**Основные определения:**

Теория автоматического управления – совокупность знаний позволяющих создавать или вводить в действие автоматические системы управления с заданными характеристиками.

Автоматизированная система управления – система, где учувствует человек и частично человек.

Объект изучения – автоматизированные или автоматические системы управления (АСУ).

Предмет изучения – процессы, притекающие в АСУ.

Основной метод исследования – математическое моделирование.

Место среди других наук – наиболее общая наука – кибернетика (техническая кибернетика и автоматика).

В современных условиях теория управления применяется для разработки управления технологических процессов, при проектировании управлениями предприятием, при проектировании систем типа умный дом, в экономике.

**Общие принципы построения АСУ.**

Алгоритм функционирования устройства или системы – совокупность предписаний ведущих к правильному выполнению процессов в системе.

Устройство или система, осуществляющая технический процесс и нуждающаяся в специально организованных воздействия из вне для осуществления его алгоритма функционирования.

Алгоритм управления – характер взаимодействия на объект управления (ОУ), определяющий алгоритм функционирования.

Устройство управления (УУ) – устройство, осуществляющее в соответствии с алгоритмом управления воздействия на объект управления.

Х(t) – физическая величина характеризующая состояние объекта.

Координаты системы или фазовые координаты, переменные состояния, вектор состояния.

Z\_o (t)-основное возмущающее воздействие

Алгоритм управления – зависимость Y от задающего воздействия Xz управляемой величины Х и возмущающего воздействия Z.

Корректирующие устройство по ошибке управления.

УПБ – усилительно преобразующий блок.

ИУ – исполнительное устройство управления.

РО – Регулирующий орган.

Классификация АСУ по виду функции Xz(t)

* + - Стабилизирующие
    - Преогромно управляемые

Разомкнутая система, в которой не осуществляется контроль управляемой величины (внешнее задающее и возмущавшее воздействие).

Схема разомкнутой системы

В зависимости от способа выработки управляющего воздействия.



Изменение выходного сигнала равно сумме изменений выходных сигналов yi на каждое входное воздействие в отдельности.

* По виду сигналов различают:
  + Непрерывные
  + Дискретные (если присутствует хоть 1 микропроцессор, то это уже дискретная).
* По степени зависимости x(t) в установившемся режиме от возмущающего воздействия.
  + Статическая (Если зависит от величины возмущающего воздействия)
  + Астатическая
* По виду дифф. уравнений
  + Линейные
  + Не линейные
* В зависимости от источника энергии от которого подаётся управляющее воздействие
  + АСУ прямого действия (Если используется энергия объекта управления)
  + АСУ не прямого действия (Дополнительные источники)

**Методы математического описания элементов АСУ**

К свойствам систем относят: Свойство одно направленности.

Типы сигналов

* Детерминированные / Стохастические
* Непрерывные / Дискретные
* Входные / Выходные

Среди всех входных сигналов выделяют типовые входные воздействия.

Типовые входные воздействия:

* Ступенчатые воздействия – сигнал мгновенно возрастает от одного уровня до другого. Задаётся следующим образом если a0 = 1 то x(t) =1(t) единичный скачок. Если скачок происходит в какой либо момент времени Используется при разработки систем стабилизации.
* Импульсная характеристика – одиночный прямоугольный импульс, имеющий достаточно большую высоту, достаточно малую ширину.. Когда
* Гармоническая характеристика синусоида.
* Линейное воздействие

Выходные характеристики.

**Режимы работы АСУ**

* Статический режим (Выходная величина не меняется во времени)
* Динамический режим (Выходная величина непрерывно изменяется во времени)
  + Переходный (Режим существующий от момента изменения входа входного воздействия до становления в системе равновесных значений)
  + Установившийся динамический режим – наступает после того как выходная величина начинает менятс по такому же закону как и входная.

Статические характеристики элементов:

* Линейные - Зависимость выходной величины элемента от входной величины в установившемся статическом режиме. По виду статические характеристики разделяются:
  + Линейные
  + Нелинейные
* Однозначная зависимость – позиционная.
* При неоднозначной зависимости – астатическая связь.



Динамические характеристики элементов АСУ

* Описание динамики системы в виде дифференциальных уравнений
* Передаточная функция



**Модели пространства состояний**

Стандартом в ТУ является форма Коши. Модель Вход-Выход.

Общий вид

Допустим есть модель

Нормальная форма Коши.

**Типовые алгоритмы управления линейной системы управления**

Алгоритм управления – связь ошибки и управляющего воздействия.



Пропорциональный алгоритм управления (П-регулятор) – Достоинства – простота, Недостатки – точность.

Интегральный алгоритм (И-регулятор) . Преимущества – точность в установившемся режиме, Недостатки Меньшее быстродействие, большая колебательность.

Пропорционально-интегральный регулятор – ПИ регулятор.

Пропорционально-дифференциальный регулятор.

Преимущества – работа на упреждение, недостатки – точность.

ПИД-регулятор . Содержит все преимущества предыдущих систем.

Кп, Ки, Кд – настроечные параметры.

**Анализ систем управления**

Критерий, требования к управлению:

* Точность, система в установившемся режиме система должны поддерживать значение с конкретной ошибкой.
* Устойчивость, во всех режимах система не должны идти в разнос.
* Качество переходных процессов.
* Робастность – система должна сохранять качество и устойчивость при изменении внешних воздействий.

**Точность**

Для определения точности рассматривается реакция передаточной функции по ошибке на одно из трёх типовых воздействий (единичной скачок, линейное, гармоническое).



|  |  |
| --- | --- |
| Единичный |  |
| Линейный |  |
| Гармоническое |  |

Ошибка не должна выходить за пределы допустимых значений.

**Устойчивость**

Корни характеристического полинома – полюса. .

Качество ОСУ – совокупность свойств которые определяют эффективное функционирование системы в целом.

**Временные характеристики**

Переходная функция – h(t) – изменение во времени выходной величины у при единичном ступенчатом воздействии 1(t) и нулевых начальных условиях.

Переходная функция имеет 2 составляющих: вынужденная ( равна установившемуся значению величины при единичном воздействии) и свободная ( Sk – корень характеристического уравнения, комплексное число. Характеристическое уравнение степени n ).

Показатели качества – свойства выраженные в количественной форме.

Точность – определяется близостью выходной величины к заданной к заданному значению, чем выше точность системы управления, тем ниже ошибка.



Показатели качества управления АСУ в статическом режиме. Статические ошибки появляются только в статической системе.



Точность АСУ в статическом режиме тем больше чем выше коэффициент k разомкнутой системы. K – Коэффициент передачи в статической системе.



Качество характеризуется передаточным коэффициентом к и вариантом астатизма.

Чем выше коэффициент передачи разомкнутой цепи, тем выше её качество и точность.

Бывают прямые и косвенные показатели качества.

Прямые – определяются по графику переходного процесса.

Переходный процесс может быть колебательным, периодическим, монотонным.

монотонный



Первое максимальное отклонение. Управление считается удовлетворительным если регулирования не превышает 30-40%.

Степень затухания .



Колебательность - N = 3 количество пересечений графика с Ху за время Тр.

Показывает насколько эффективно регулятор компенсирует возмущение.

Интегральные показатели качества управления.

Интегральные показатели качества – определённый интеграл по времени от 0 до бесконечности от функции управления величины.

**Синтез АСУ**



Задача систем управление состоит в том что бы подавить внешние возмущение G(S) и обеспечить быстрые и качественные переходные процессы.

Wg и W связанны между собой определённым соотношением что означает что одновременно выполнить 2 условия невозможно, при изменении Wg будет меняется W и наоборот. Таким образом, невозможно сформировать независимое решение задач (Подавление возмущений) и решение всегда будет компромиссным.



Бесконечное усиление физически нереализуема. При большом коэффициенте усиления усиливается не только сигнал, но и шумы, и погрешности моделирования.

На высоких частотах для подавления шумов необходимо приблизительное равенство нулю.

П регулятор- простой усилитель с

* *

Чтобы ускорить процесс вводим дифференцирующее звено.



**Метод размещения полюсов**

Один из самых простых методов синтеза регулятора – синтез в замкнутой системе.

k,d известны, a,b нет.



Система решения не имеет, значит, мы не правильно выбрали порядок регулятора.

**Метод коррекции ЛАЧХ**

Метод логарифмически амплитудно частотной характеристики(ЛАЧХ) основан на 2 свойствах:

1. Для последовательного соединения двух блоков ЛАЧХ суммы равна сумме ЛАЧХ каждого звена.
2. Если передаточная функция объекта не имеет неустойчивых нулей и полюсов то ЛАЧХ однозначно определяет фазовую.

Пусть G(S) передаточная функция

1. Выбрать желаемую АЧХ Lж
2. Получить передаточную функцию регулятора Rc по Lc

Существует ряд правил. Существуют спец. Таблицы для построения ЛАЧХ



Логарифмический график

Для обеспечения нулевой статической ошибки нужен интегратор с замкнутой отрицательной обратной связью, поэтому в области низких частот ЛАЧХ должна соответствовать ЛАЧХ интегрирующего звена.



Устойчивость и качество переходного процесса регулируются формой ЛАЧХ в области средних частот для этого желательно чтобы при пересечении оси частот наклон был

-20Дб/дек и если задано время регулирования tp то .

В области низких частот мы должны обеспечить наклон -20дб на декаду. Линия под таким наклоном должна пересекать горизонтальную ость в точке омега среза.



**

Коэффициент усиления равен 0,5, а должен быть равен 1 для точного отслеживания сигнала.

Время переходного процесса

Пусть нам надо обеспечить время регулирования 1.5 секунды и нулевую ошибку в установившемся режиме.



Результирующие ЛАЧХ получается с помощью вычитания графика Lж желаемое вычитаем L исходной характеристики. Получаем Lc. Для построения передаточной функции Lc мы начинаем с области низких частот, ЛАЧХ интегрирующего звена с наклоном -20дб соответствует. В точке излома наклон меняется на +20дб на декаду что соответствует множителю T0S+1в числитель, в следующей точке излома омега1 наклон меняется на -20дб на декаду, что соответствует множителя T1S+1 в знаменатель. Знаменатель второго порядка при управлении объекта второго порядка.

**Комбинированное управление**

Регуляторы могут стоять рядом с фильтром, объектом управления, измерительным устройством.

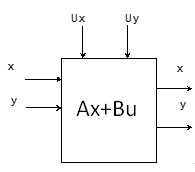
 

Улучшить регулирующие свойства контура за счёт того что задачи по регулированию разделяются между двумя устройствами.

В этом случае регулятором C(S) обеспечиваем качество требуемого переходного процесса. А регулятором F(S) убираем статическую ошибку и уменьшаем время регулирования. Благодаря тому, что передаточные функции C(S) и F(S) не зависят друг от друга то у нас исключается ситуация когда при уменьшении времени регулирования увеличивается перерегулирование и наоборот (задача достижения баланса взаимоисключающих критериев).

Вопрос идентификации

Системы регулирования, системы стабилизации.



Системы с поиском экстремума показателя качества.

Траекторное управление – не только должны привести объект управления в заданную точку, но и привести этот объект по заданной траектории. Методы управление – оптимальное управление – обход точек. Сумма задач терминального оправления на ряде точек.

Адаптивное управление – включается следящий блок (обход препятствий), и система из траекторной превращается в адаптивную.

Ожидаемые структуры параметров математической модели объекта, обеспечивающих наилучшее совпадение выходных переменных состояния моделей и объекта при одинаковых входных воздействиях.



Использование нейронных сетей – математическая модель, имеющая сложную структуру. 3 преобразования, на входе, внутреннее, на выходе.

