# Лекция 1. Введение. Задачи теории автоматического регулирования

**Лектор**

**Нұрғалиев М.К.**

# 1.Объект, предмет и задачи теории автоматического управления

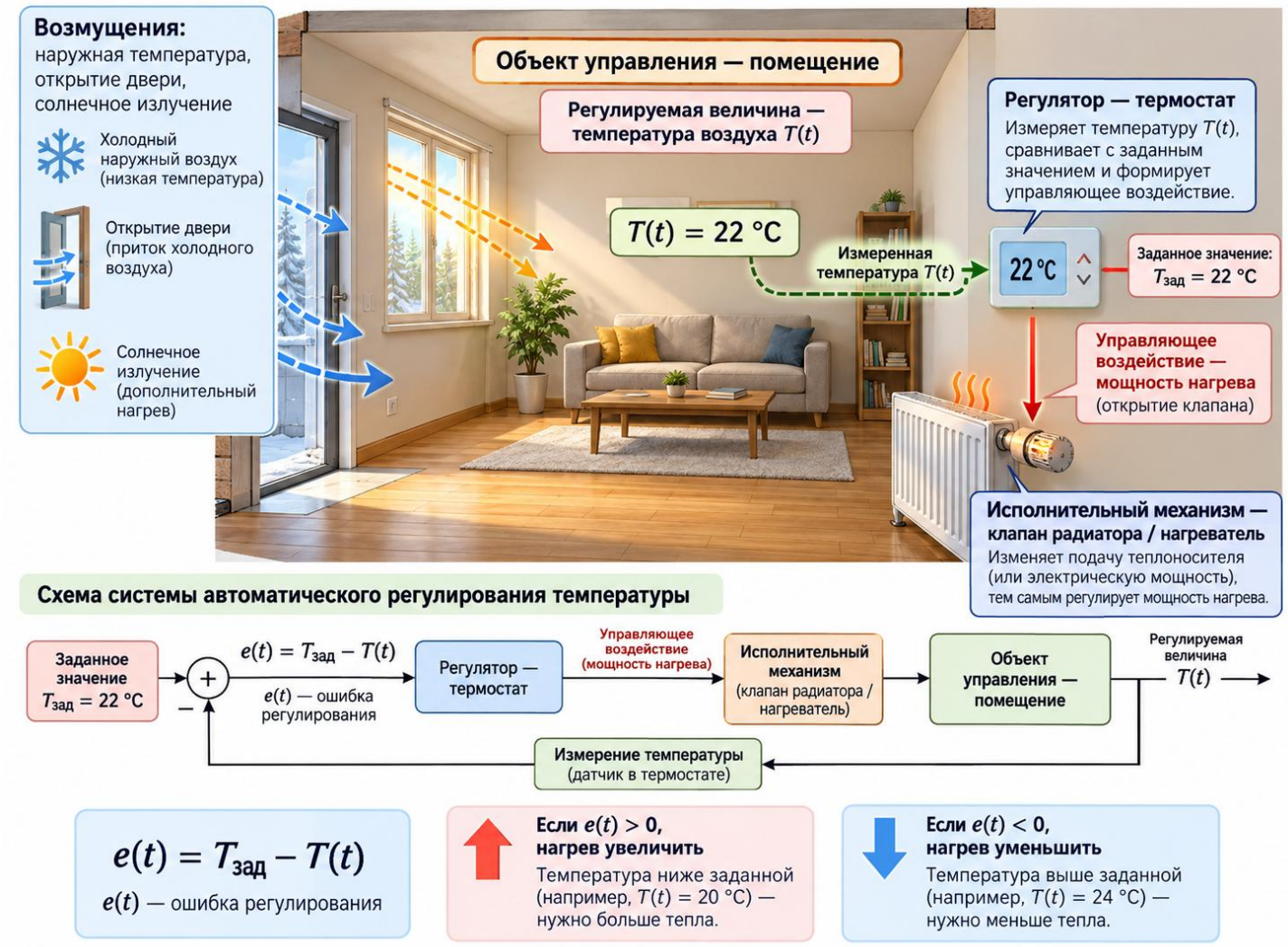
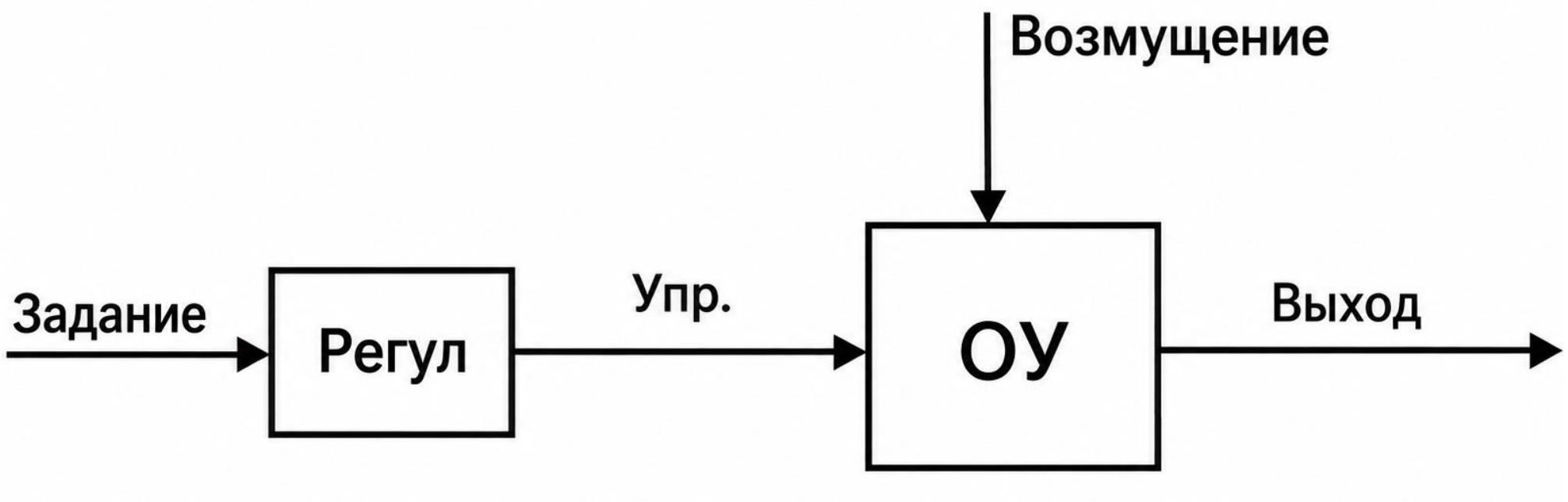



Рисунок 1. Работа термостата

- объект управления — помещение;
- регулируемая величина — температура воздуха T(t);
- заданное значение — T = 22°C;
- регулятор — устройство, формирующее управляющий сигнал;
- исполнительный механизм — клапан радиатора или нагреватель;
- управляющее воздействие — мощность нагрева;
- возмущения — изменение наружной температуры, открытие двери, солнечное излучение.

$$e(t) = T_{зад} - T(t)$$

# 1.Объект, предмет и задачи теории автоматического управления



# 2.История развития теории автоматического управления

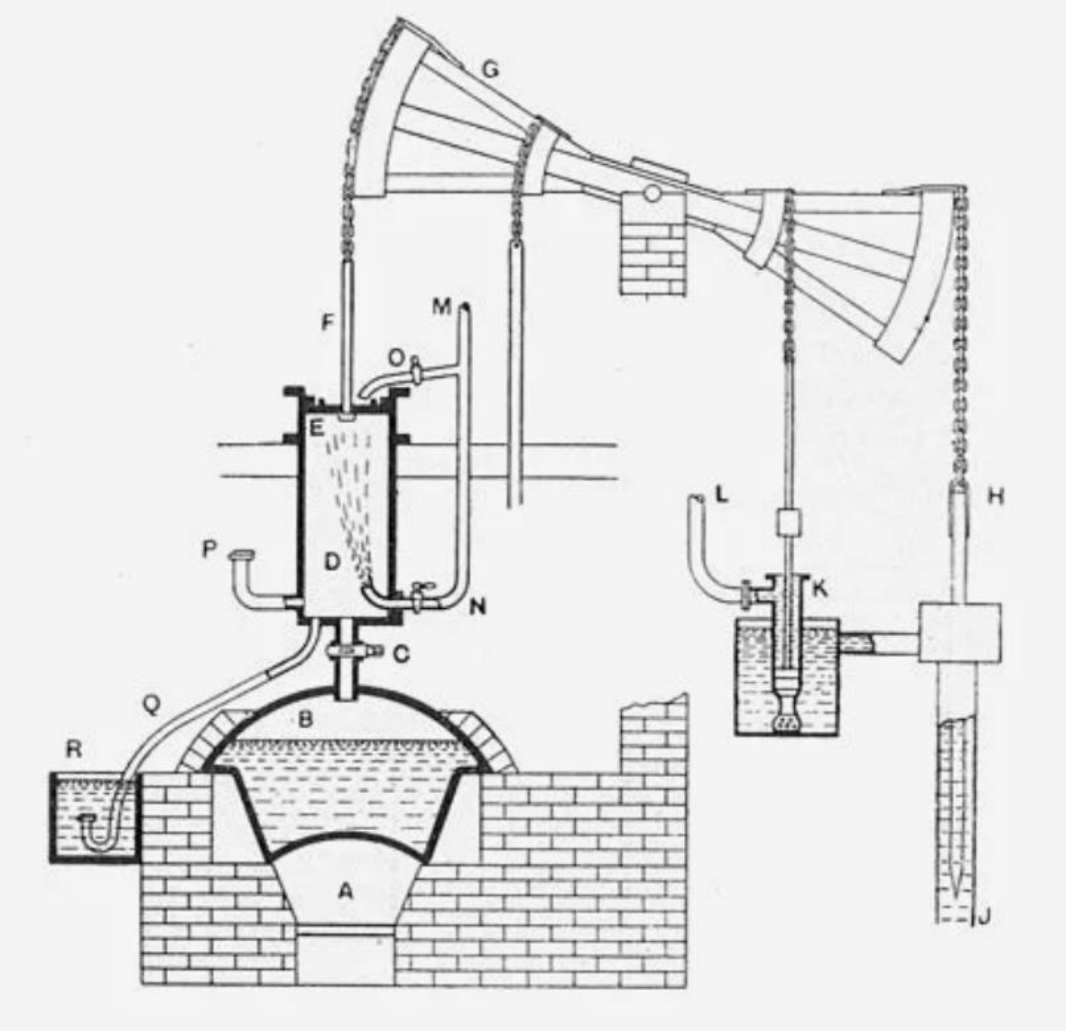
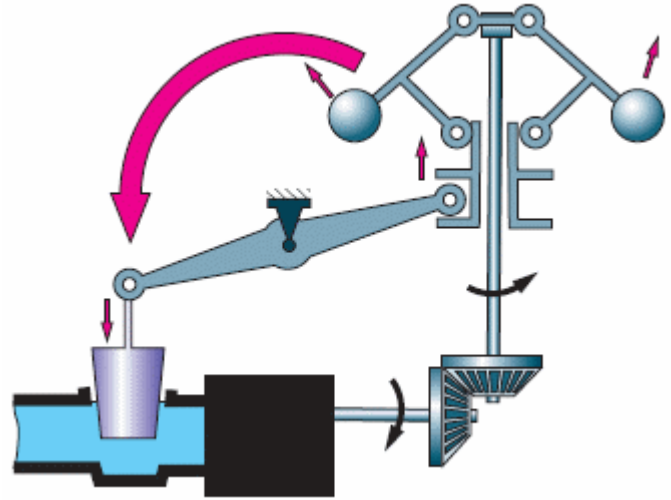



Рисунок 2. Паровая машина Ньюкомена



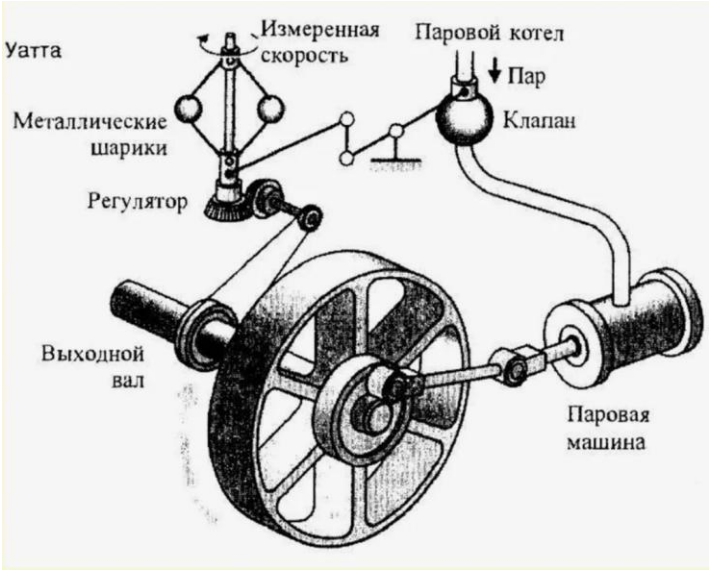
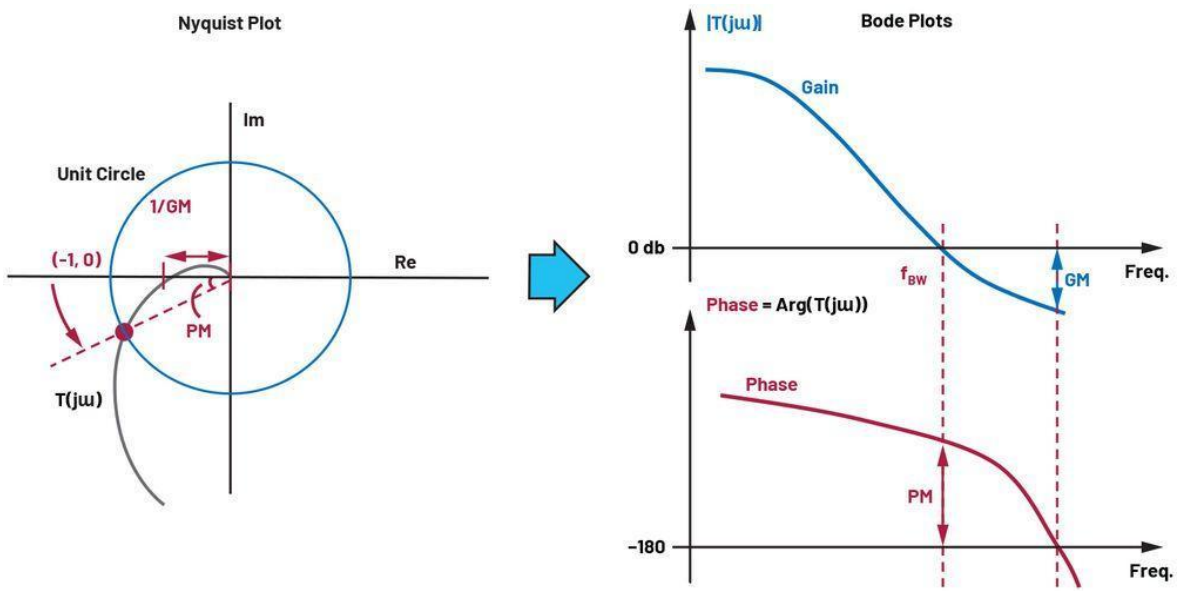
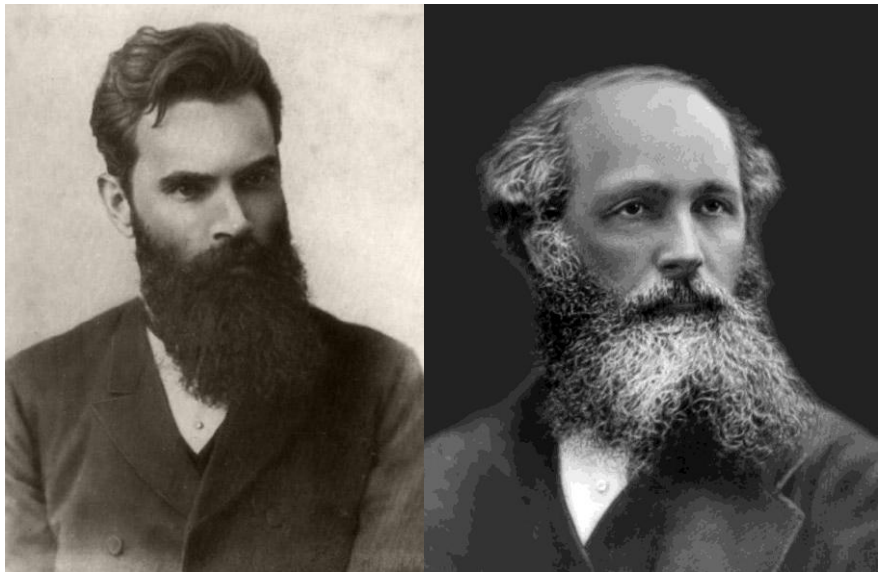
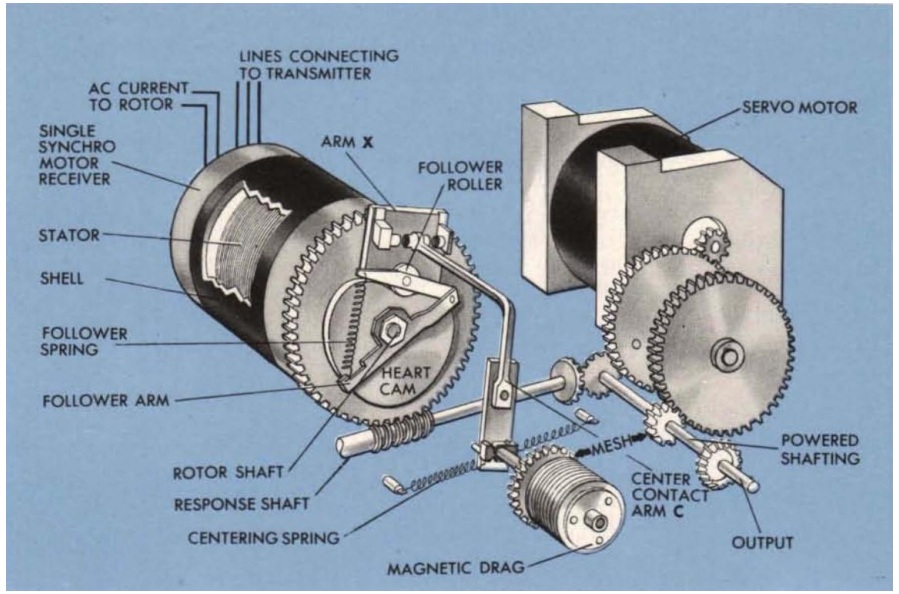


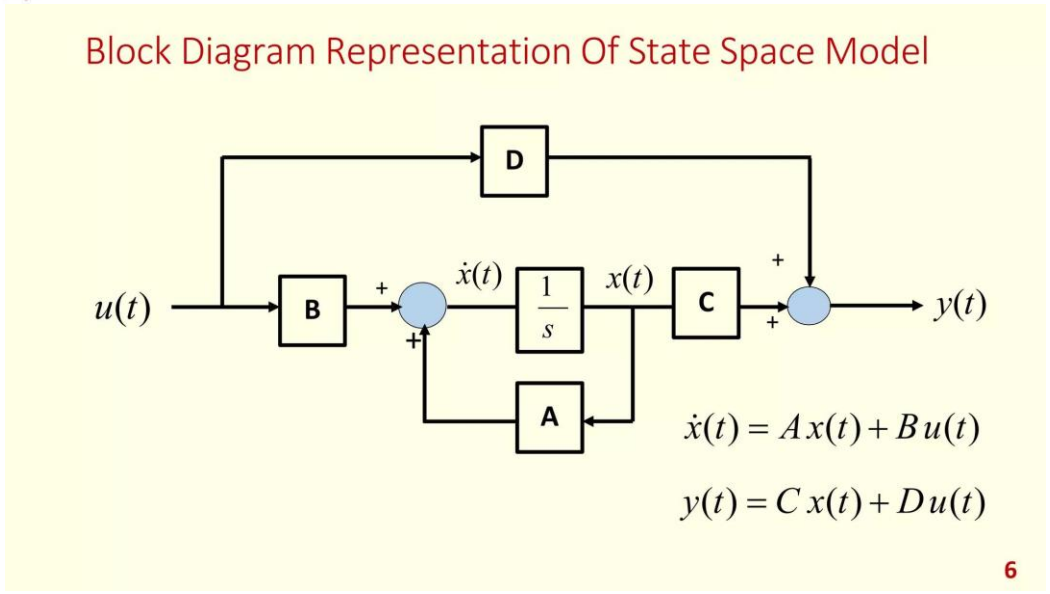

Рисунок 3. Центробежный регулятор

# 2.История развития теории автоматического управления

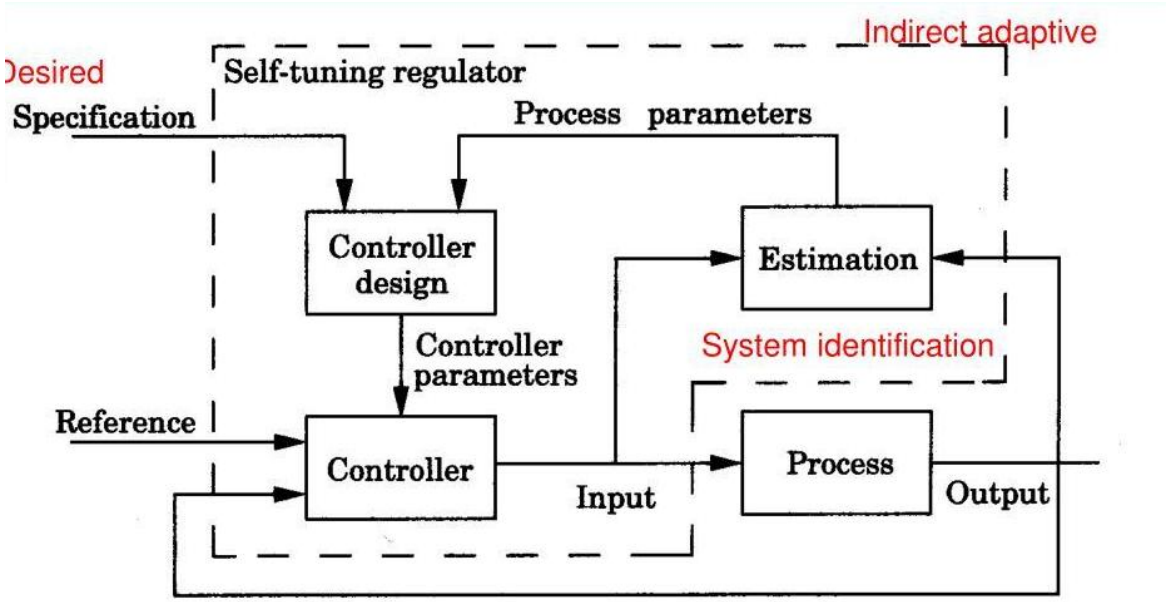


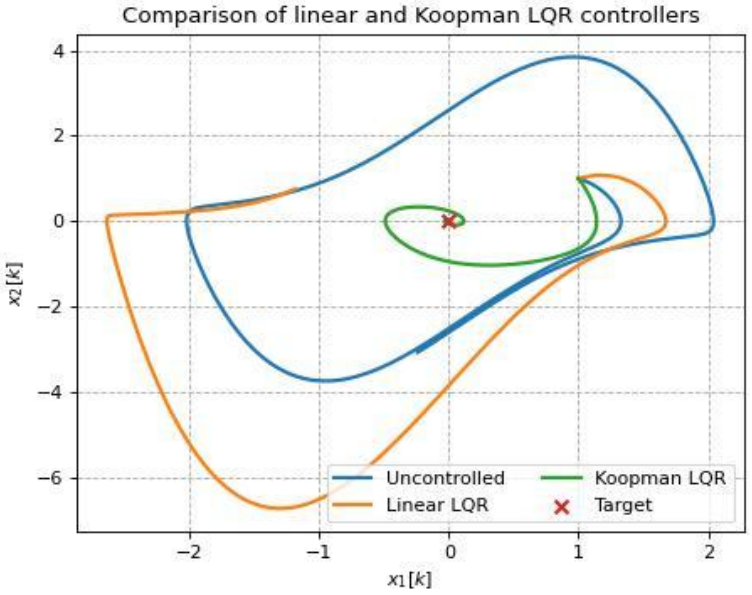


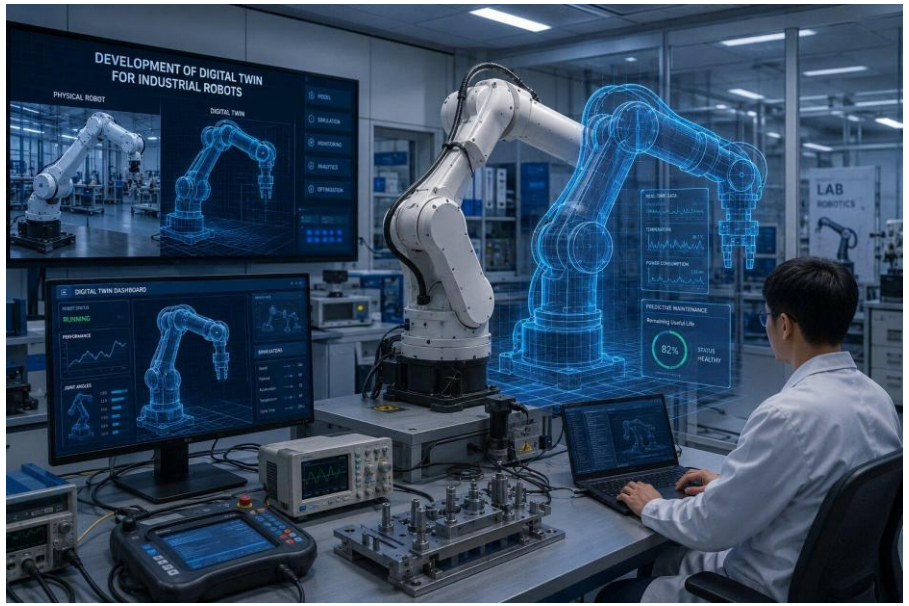



# 2.История развития теории автоматического управления





# 2.История развития теории автоматического управления

| Период | Этап развития | Основные идеи | Характерные методы и устройства |
|---|---|---|---|
| **До XVIII века** | Предыстория автоматизации | Автоматическое поддержание физических величин | Поплавковые регуляторы, механические устройства |
| **XVIII–XIX вв.** | Первые автоматические регуляторы | Использование обратной связи | Центробежный регулятор Уатта |
| **XIX – начало XX вв.** | Формирование математической теории | Анализ устойчивости автоматических систем | Дифференциальные уравнения, Раус, Гурвиц, Вышнеградский |
| **1920–1950-е гг.** | Классическая ТАУ | Передаточные функции, обратная связь, частотный анализ | Лаплас, Найквист, Михайлов, АФЧХ |
| **1930–1960-е гг.** | Следящие системы | Точность и качество слежения | Сервоприводы, P-, PI-, PID-регуляторы |
| **1950–1970-е гг.** | Современная теория управления | Представление системы в пространстве состояний | Матрицы $A, B, C, D,$ управляемость, наблюдаемость |
| **1950–1980-е гг.** | Оптимальное управление | Поиск наилучшего закона управления | Беллман, Понтрягин, LQR |
| **1960–1990-е гг.** | Адаптивное управление | Автоматическая настройка параметров | Самонастраивающиеся регуляторы |
| **1970–2000-е гг.** | Цифровое управление | Дискретная обработка сигналов | Микропроцессоры, ПЛК, цифровой PID |
| **1980–2000-е гг.** | Робастное и интеллектуальное управление | Работа при неопределенности и сложных моделях | H∞-методы, fuzzy-логика, нейронные сети |
| **XXI век** | Интеллектуальное управление | Использование больших данных и ИИ | MPC, цифровые двойники, ML, RL, автономные системы |

# 3. Классификация систем автоматического регулирования

- **По принципу управления**
- **Замкнутые системы** — используют обратную связь: фактический выход сравнивается с заданным значением, а управление формируется по ошибке.
- **Разомкнутые системы** — работают без обратной связи; управляющее воздействие формируется независимо от фактического результата.
- **Комбинированные системы** — сочетают управление по отклонению и по возмущению.
- **По математическому описанию**
- **Линейные системы** — описываются линейными уравнениями и подчиняются принципу суперпозиции.
- **Нелинейные системы** — содержат нелинейные зависимости между входными, внутренними и выходными величинами.
- **По виду сигналов**
- **Непрерывные системы** — сигналы изменяются непрерывно во времени.
- **Дискретные системы** — сигналы обрабатываются или изменяются только в отдельные моменты времени.
- **Параметрические системы** — управление осуществляется путём изменения параметров объекта или системы.
- **Модулированные системы** — информация передаётся за счёт изменения параметров несущего сигнала: амплитуды, частоты или фазы.
- **По характеру параметров**
- **Стационарные системы** — параметры системы не изменяются со временем.
- **Нестационарные системы** — один или несколько параметров системы изменяются во времени.
- **Системы с распределёнными параметрами** — состояние зависит не только от времени, но и от пространственных координат, например температура вдоль трубы.

# 3. Классификация систем автоматического регулирования

- **По числу регулируемых параметров**

- **Одномерные системы** — имеют одну основную регулируемую выходную величину.
- **Многомерные системы** — одновременно регулируют несколько взаимосвязанных выходных величин.

- **По цели регулирования**

- **Системы стабилизации** — поддерживают регулируемую величину около постоянного заданного значения.
- **Системы программного управления** — изменяют выходную величину по заранее заданной программе.
- **Следящие системы** — обеспечивают изменение выхода в соответствии с изменяющимся задающим сигналом.

- **По способности адаптироваться**

- **Адаптивные системы** — автоматически изменяют параметры или структуру регулятора при изменении объекта или условий работы.
- **Неадаптивные системы** — работают с заранее заданными параметрами, которые автоматически не перестраиваются.

- **По топологии**

- **Одноконтурные системы** — имеют один основной контур обратной связи.
- **Многоконтурные системы** — содержат несколько взаимосвязанных контуров регулирования.

# 3. Классификация систем автоматического регулирования

- **По способу воздействия исполнительного механизма**

- **Системы прямого действия** — исполнительный механизм использует энергию непосредственно от измерительного или регулирующего устройства.
- **Системы косвенного действия** — для управления исполнительным механизмом используется дополнительный источник энергии и усилительное устройство.

- **По статической ошибке**

- **Статические системы** — при постоянном задающем воздействии могут иметь ненулевую установившуюся ошибку.
- **Астатические системы** — при определённом типе постоянного воздействия обеспечивают нулевую установившуюся ошибку благодаря наличию интегрирующих звеньев.

- **По способу самонастройки**

- **Экстремальные системы** — автоматически ищут и поддерживают режим, соответствующий максимуму или минимуму некоторого показателя качества.
- **Системы с настраиваемыми параметрами** — изменяют численные параметры регулятора, например Kp, Ki, Kd, сохраняя его структуру.
- **Системы с настраиваемой структурой** — в процессе работы могут изменять саму структуру или алгоритм управления.

- **По задаче оптимизации**

- **Оптимальные системы** — обеспечивают наилучший режим управления по заданному критерию, например минимуму энергии, времени или ошибки.
- **Неоптимальные системы** — обеспечивают работоспособность и заданное качество управления без обязательной минимизации или максимизации некоторого критерия.

# Заключение

- Теория автоматического управления является важной областью науки и техники, изучающей принципы построения, анализа и функционирования автоматических систем. Её основная задача заключается в обеспечении требуемого поведения объекта управления без постоянного непосредственного участия человека.
- В ходе лекции были рассмотрены основные понятия ТАУ, структура системы автоматического регулирования, роль регулятора, исполнительного механизма, управляющего воздействия и возмущений. На примере термостата был объяснён принцип поддержания заданного значения регулируемой величины с использованием обратной связи.
- Изучение истории развития ТАУ позволило проследить переход от простейших механических регуляторов к современным цифровым и интеллектуальным системам управления. Рассмотренная классификация систем автоматического регулирования показала разнообразие подходов к организации управления в зависимости от структуры, математического описания, характера сигналов и поставленных целей.
- Полученные знания являются основой для дальнейшего изучения математического моделирования динамических объектов, анализа устойчивости, исследования переходных процессов и выбора параметров регуляторов. Освоение этих вопросов позволяет обоснованно проектировать системы управления с требуемыми характеристиками точности, быстродействия и устойчивости.