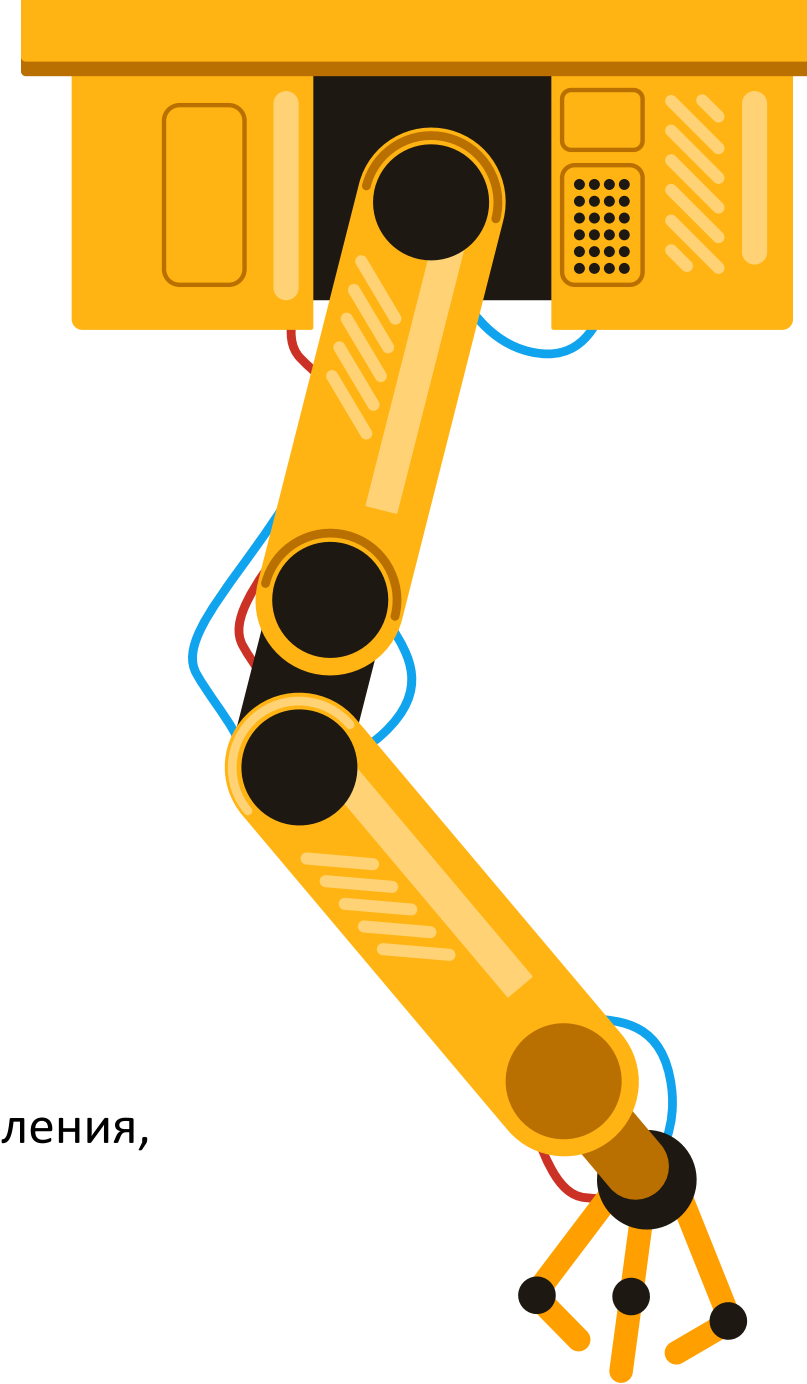
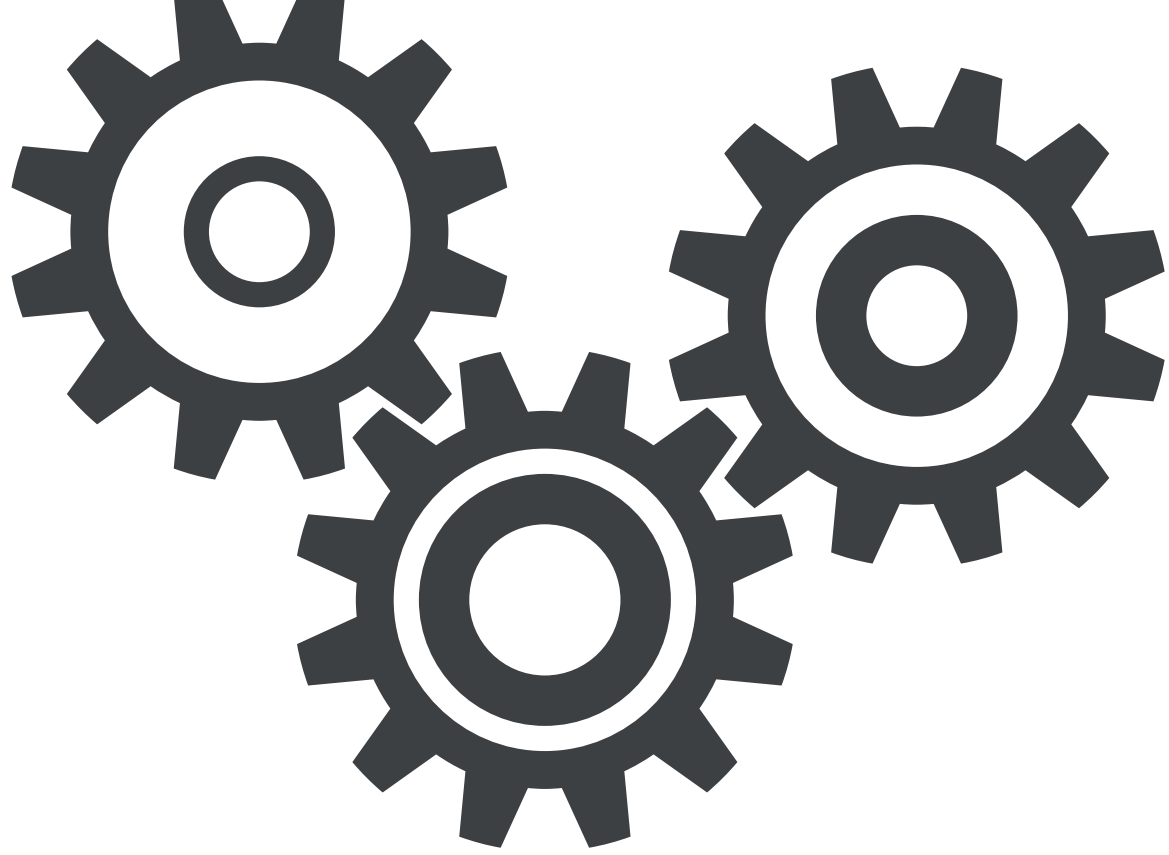
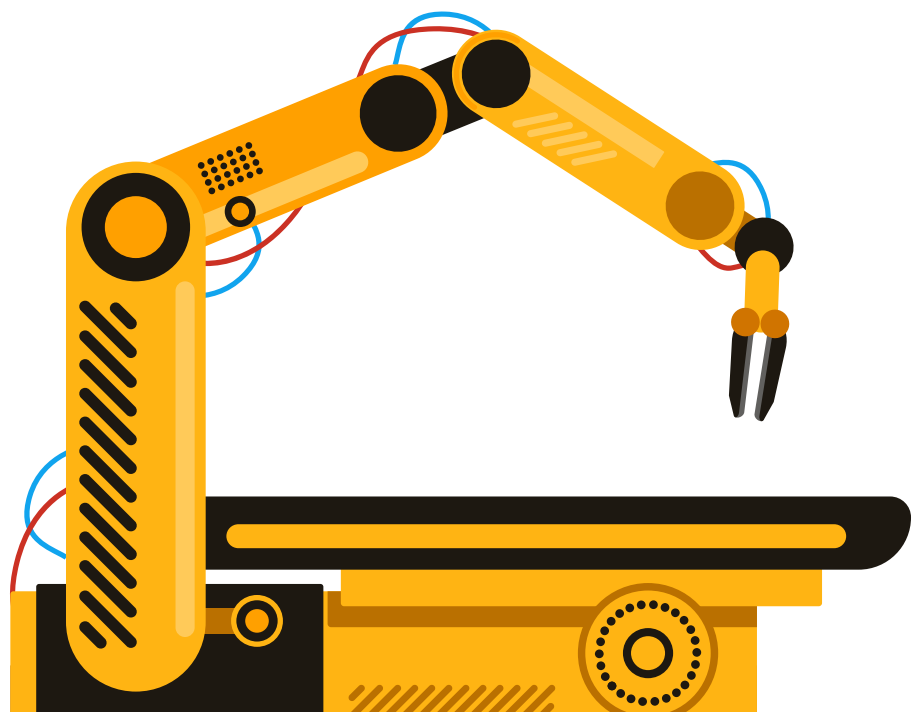
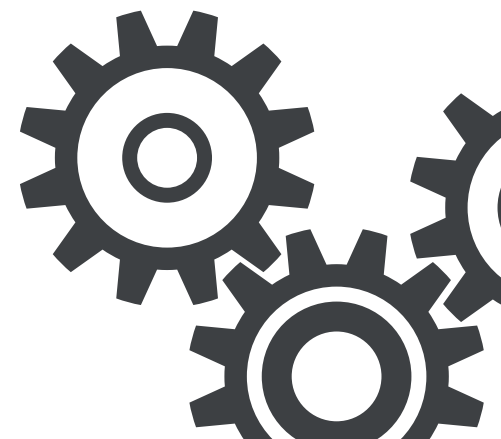




12-лекция. Системы программного управления промышленных роботов. Основные принципы управления, реализуемые в приводах роботов



Исабеков Жанібек Назарбекұлы, ассоциированный
профессор



Термином управление в технике обычно обозначают процесс автоматической реализации совокупности воздействий, прилагаемых к некоторому объекту, либо с целью поддержания его функционирования на заданном уровне, либо с целью изменения в желаемом направлении его регулируемых параметров. Робот как объект управления представляет собой сложную систему, включающую в себя многозвенную механическую конструкцию с исполнительными пневмо-, гидро- или электроприводами, активно взаимодействующую с окружающей средой и характеризующуюся совокупностью параметров, изменяющихся во времени. Выделяют три иерархических уровня автоматизации роботизированного оборудования: - согласованное управление роботом и единицей промышленного оборудования, при котором команды управления роботом подает обслуживаемая им технологическая машина; - управление роботом и несколькими единицами технологического оборудования, при котором поведение робота определяется запросами от обслуживаемых им машин; - управление распределенными роботами, единицами оборудования, складами, транспортными средствами от центральной ЭВМ с целью выполнения поступающих заказов. Как и любое другое, устройство управления принимает сигналы от датчиков и центральной ЭВМ, после чего вырабатывает команды на исполнительные устройства в соответствии с записанной программой управления. Устройство управления роботом должно дополнительно: - регулировать положение и скорости перемещения приводов звеньев; - учитывать состояние обслуживаемых единиц оборудования; Обычно в системах управления используются три основных принципа: разомкнутого управления, управления по возмущению и принцип обратной связи.



Принцип разомкнутого управления реализуется только на основе желаемого алгоритма поведения управляемого объекта и не учитывает возможность появления внешних возмущающих воздействий, способных вызвать неконтролируемые отклонения в процессе функционирования объекта. Например, скорость вращения выходного вала электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением пропорциональна напряжению, приложенному к якорю (рис. 5.1). Подавая на двигатель напряжение желаемой величины, управляют скоростью вращения его выходного вала и, как следствие, скоростью перемещения звена робота, соединенного с этим двигателем. Однако, если на данное звено действуют внешние силы, например, статический момент силы тяжести звена, изменяющийся по величине в зависимости от углового положения степени подвижности, то скорость вращения электродвигателя будет существенно отличаться от заданной и, кроме того, будет изменяться в функции от угла поворота звена робота.

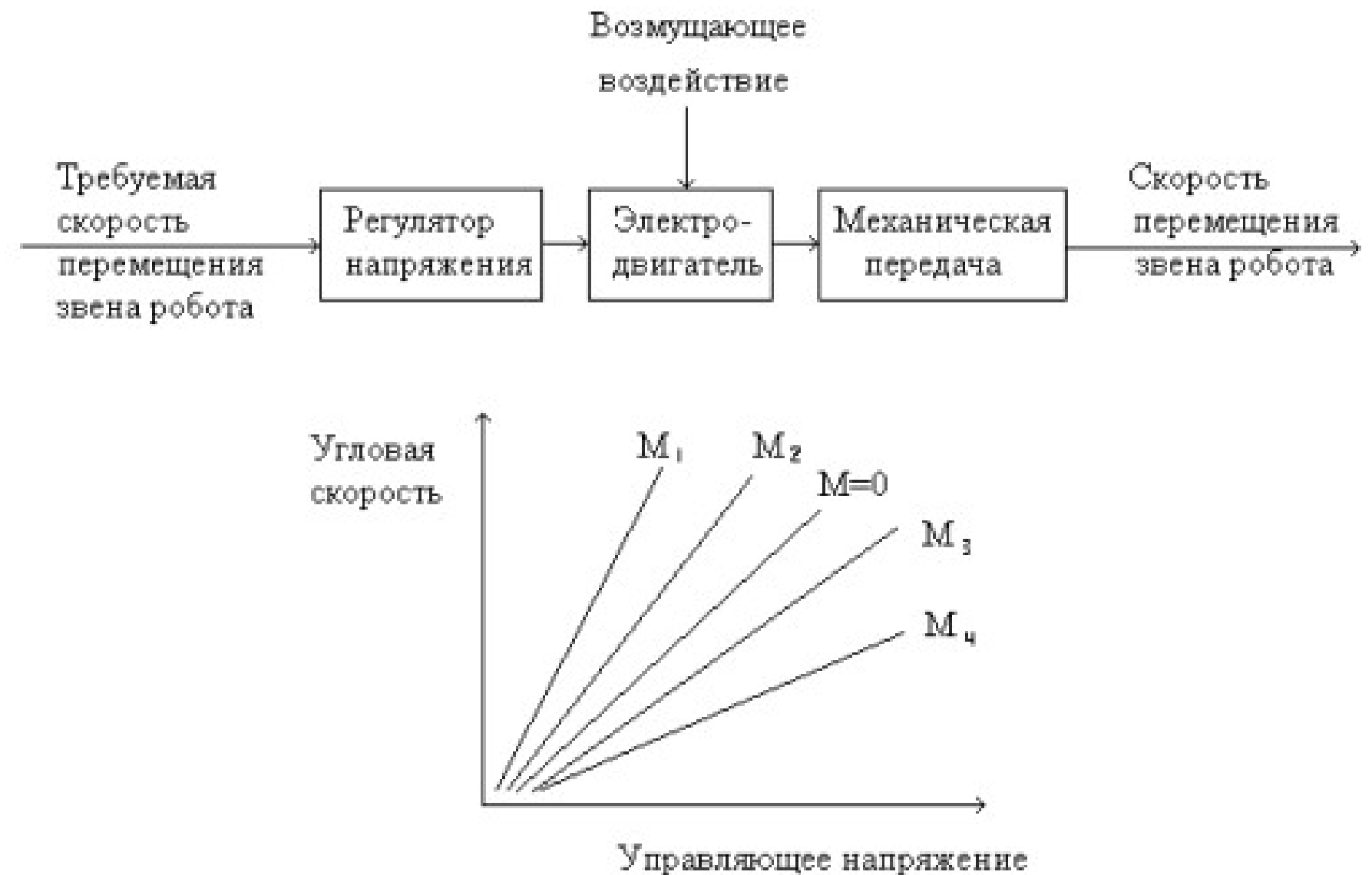


Рис. 5.1. Схема разомкнутого управления.



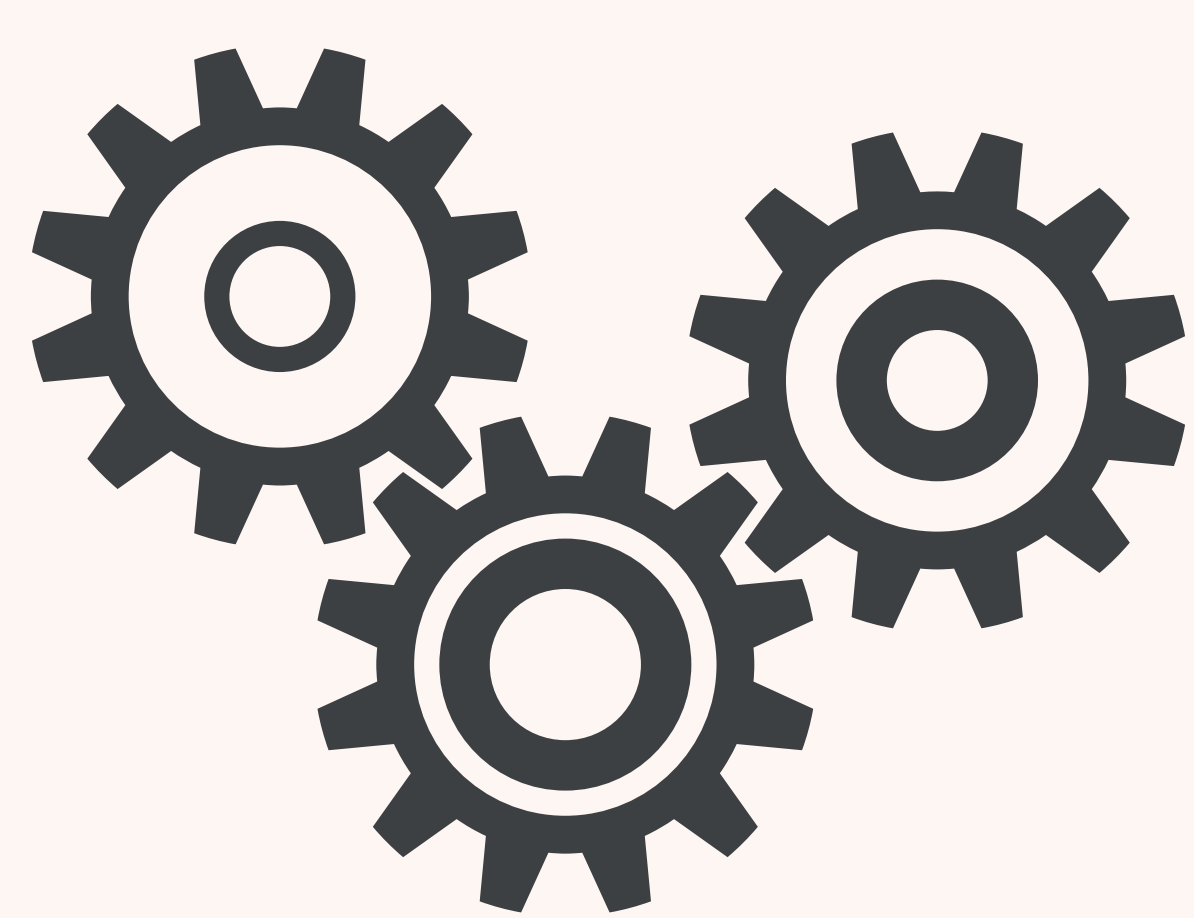
Рис. 5.2. Схема управления по возмущению.

Принцип управления по возмущению может использоваться в системах разомкнутого типа, находящихся под влиянием некоторых возмущающих воздействий (рис. 5.2.), для того чтобы компенсировать отклонение регулируемого параметра, вызванного доминирующим воздействием.

При управлении по возмущению удастся компенсировать нежелательное влияние на процесс регулирования только того воздействия, которое измеряется датчиком, а остальные воздействия по-прежнему могут вызывать неконтролируемые отклонения. Отличительным признаком систем управления, в которых реализован принцип обратной связи, является измерение регулируемого параметра и использование полученной информации при формировании закона управления (рис. 5.3.). Системы управления, замкнутые по регулируемой координате, имеют лучшие характеристики по сравнению с системами, созданными на основе принципа управления по возмущению, так как независимо от причины, вызвавшей отклонение данной координаты от заданного значения, величина и знак отклонения могут быть оценены и на их основе могут быть осуществлены корректирующие воздействия, повышающие степень совпадения текущего и требуемого поведения объекта



Рис. 5.3. Схема управления с обратной связью.



В замкнутых системах автоматического регулирования применяют различные законы управления. Законом управления обычно называют математическую зависимость, в соответствии с которой регулятор формирует воздействие на объект управления в предположении, что последний является безинерционным. Пусть x – управляемая выходная координата объекта, x_0 – ее желаемое значение, U – управляющее воздействие, прикладываемое к объекту. Тогда в общем случае управляющее воздействие в системе с обратной связью можно представить в функции не только отклонения $\Delta x = x_0 - x$, но и в функции от его производных и интегралов по времени:

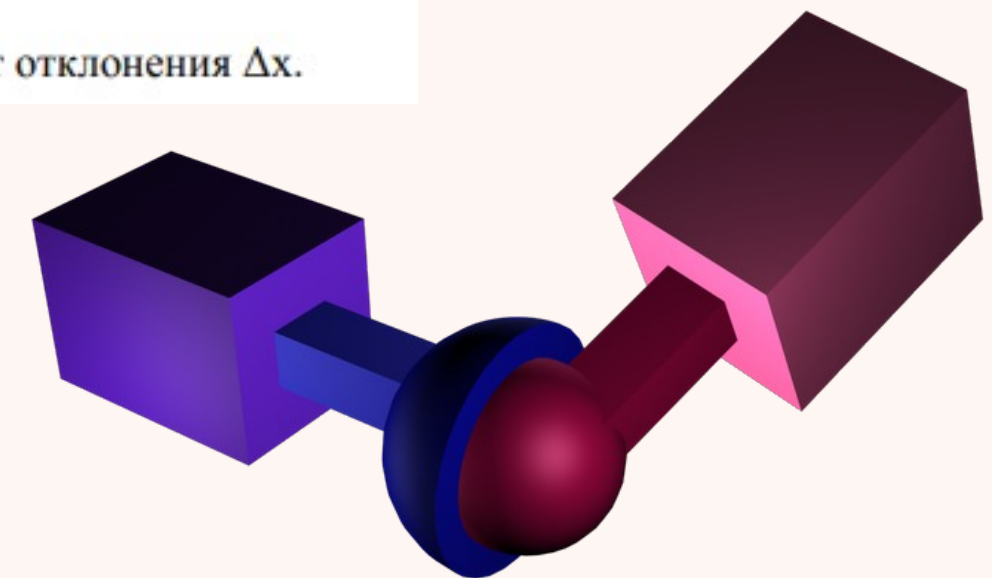
$$U = f(\Delta x, \frac{d\Delta x}{dt}, \dots, \int_0^t \Delta x dt, \dots).$$

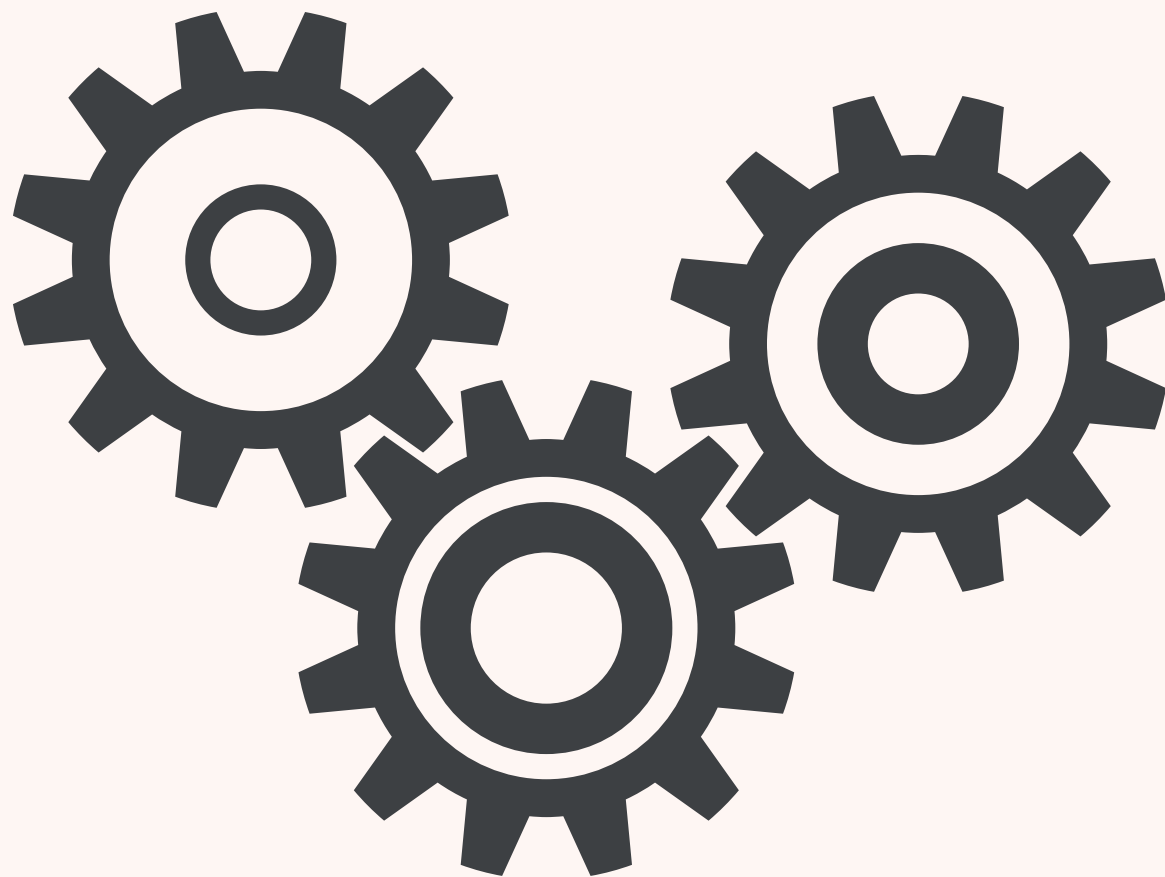
Простейшим является пропорциональный закон управления. При этом законе регулятор формирует воздействия на объект в следующем виде: $U_n = k \Delta x$, где $\Delta x = x_0 - x$, а k - коэффициент передачи. При пропорциональном законе управления выбором коэффициента передачи регулятора можно либо ускорять, либо замедлять переходный процесс, увеличивая или уменьшая соответственно его колебательный характер.

Пропорционально-дифференциальный закон позволяет формировать управляющее воздействие не только в функции от отклонения выходной координаты от заданной U_n , но и в функции от скорости отклонения во времени U_d , т.е. в функции первой производной от ошибки положения:

$$U_{уд} = U_n + U_d = k_n(x_0 - x) + k_d \frac{d(x_0 - x)}{dt}$$

где k_n и k_d – коэффициенты передачи; $d(x_0 - x)/dt$ – первая производная от отклонения Δx .





Системы программного управления промышленных роботов подразделяются на системы: а) циклового, б) позиционного, в) контурного управления. Каждая из них имеет много разновидностей в зависимости от характера операций, кинематики робота, приводов.

Цикловой режим программного управления является наиболее простым (рис. 5.4). Он применяется, как правило, в тех случаях, когда по каждой из n степеней подвижности q_i ($i = 1, 2, \dots, n$) робота возможно позиционирование лишь в двух крайних точках q_{in} , q_{ik} , где соответствующие индексы Н, К означают начальное и конечное положения соответствующих подвижных элементов.

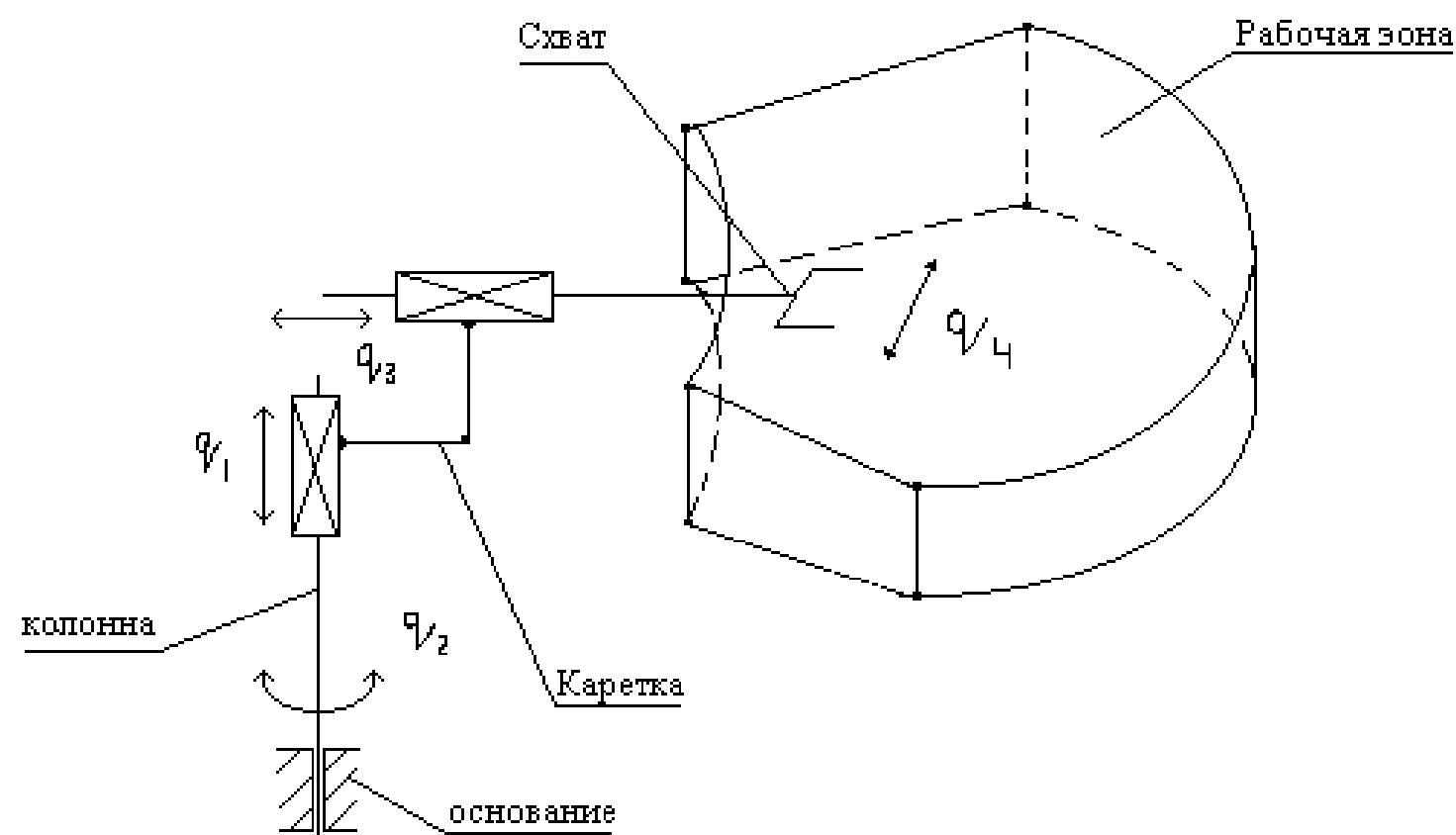


Рис. 5.4. Робот с цикловой системой программного управления.

Основой для программирования ПК служит лестничная логическая схема. Основной задачей ПК является принятие логических решений типа да-нет. ПК непрерывно анализирует данные с датчиков, контролирующих технологический процесс, формирует логические решения и передает выходные данные в виде управляющих сигналов на органы управления тем же процессом. После ввода запрограммированной лестничной схемы работа ПК будет продолжаться до тех пор, пока не потребуются внесение изменений. Управление автоматизированным оборудованием с помощью ПК может осуществляться с обратной связью или во временном режиме. В состав ПК могут входить таймеры и счетчики. Большинство ПК располагают возможностью независимого включения сигнала на некотором выходе, несмотря на состояние запрограммированной логической схемы. Независимое управление выходами может быть также использовано для диагностирования и дает возможность пользователю избежать нежелательных последствий появления неисправностей. Преимуществами ПК являются также малые габариты, низкая энергоемкость, высокая надежность работы. К дополнительным выходам ПК при необходимости могут быть подключены дисплеи, печатающие устройства.

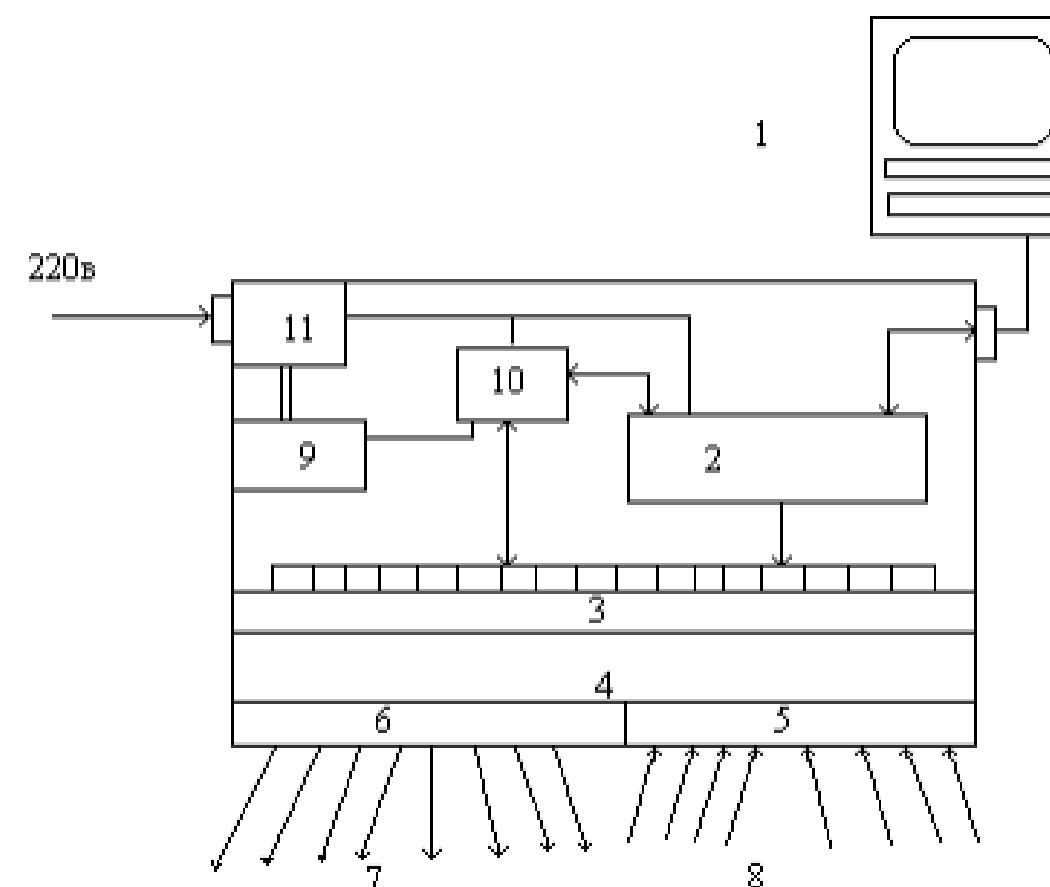


Рис. 5.5. Программируемый контроллер:

1 – программатор; 2 – центральный процессор; 3 – интерфейс; 4 – контакты входов-выходов; 5 – входы; 6 – от процессора; 7 – к технологическому оборудованию; 8 – выходы; 9 – аварийное батарейное питание; 10 – память; 11 – источник питания.

Для построения подобных управляющих автоматов – контроллеров необходимы регистры, дешифраторы, счетчики, триггеры и т.п. Учитывая, что контроллеры ПР представляют собой автоматы с памятью, при их разработке могут быть использованы более крупные узлы ВТ, такие, как управляющая память и блоки микропрограммного управления современных микропроцессорных комплектов. Использование управляющей памяти ведет к упрощению структуры контроллеров, а применение блоков микропрограммного управления, хотя и усложняет их, но одновременно расширяет функциональные возможности. Для построения универсальных контроллеров целесообразно не только использовать отдельные узлы микропроцессорных комплектов, но и сами контроллеры создавать на основе микропроцессоров и микроЭВМ. Структурная схема программируемого микроконтроллера, предназначенного для циклового управления промышленными роботами, показана на рис. 5.6.

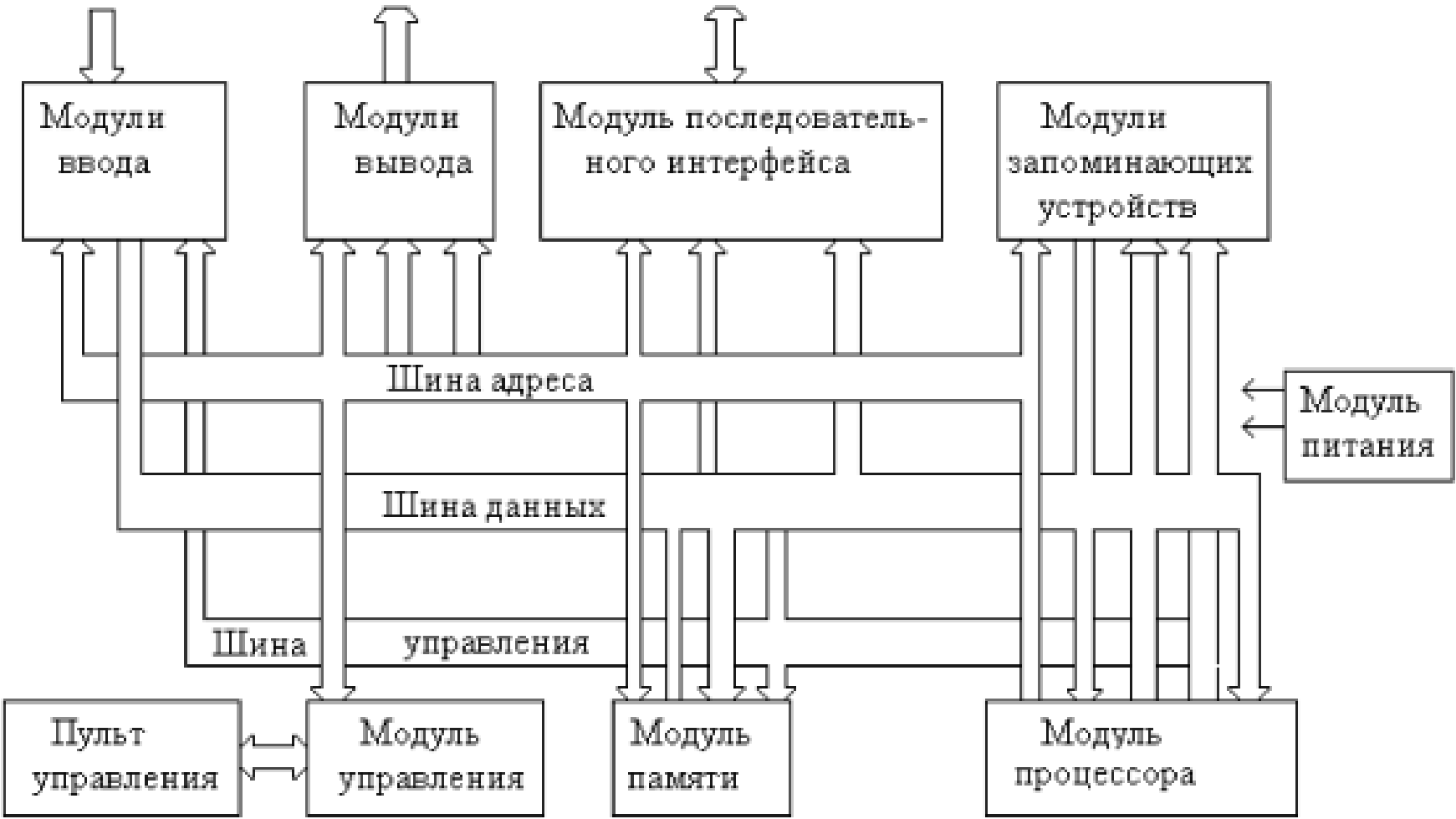


Рис. 5.6. Структурная схема программируемого микроконтроллера.

Модуль процессора осуществляет сбор, цифровую обработку и вывод информации в соответствии с исполнительной программой, записанной в перепрограммируемое ПЗУ модуля памяти. Назначение исполнительной программы – преобразование инструкций, введенных оператором с помощью пульта управления, в последовательность кодов машинного языка микропроцессора, реализующих эти инструкции. Управляющая программа размещается в модуле запоминающих устройств. Она записывается пользователем в кодах команд входного языка микроконтроллера и обеспечивает выполнение заданного алгоритма управления внешним оборудованием. Для введения программы используют пульт управления, портативный программатор или персональный компьютер со специальным программным обеспечением. Усложнение программ управления привело к отказу от применения программаторов, а многообразие контроллеров с собственными языками программирования к появлению пяти стандартных языков программирования: языка лестничных диаграмм (LD), функционально-блочных диаграмм (FBD), списка инструкций (IL), диаграмм последовательных функций (SFC), структурированного текста (ST).

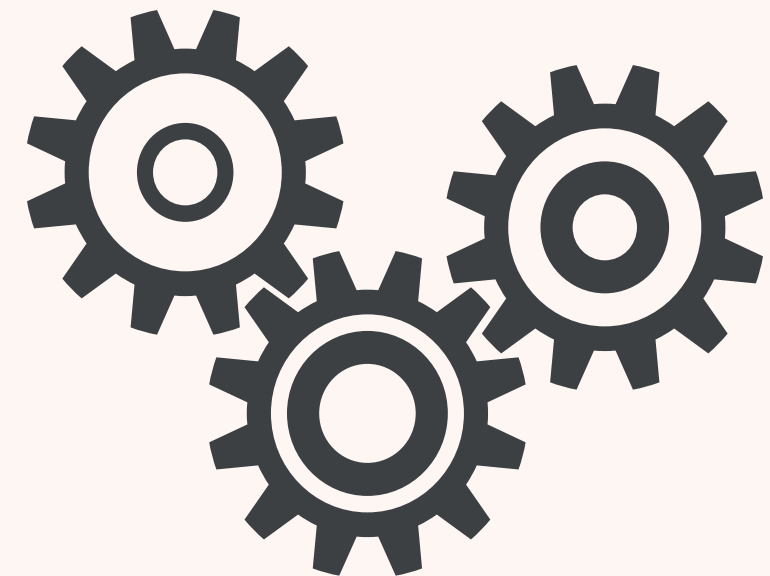
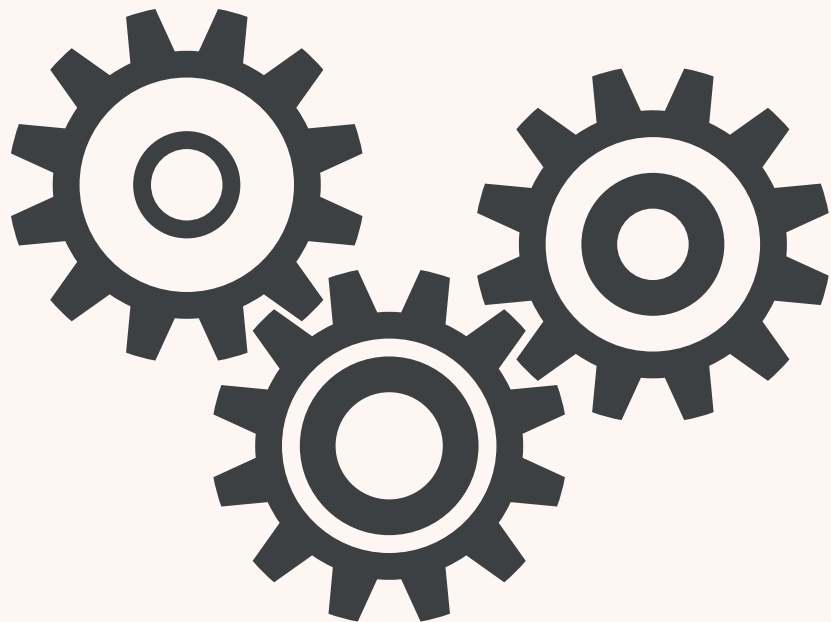




Рис. 5.7. Схема централизованной структуры позиционной системы программного управления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. В чем сущность циклового программного управления роботами?
2. Какова область применения позиционных систем программного управления?
3. Какова область применения контурных систем программного управления?
4. Какие команды содержит кадр в системах позиционного управления?
5. В чем сущность адаптивного управления роботами?
6. В чем сущность интеллектуального управления роботами?
7. Какова роль вычислительных систем в робототехнике?

**Спасибо
за
ВНИМАНИЕ!**

