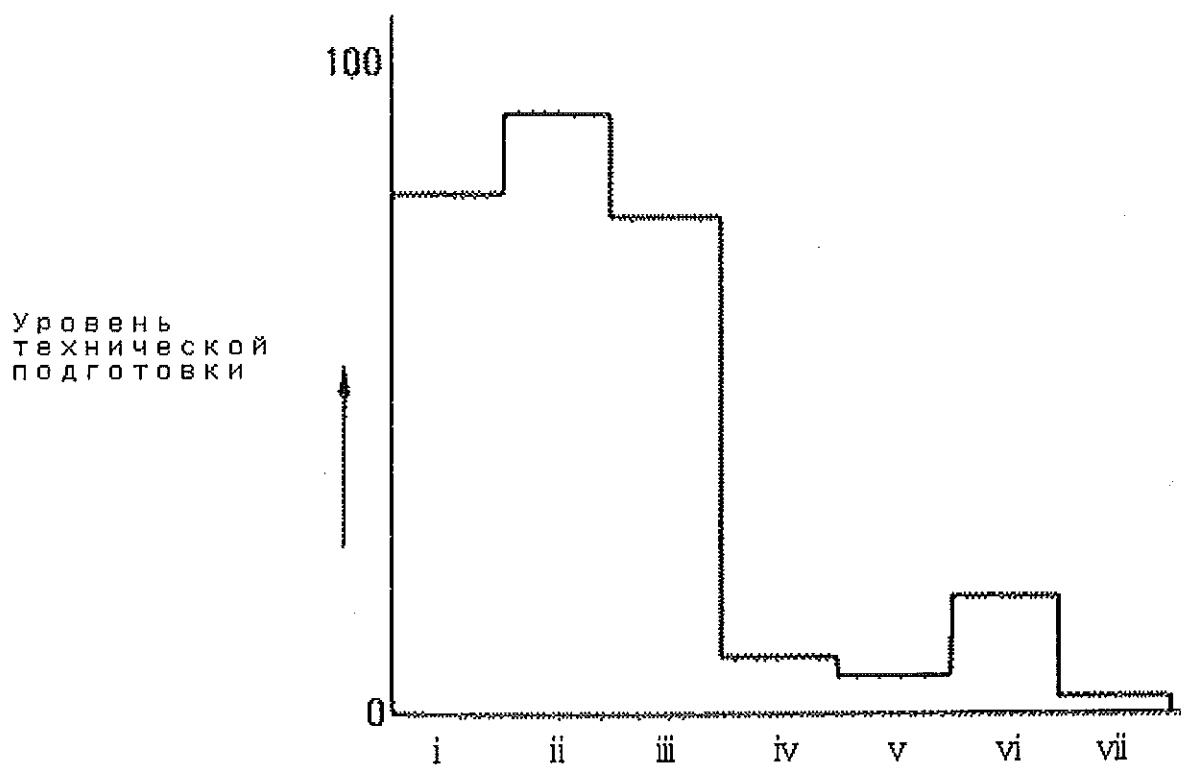


Рис. 1.1. Инженер-электрик (пример)

- i Электрическая техника
- ii Электронная техника
- iii Вычислительная техника
- iv Пневматическая техника
- v Гидравлическая техника
- vi Машиностроительная техника
- vii Оптическая техника

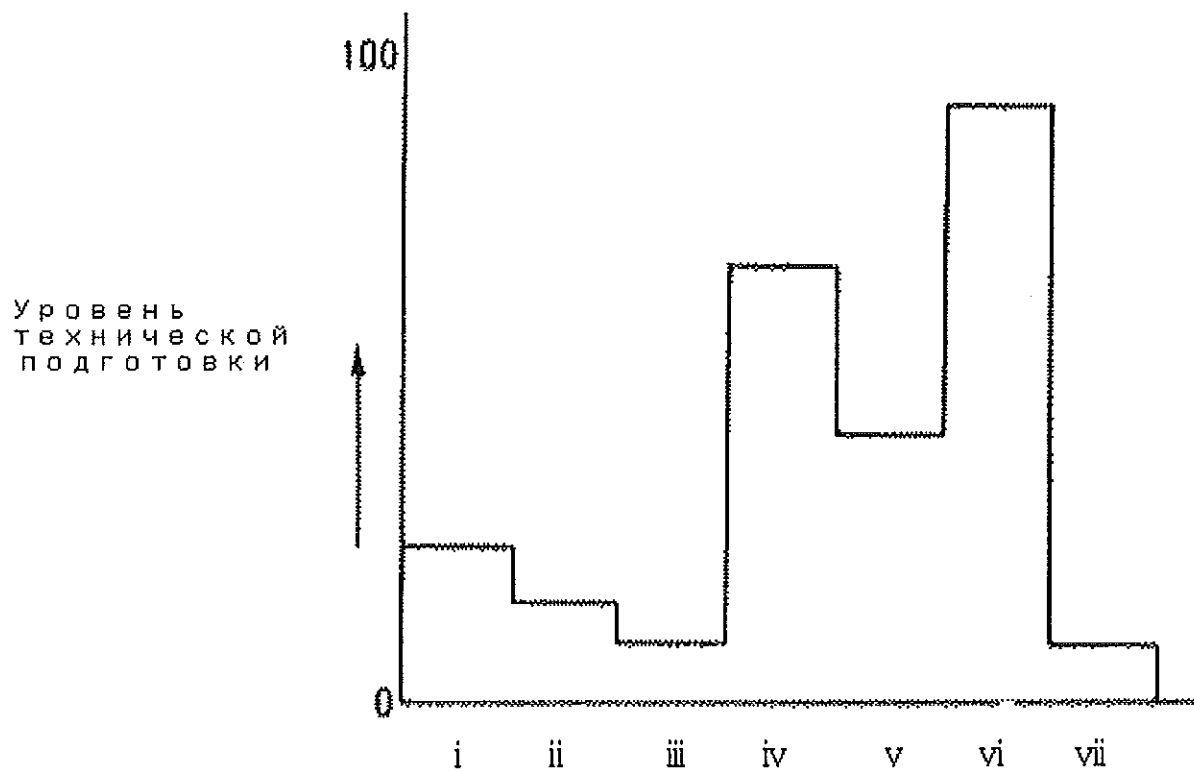


Рис. 1.2. Машиностроитель (пример)

- i Электрическая техника
- ii Электронная техника
- iii Вычислительная техника
- iv Пневматическая техника
- v Гидравлическая техника
- vi Машиностроительная техника
- vii Оптическая техника



## 2. Автоматизация как комплексная технология

Комплексный характер автоматизации показан на рис. 1.3. Здесь ход гидравлического цилиндра усиливается механическим путем, в то время как скорость цилиндра контролируется электроникой с использованием сервоклапана. Весь процесс выглядит так: видеодатчик определяет положение устройства вывода, отправляет сигнал на обработку компьютера, который преобразует его во входной сигнал для контроллера сервоклапана. Таким образом сервоклапан получает сигнал от видеодатчика. Технологии, используемые в этой системе, и уровень необходимых для управления этой системой знаний показаны на диаграмме на рис. 1.4.

Даже такая незамысловатая система, как показано на рис. 1.3., охватывает достаточно широкий спектр технологий. Инженер узкого профиля (рис. 1.1. или 1.2.) не справится с ней.

Более того, в этой системе (рис. 1.3.) можно использовать много других альтернативных средств: пневматические приводы, измеритель ускорения вместо видеодатчика, различные кодировщики, и другие средства той же категории. Современная автоматизация требует от инженера умения держать все эти варианты в голове, учитывать преимущества и недостатки тех или иных средств, объединять их в единую систему. С каждым днем выбор технологий, необходимых для создания системы автоматизации, становится все шире.



Рис. 1.4. Технологии, используемые в автоматизированной (пример) системе гидравлического подъемщика

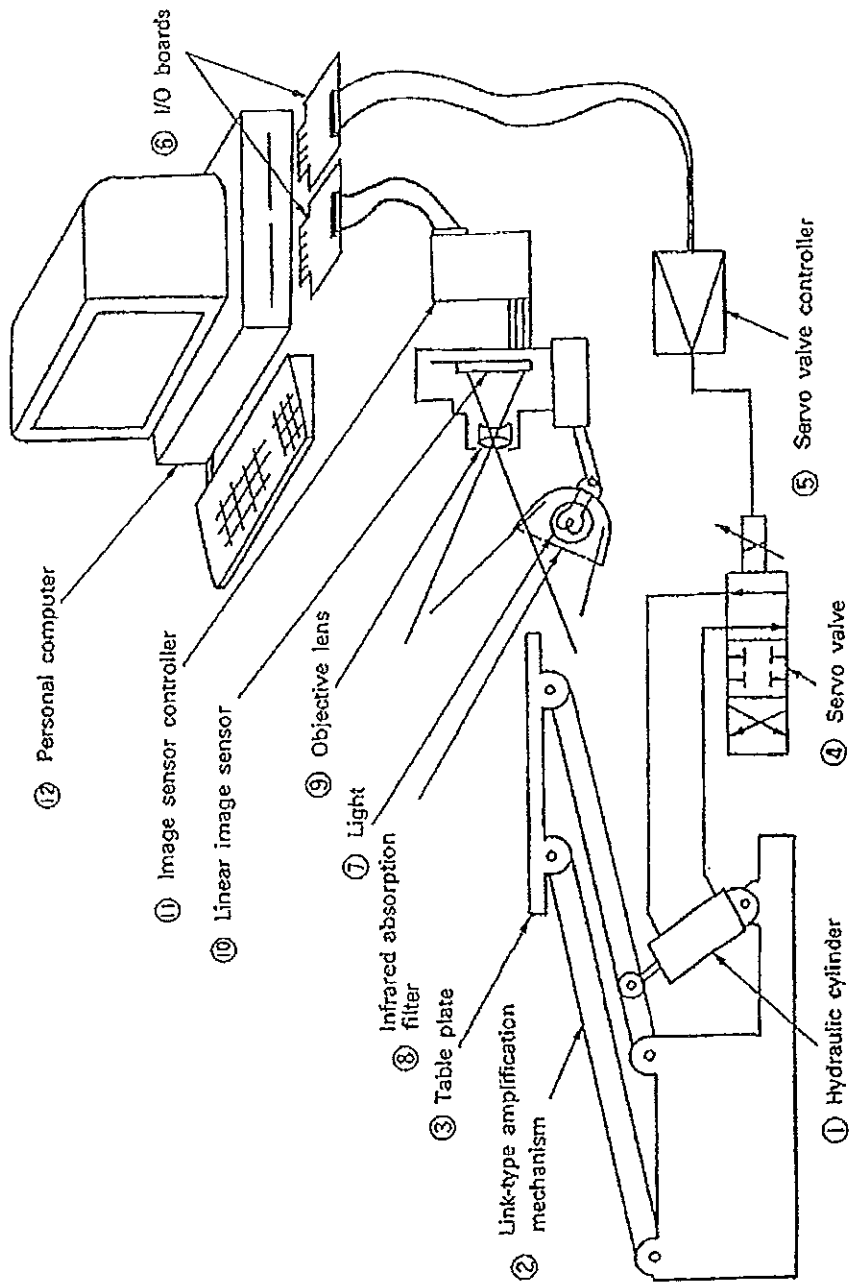


Рис. 1.3. Автоматизированная система гидравлического подъемника (пример)

- ① Гидравлический цилиндр
- ② Кулисный механизм усиления
- ③ Подставка
- ④ Сервоклапан
- ⑤ Контроллер сервоклапана
- ⑥ Схемы включения/выключения
- ⑦ Лампа
- ⑧ Фильтр поглощения инфракрасных лучей
- ⑨ Объектив
- ⑩ Линейный видеодатчик
- ⑪ Контроллер видеодатчика
- ⑫ Персональный компьютер

### 3. Расширение профиля инженера

На международной конференции, состоявшейся по результатам исследования уровня технологической автоматизации в Азиатском регионе, было предложено организовать "Учебный курс по техническим средствам автоматизации". Такой курс даст возможность подготовить многопрофильных инженеров (рис. 1.5.) в Азиатском регионе. Для достижения этой цели необходимо обучить смежным технологиям узкопрофильных специалистов, показанных на рис. 1.1 и 1.2. Азиатская организация производительности в настоящее время содействует созданию программы повышения квалификации, в рамках которой высококлассные инженеры Азиатского региона будут обучаться автоматизации.

В некотором смысле эта книга преследует ту же цель. В ней описывается правильный подбор механизмов и устройств для управления ими. Как раз это мы и обсуждали на конференции. Ведь вполне возможно, что опытные машиностроители окажутся новичками в области электроники и компьютерной техники, в то время как специалисты в компьютерной технике и электронике могут быть полными дилетантами в сфере пневмогидравлики или механики. Хочется верить, что эта книга принесет всем им пользу.

В любом случае, мы надеемся заполнить те пробелы, которые не позволяют инженерам стать универсальными специалистами, пример которых приведен на рис. 1.5.

### 4. Четыре элемента системы автоматизации

Особенность этой книги заключается в том, что она не касается традиционных "областей технологического процесса", а объясняет "элементарные функции" систем автоматизации, приводя конкретные примеры.

Следовательно, элементы системы автоматизации мы разбили на четыре группы:

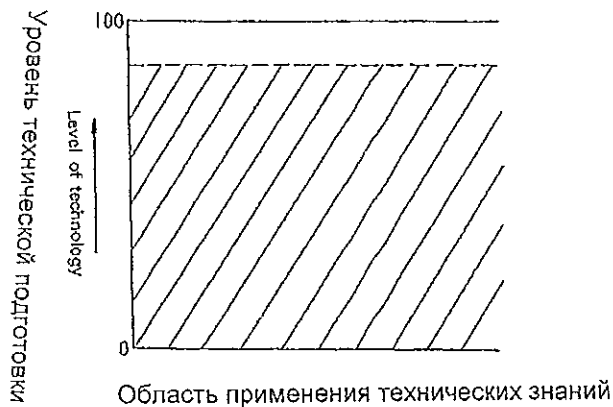


Рис. 1.5. Идеально подготовленный инженер по автоматизации

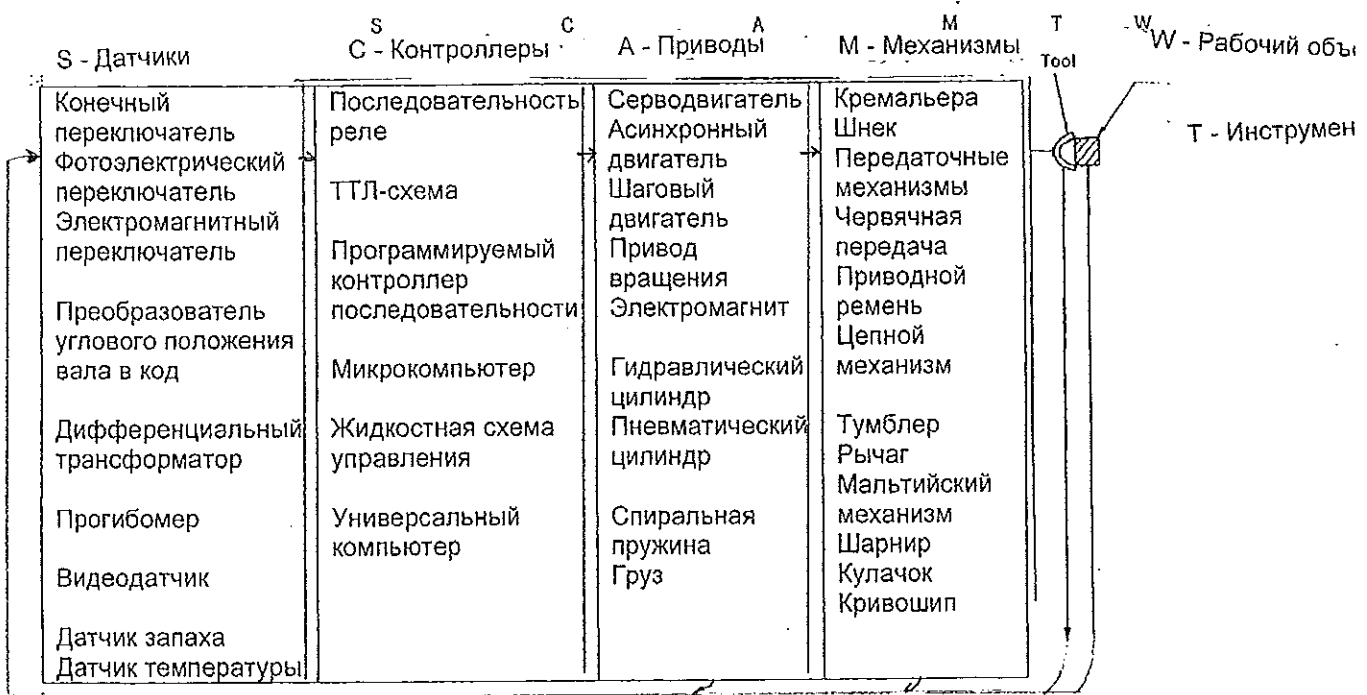


Рис. 1.6. Элементы автоматизации

- (1) Механизмы
- (2) Приводы
- (3) Контроллеры
- (4) Датчики

Мы подготовили несколько агрегатов, которые представляют каждую группу. С ними можно свободно экспериментировать, используя в разных комбинациях.

В общем, базовая конфигурация большинства систем автоматизации представляет собой "набор блоков обратной связи", состоящий из четырех основных элементов (показаны на рис. 1.6), которые должны соответствовать характеристикам конкретного рабочего объекта.

В этой книге мы рассмотрим каждый из четырех элементов, начиная с объяснения их характеристик и заканчивая примерами простых комбинаций этих элементов. Надеемся, что все это послужит читателю ориентиром для проектирования систем автоматизации.

### 5. Типы и характеристики систем автоматизации

Давайте рассмотрим систему автоматизации, которая состоит из движущегося рабочего объекта и захватывающего его инструмента, который также движется. В целом, такую систему можно рассматривать как конфигурацию (1) механизма, который заставляет инструмент двигаться,

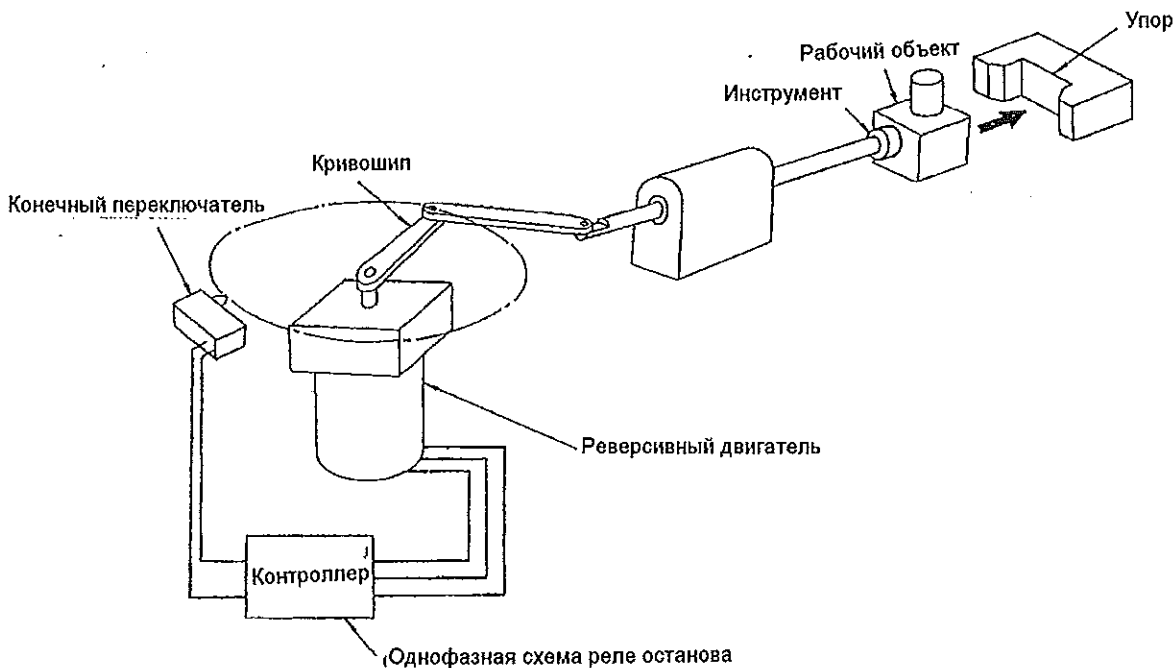


Рис. 1.7 (а) Медленная система с использованием кривошипа с инструментом на конце для передвижения рабочего объекта

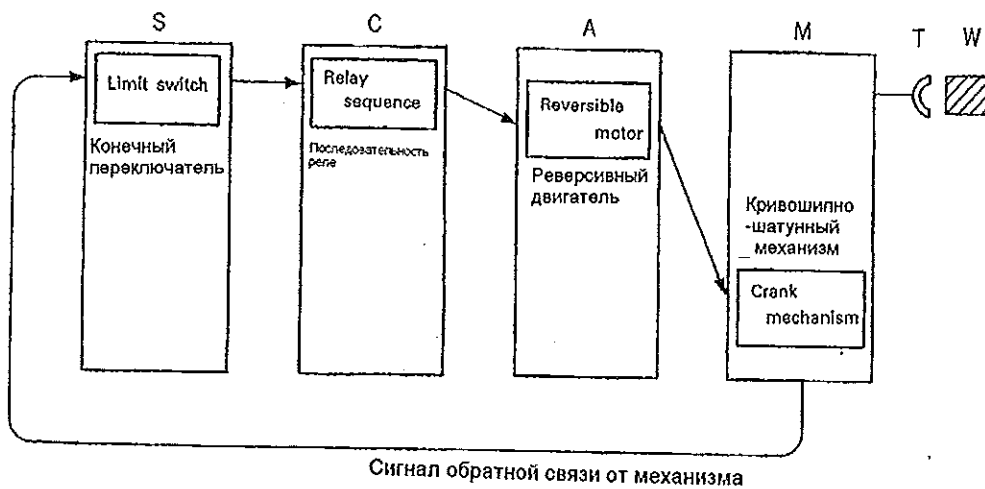


Рис. 1.7 (б)

(2) привода, который приводит механизм в движение, (3) контроллера, который управляет приводом и (4) датчика, который посылает сигналы на контроллер.

В системе, показанной на рис. 1.7 (а), движение инструмента, который толкает рабочий объект, передается от "кривошипно-шатунного механизма". Тот, в свою очередь, приводится в движение приводом под названием "реверсивный двигатель". Контроллер, который управляет приводом, в данном случае называется "релейной схемой", а датчик, фиксирующий полный оборот кривошипа и посылающий сигнал на контроллер, — это "конечный переключатель".

Сравните эту систему с конфигурацией, показанной на рис. 1.8 (а). Эта система состоит из кремальеры, серводвигателя (привод), контроллера (микрокомпьютер) и датчика (фотоэлектрический переключатель, который мгновенно улавливает движение рабочего объекта). Это мехатронная версия системы, показанной на рис. 1.7 (а).

Эти две системы могут быть представлены в виде блок-схем на рис. 1.7 (б) и 1.8 (б), которые четко показывают разницу в сигналах обратной связи.

Естественно, есть много возможных систем в дополнение к двум показано здесь.

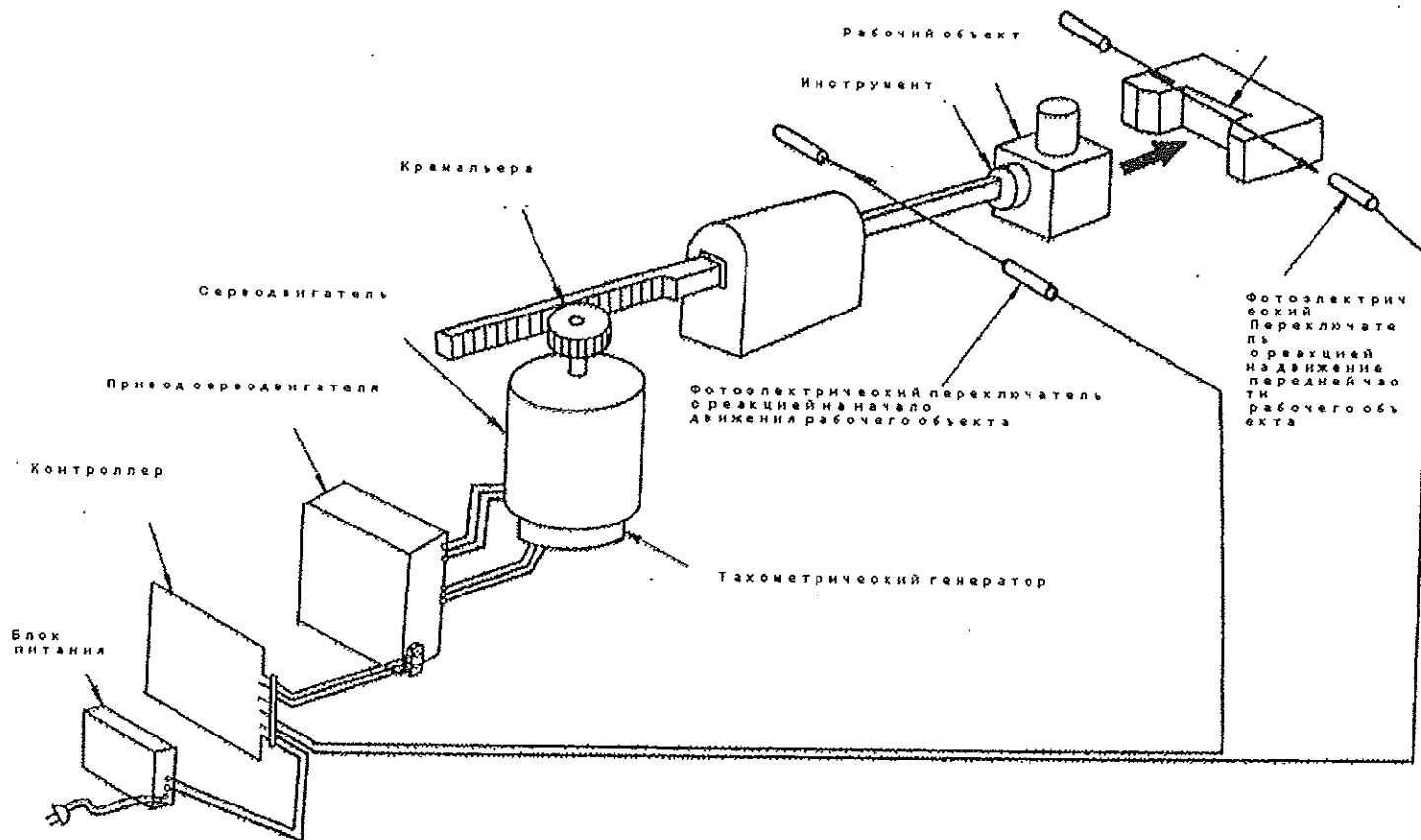
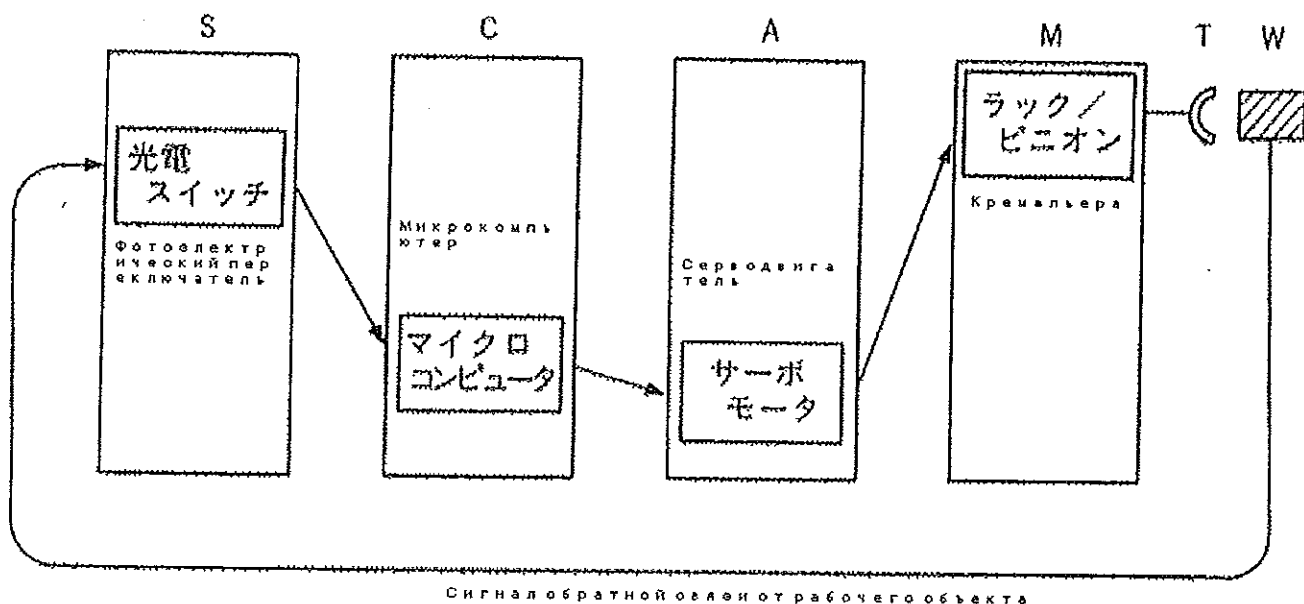


Рис. 1.8 (а) Мехатронная система с инструментом для передвижения рабочего объекта



Проблема заключается в том, чтобы из двух этих систем выбрать одну. На первый взгляд, обе они выполняют одну и ту же задачу — перемещают рабочий объект с места на место. Но на самом деле есть определенные отличия в их работе.

- а. Скоростные характеристики
- б. Точность координатного перемещения
- в. Способность изменять длину хода
- г. Способность изменять скоростные характеристики
- д. Силовые характеристики
- е. Стоимость

Есть и другие параметры, которые могут отличать системы друг от друга.

Мы не в состоянии охватить в одной книге все эти вопросы, но на некоторые из них ответить можем.

#### б. Настройка системы для выполнения определенной задачи

Скоростные характеристики кривошипно-шатунного механизма на рис. 1.7 (а), соответствуют синусоиде на рис. 1.9. Таким образом, во время передвижения рабочего объекта с места на место постоянная скорость вращения реверсивного двигателя преобразуется в непостоянную — сначала движение наконечника медленное, к середине хода его скорость увеличивается, а затем снова замедляется, "плавно" помещая рабочий объект в конец хода. Такая скоростная характеристика называется "движение замедляющегося наконечника".

Система на рис. 1.8 (а) может функционировать двумя способами. В первом кремальера движет рабочий объект на неопределенное расстояние, пока не сработает фотоэлектрический прерыватель. Во втором перемещение объекта на заранее установленное расстояние.

Первый способ предусматривает, что система должна остановить и начать движение наконечника в обратном направлении, как только рабочий объект достигнет фотоэлектрического прерывателя. Для этого серводвигатель должен работать на постоянной достаточно невысокой скорости, чтобы иметь возможность быстро остановить рабочий объект. Такой процесс требует скоростных характеристик, показанных на рис. 1.10.

Движение в этой системе медленное с резким ускорением в точках остановки, что создает ударную нагрузку на рабочий объект. На первый взгляд, ничего хорошего это не сулит, но на самом деле все не так уж плохо.

Например, если рабочий объект слишком мал, то показанная на рис. 1.7 (а) система не доведет его до упора, а в случае с чрезмерно большим объектом, наоборот, слишком сильно прижмет к упору, что может вызвать повреждение рабочего объекта. В то же время система, изображенная на рис. 1.8 (а), реагирует на края рабочего объекта и при помощи сигналов обратной связи меняет направление движения инструмента. Таким образом, независимо от размера рабочего объекта, он будет перемещен на желаемое расстояние, после чего инструмент вернется в исходное положение. Эта система способна регулировать длину хода инструмента в зависимости от размера рабочего объекта.

Второй способ использования этой же системы заключается в том, чтобы заранее установить длину хода инструмента. Скоростные характеристики здесь могут быть любые, с замедлением инструмента в крайних точках хода для предотвращения ударной нагрузки на рабочий объект, а также с быстрым возвратом инструмента в исходное положение для сокращения времени простоя (показано на рис. 1.11). Длина хода в такой системе — величина известная, и ее можно легко изменять путем незначительных изменений в программе привода. Программа здесь используется для создания желаемой кривой кулачка, поэтому он называется кулачком с программным обеспечением. Однако эта система не всегда идеальна. Во-первых, если расстояние до конечной точки движения инструмента неизвестно (необходимые значения не внесены в контроллер), то он будет двигаться с постоянной низкой скоростью, как в предыдущем примере. А если задача состоит в том, чтобы сильно прижать рабочий объект к упору, то система обеспечит лишь 10% всей силы кривошипно-шатунного механизма. Иными словами, кривошипно-шатунный и кулачковый механизмы, наконечники которых движутся медленно, более эффективны в случаях, когда необходимо повысить силовые характеристики в конце хода.

Как показывают эти простые примеры, системы автоматизации располагают множеством разнообразных средств, которые нужно правильно подобрать и скомпоновать для достижения каждой конкретной цели.

Начинает движение из отправной точки

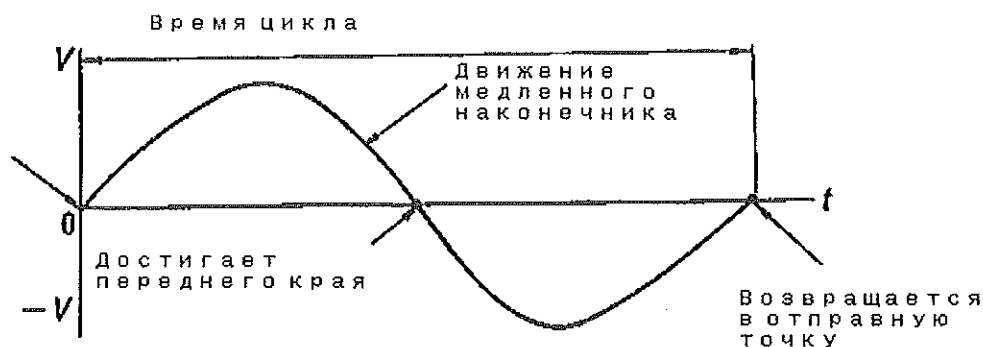


Рис. 1.9 Скоростные характеристики кривошипно-шатунного механизма

Начинает движение из отправной точки

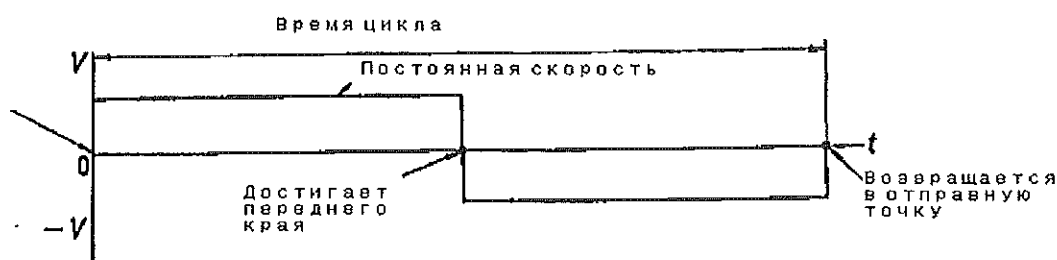


Рис. 1.10 Скоростные характеристики, необходимые для возврата по сигналу датчика

Начинает движение из отправной точки

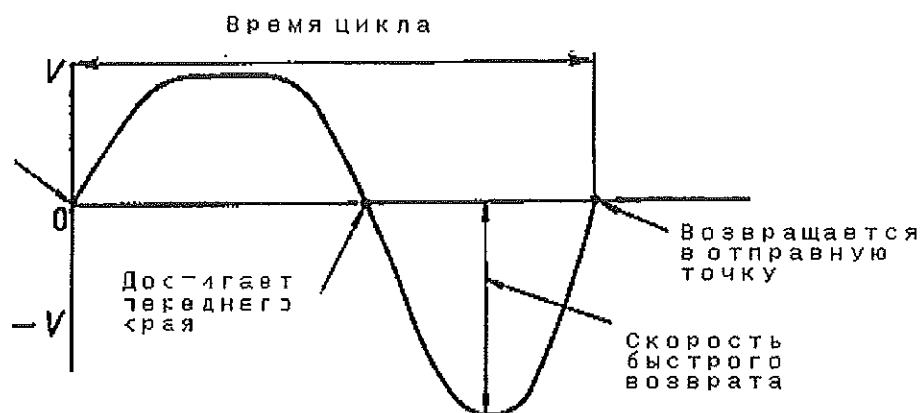


Рис. 1.11 Теоретические типы контроля

## 7. Эксперименты с комбинированием модулей

Как мы уже говорили, в основе каждой системы автоматизации лежит комбинация элементов, отвечающих за скорость и другие характеристики системы, которые необходимо правильно подобрать из следующих четырех групп элементов:

- (1) Механизмы
- (2) Приводы
- (3) Контроллеры
- (4) Датчики

Сложно создать четко функционирующую систему автоматизации, не разбираясь в характеристиках элементов, особенностях их применения и совместимости с другими элементами.

Учитывая это, мы выбрали несколько часто используемых элементов из каждой из четырех групп и построили рабочие экспериментальные устройства. Книга содержит много графиков, показывающих ход опытов, характеристики элементов и предупреждения касательно их работы, которую они выполняют как самостоятельно, так и в типичных комбинациях.

Некоторые из технических характеристик приведены ниже.

(1) Группы элементов

Экспериментальные устройства, перечисленные в таблице 1.1 и показанные на фото 1.1, были построены в виде нескольких совместимых между собой модульных блоков.

Затем мы перечислили как можно больше различных допустимых комбинаций, так как не каждое сочетание возможно. Например, нельзя подключить электромагнитный клапан к двигателю.

(2) Примеры одиночных модулей

После того, как мы собрали множество модулей, первым делом нужно было описать характеристики и структуру каждого из них.

В этой книге мы представляем модули в виде простых иллюстраций для начинающих. Основные составные части также проиллюстрированы. Эти рисунки демонстрируют компоненты реальных экспериментальных устройств, и хотя их фактические размеры не указаны, иллюстрации служат руководством для читателей без опыта в области проектирования автоматизированных механизмов.

(3) Демонстрация характеристик комбинированных систем

Следующий шаг — объединить одиночные модули в систему автоматизации. Здесь возможно огромное количество комбинаций, мы же сосредоточимся на стандартных вариантах. Эти комбинации не только показаны на рисунках, но и сопровождаются графиками движения наконечника и, если это необходимо, графиками скорости.

Особенность этой книги заключается в том, что почти все характеристики, показанные на графиках, получены в реальных, а не теоретических экспериментах.

Как результат, на графиках видны незначительные отличия в показателях запуска систем и другие неточности, которых нет в прочих подобных изданиях. Читателю следует иметь в виду, что те или иные характеристики могут немного отличаться на разных страницах.



Группа датчиков

Конечный выключатель  
Фотоэлектрический прерыватель (скрытого типа) и контроллер  
Фотоэлектрический прерыватель (отражающего типа) и контроллер  
Фотоэлектрический прерыватель (оптоволоконного типа) и контроллер  
Потенциометр  
Магнитный неконтактный датчик  
Преобразователь углового положения в код  
Подставка и контроллер  
Опто-контроллер

Группа механизмов

Кремальера  
Односторонняя муфта  
Упор (односторонний)  
Кривошип  
Шнек  
Тумблер  
Рычаг-ползунок  
Мальтийский механизм  
Дисковый кулачок  
Коробка передач (увеличение/уменьшение скорости)  
Червячный редуктор  
Фиксатор  
Стол на рельсах (стол с прямолинейным перемещением)  
Ленточный конвейер  
Поворотный стол

Группа приводов

Асинхронный двигатель (с регулятором скорости)  
Реверсивный двигатель  
Шаговый двигатель  
Серводвигатель  
Ультразвуковой двигатель  
Фиксируемый пневматический цилиндр  
Пневматический цилиндр вилкообразного типа  
Фиксируемый пневмогидравлический цилиндр-преобразователь  
Воздушный привод вращения

Группа устройств вторичного сопряжения

Устройство сопряжения  
Привод шагового двигателя  
Привод серводвигателя  
Привод ультразвукового двигателя  
Электромагнитный клапан (одиночный)  
Электромагнитный клапан (двойной)  
Электромагнитный клапан (с запирающим в среднем положении)  
Электромагнитный клапан (с выхлопом в среднем положении)

Группа контроллеров

Релейная цепь, тип 1  
Релейная цепь, тип 2  
Релейная цепь, тип 3  
Релейная цепь, тип 4  
Релейная цепь, специальная  
Контроллер последовательности  
Мини-компьютер со схемой ввода/вывода  
Персональный компьютер с платами ввода/вывода и аналогово-цифрового преобразования.

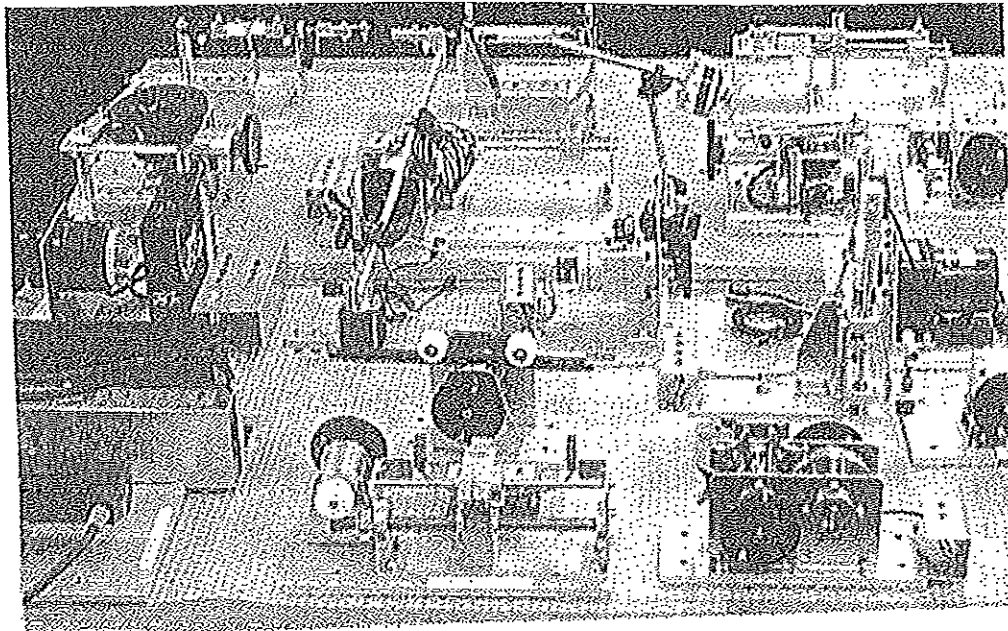


Фото 1.1 Некоторые из модулей, используемые в эксперименте в этой книге

#### (4) Создание графиков

Графики, содержащиеся в этой книге, демонстрируют фактические результаты измерений с использованием оборудования на рис. 1.12 и фото 1.2.

Ролик, закрепленный на оси потенциометра, вращался вторичной стороной механизма (стол с прямолинейным перемещением на рисунке внизу). Движение привело к изменению напряжения во внутреннем терминале потенциометра, которое передано на персональный компьютер (ПК 9801), предварительно пройдя через плату аналого-цифрового преобразования.

Эта плата преобразует постоянно изменяющийся сигнал в цифровые значения, которые компьютер распознает как точки на плоскости и, соединяя их линиями, рисует кривую графика с указанием позиционных характеристик.

Но одного лишь графика с указанием позиционных характеристик иногда недостаточно для объяснения свойств системы. Поэтому компьютер рисует также кривую скоростных характеристик, высчитывая ее данные из первого дифференциала позиционного графика.

#### (5) Схемы управления

Появление в книге диаграмм схем управления, используемых в каждой комбинированной системе, зависит от того, достаточно ли места на той или иной странице. Каждая из этих схем показана в виде релейной цепи, понятной читателям, не имеющим представления о создании электрических цепей. При необходимости соединения в электронных схемах изображаются в виде электропроводки, что облегчает понимание того, как создаются схемы сопряжения.

Конечно, полностью готовые к работе системы нуждаются также в защитных схемах, которые убирают шум, вибрации и другие помехи, однако мы считаем, что новичку проще учиться на приведенных здесь упрощенных примерах.

Фото 1.2 Графики с характеристиками систем создавались на этом устройстве

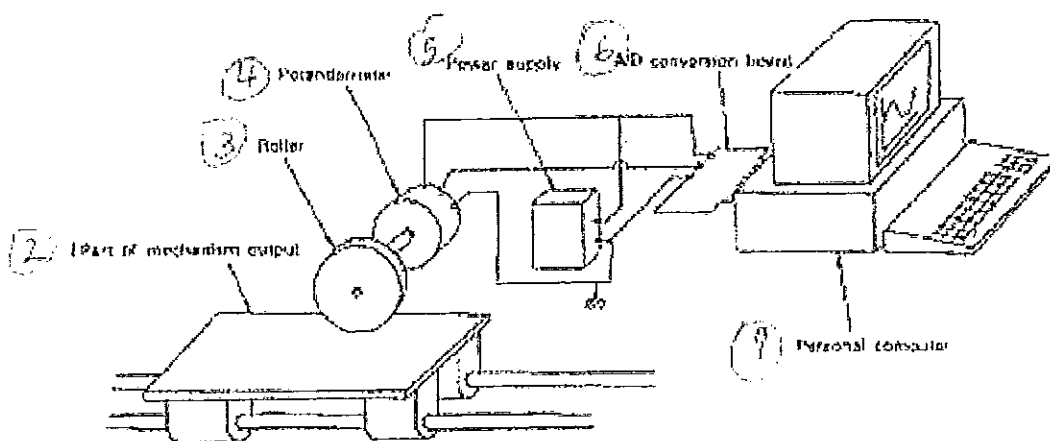


Рис. 1.12 Система сбора данных по позиционным характеристикам

- 2 Часть вторичного механизма
- 3 Ролик
- 4 Потенциометр
- 5 Блок питания
- 6 Плата аналого-цифрового преобразования
- 7 Персональный компьютер

#### 8. Разработка прикладных систем

Эта книга состоит из двух основных разделов. Почти все модули, перечисленные в таблице 1.1, — это экспериментальные устройства. Кроме того, у нас в распоряжении были роботы для выполнения реальной работы — подачи и загрузки, что позволяло задействовать модули в более сложных экспериментах. Мы проводили опыты с собираемыми в полевых условиях системами подачи и устройствами слежения за движением объекта, изучали характеристики информационных кулачков и т.д. Об этом речь пойдет во втором разделе книги — Прикладные системы.

