3 ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ.

Системы автоматического регулирования являются частными случаями систем автоматического управления. САР предназначены для поддержания технологических параметров (температуры, расхода, давления и др.) на заданных значениях или для изменения параметров по заданной программе. Эти функции выполняет устройство, называемое регулятором.

Системы автоматического регулирования классифицируются по нескольким характерным признакам.

По назначению САР подразделяются на системы автоматической стабилизации, системы программного регулирования, системы слежения и системы экстремального регулирования.

Стабилизирующие системы поддерживают величину регулируемого параметра на заданном значении, устанавливаемом постоянным.

В *программных системах* величина регулируемого параметра изменяется в соответствии с заранее заданной функцией. Эти системы снабжаются программными задатчиками, задающими функцию изменения регулируемого параметра. Такие системы применяются при автоматизации процессов периодического действия или процессов, функционирующих по определенному циклу.

В *следящих системах* величина регулируемого параметра изменяется в соответствии с изменением величины какого-либо другого параметра (например, система регулирования соотношения расходов двух продуктов).

Экстремальные системы применяются в тех случаях, когда оптимальный режим функционирования объекта характеризуется экстремумом (минимальным или максимальным значением) показателя эффективности процесса, протекающего в объекте. Таким показателем может быть либо значение какого-либо технологического параметра, либо одна из экономических характеристик (например, максимальный кпд двигателя или минимальный расход топлива). Вследствие влияния возмущающих воздействий оптимальный режим функционирования объекта нарушается. Стабилизирующие системы такие отклонения скомпенсировать не способны, поэтому для возвращения к оптимальному режиму используются экстремальные системы регулирования, которые осуществляют автоматический поиск и поддержание оптимального значения регулируемой величины.

По характеру регулирующих воздействий САР подразделяются на непрерывные (аналоговые), релейные (позиционные) и импульсные.

В *непрерывных (аналоговых) САР* непрерывному изменению входной величины соответствует непрерывное изменение величины на выходе каждого звена.

В состав *релейных (позиционных) САР* входит релейное звено, преобразующее непрерывную входную величину в дискретную релейную, принимающую только два фиксированных значения: минимальное и максимальное. Релейные звенья позволяют создавать системы регулирования с очень большими коэффициентами усиления. Однако в замкнутом контуре регулирования наличие релейных звеньев приводит к автоколебаниям регулируемой величины с определенными периодом и амплитудой.

Импульсные САР имеют в своем составе импульсное звено, преобразующее непрерывную входную величину в дискретную импульсную, то есть в последовательность импульсов с определенным периодом их чередования. Период появления импульсов задается принудительно. Входной величине пропорциональны амплитуда или длительность импульсов на выходе. Введение импульсного звена освобождает измерительное устройство системы от нагрузки и позволяет применять маломощное, но более чувствительное измерительное устройство, реагирующее на малые отклонения регулируемой величины, что приводит к повышению качества работы системы.

Системы с цифровым вычислительным устройством в замкнутом контуре регулирования также работают в импульсном режиме, поскольку цифровое устройство выдает результат вычисления в виде импульсов, следующих через некоторые промежутки времени, необходимые для проведения вычислений.

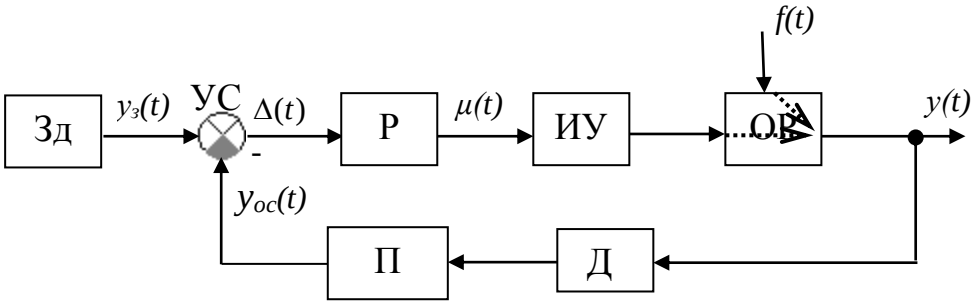
По количеству регулируемых величин САР подразделяются на одномерные и многомерные. В одномерных системах имеется только одна регулируемая величина, в многомерных – несколько.

Многомерные системы, в свою очередь, подразделяются на системы несвязанного и связанного регулирования. В системах несвязанного регулирования регуляторы непосредственно не связаны между собой и воздействуют на общий для них объект регулирования раздельно. Системы несвязанного регулирования применяются в тех случаях, когда взаимное влияние регулируемых величин объекта мало или практически отсутствует. В противном случае используются системы связанного регулирования, в которых регуляторы различных величин одного технологического объекта связаны между собой внешними связями (вне объекта) с целью ослабления взаимного влияния регулируемых величин. Если при этом удается полностью исключить влияние регулируемых величин друг на друга, то такая система связанного регулирования называется автономной.

По количеству контуров прохождения сигналов САР делят на одноконтурные, имеющие один замкнутый контур, и многоконтурные, содержащие несколько замкнутых контуров. Многоконтурные САР могут применяться и для регулирования одной величины с целью повышения качества переходного процесса.

По принципу регулирования САР классифицируются на действующие по отклонению, по возмущению и по комбинированному принципу.

В **системах автоматического регулирования по отклонению** (рис. 3) возмущающее воздействие *f(t)* вызывает отклонение текущего значения регулируемой величины *y(t)* от ее заданного значения $y_з(t)$.

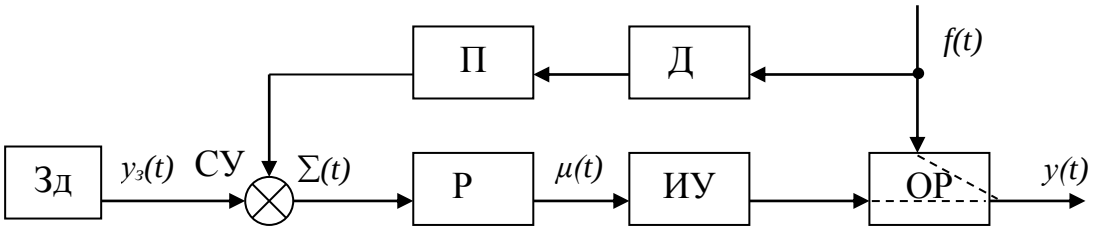


ОР – объект регулирования, Д – датчик, П - преобразователь, Зд – задатчик, Р – регулятор, ИУ – исполнительное устройство, УС – устройство сравнения (компаратор)

Рисунок 3 – САР по отклонению

Измерительное устройство (датчик) воспринимает сигнал *y(t)* на выходе объекта и передает его на вход устройства сравнения (компаратора). В компараторе сравниваются значения сигнала задания $y_з(t)$ и сигнала обратной связи $y_{ос}(t)$ и вырабатывается сигнал рассогласования $\Delta(t)$ между текущим и заданным значениями регулируемого параметра, поступающий на вход регулятора. Регулятор вырабатывает регулирующее воздействие *μ(t),* которое приводит в действие исполнительное устройство, устраняющее рассогласование. Системы регулирования по отклонению являются замкнутыми.

В **системах автоматического регулирования по возмущению** (рис. 4) измерительное устройство (датчик) воспринимает значение возмущающего воздействия *f(t)* на входе объекта и передает его на вход суммирующего устройства, в котором суммируются значения сигнала задания $y_з(t)$ сигнала возмущения *f(t).*



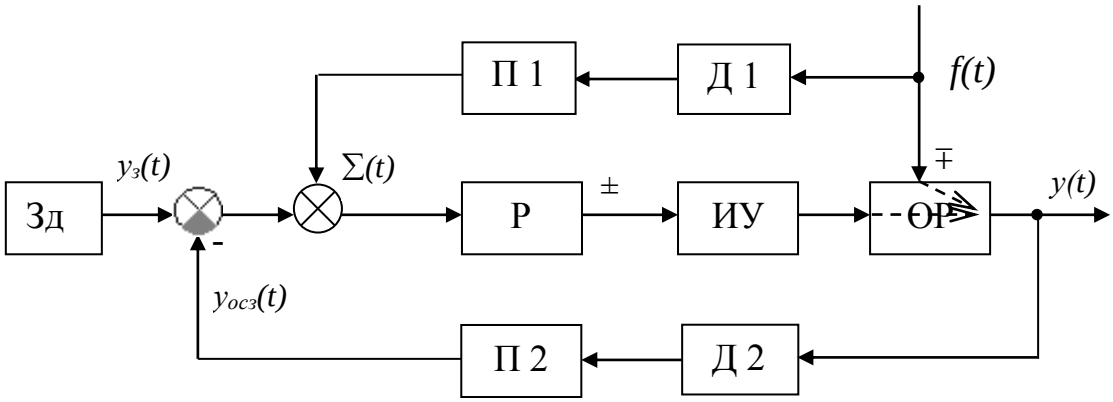
ОР – объект регулирования, Д – датчик, П - преобразователь, Зд – задатчик, Р – регулятор, ИУ – исполнительное устройство, СУ – суммирующее устройство

Рисунок 4 – САР по возмущению

Суммарный сигнал $\sum(t)$ поступает на вход регулятора, который вырабатывает регулирующее воздействие $\mu(t)$, приводящее в действие исполнительное устройство, которое вызывает компенсирующее отклонение регулируемой величины противоположного знака по сравнению с отклонением, вызываемым возмущающим воздействием.

В системах регулирования по возмущению сигнал регулирования проходит по контуру быстрее, чем в системах регулирования по отклонению, поэтому возмущающее воздействие может быть устранено еще до появления рассогласования текущего значения регулируемого параметра с его заданным значением. Однако реализовать регулирование по возмущению для большинства технологических объектов не представляется возможным, поскольку для этого необходимо учесть все возмущения объекта, количество которых, обычно, велико и, кроме того, некоторые из них не могут быть оценены количественно. Например, измерение таких возмущений как изменение теплопередачи через стенку теплообменника и многих других часто неосуществимо. Чаще всего учитывают основное возмущение, например, по нагрузке объекта. Кроме того, в контур регулирования по возмущению не поступают сигналы о текущем значении регулируемого параметра $y(t)$, поэтому с течением времени отклонение регулируемого параметра от номинального значения может превысить допустимые пределы. Системы регулирования по возмущению являются разомкнутыми.

В **комбинированных системах автоматического регулирования** применяются одновременно оба принципа регулирования – и по отклонению, и по возмущению (рис.5).



ОР – объект регулирования, Д1, Д2 – датчики, П1, П2 - преобразователи, Зд – задатчик, Р – регулятор, ИУ – исполнительное устройство

Рисунок 5 – Комбинированная САР

В этих системах нейтрализуется как влияние основного возмущения *f(t)* по каналу регулирования по возмущению, так и влияние других возмущений по каналу регулирования по отклонению регулируемой величины от заданного значения. Комбинированные системы обеспечивают высокое качество регулирования.