

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРУЕМЫМИ И СТРУКТУРНО ОПТИМИЗИРУЕМЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ

Системы автоматического управления (САУ), структура которых (вид и порядок описывающих их уравнений) задана, а свободные параметры подстраиваются под объект управления (ОУ) с использованием критерия оптимизации или определённых правил настройки называются параметрически оптимизируемыми.

К параметрически оптимизируемым регуляторам относятся типовые классические регуляторы, такие как пропорциональный регулятор, пропорционально-интегральный регулятор, пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор и их модификации. Пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) регуляторы широко распространены в технических системах и используются в 90–95% регулирующих контуров. Они позволяют достичь цели управления для большинства технологических объектов, при этом их структура компактна и проста [1].

Системы автоматического управления называются структурно оптимизируемыми, если и структура и параметры регулятора оптимально подстраиваются под структуру и параметры модели объекта управления [2].

Среди структурно оптимизируемых регуляторов наиболее часто используются апериодические регуляторы (дискретные), регуляторы с заданным характеристическим уравнением системы управления (непрерывные и дискретные) и линейный квадратичный регулятор (непрерывный и дискретный).

Оценим показатели качества САУ с ПИД регулятором, регулятором с заданным характеристическим уравнением системы управления и линейным квадратичным регулятором (ЛКР). Все регуляторы – непрерывные.

Расчёт и моделирование САУ будем проводить в системе MATLAB, моделирование в среде SIMULINK.

В качестве ОУ возьмём передаточную функцию с тремя полюсами и одним нулём.

При расчёте параметров регуляторов состояния перейдём в пространство состояний встроенными в MATLAB средствами.

Для нахождения параметров ПИД регулятора воспользуемся

встроенными в блок PID Controller среды SIMULINK средствами.

Блок поддерживает несколько типов регуляторов и конструкций. Настраиваемые параметры в блоке включают в себя помимо прочего также и выбор метода автоматической настройки параметров регулятора (на основе передаточной функции объекта или его частотной характеристики) – параметр Select tuning method.

На первом этапе находятся параметры ПИД регулятора, а на втором моделируется САУ с единичной отрицательной обратной связью.

Переходная характеристика САУ с ПИД регулятором представлена на рисунке 1.

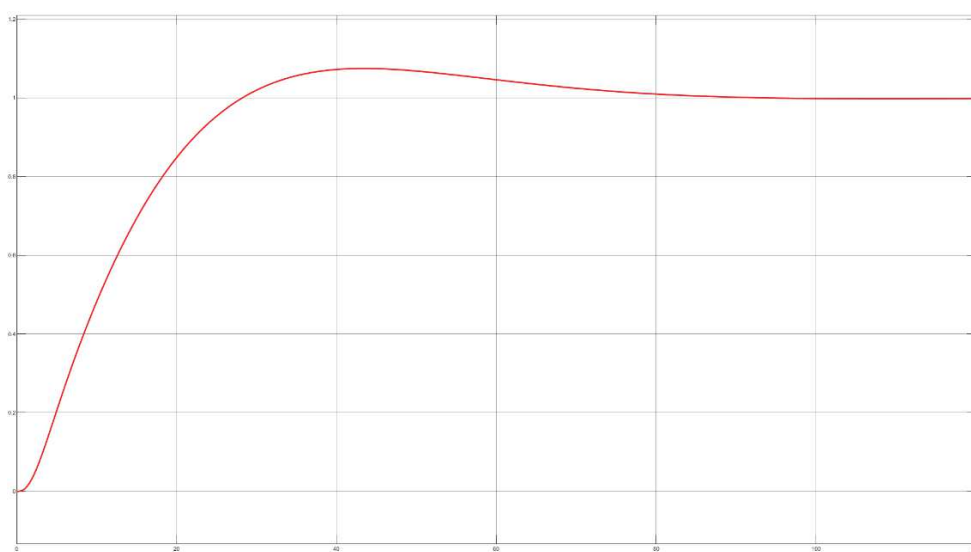


Рисунок 1 – Переходная характеристика САУ с ПИД регулятором

Время регулирования составило порядка 90 секунд, а перерегулирование около 7 процентов.

Для нахождения параметров регулятора с заданным характеристическим уравнением системы управления воспользуемся встроенной в MATLAB функцией, реализующей формулу Аккермана – аскер. Желаемые полюса САУ зададим левее (в два раза) полюсов ОУ, для обеспечения более высокого быстродействия.

Переходная характеристика САУ с регулятором с заданным характеристическим уравнением системы управления представлена на рисунке 2.

Время регулирования составило порядка 65 секунд, а перерегулирование отсутствует.

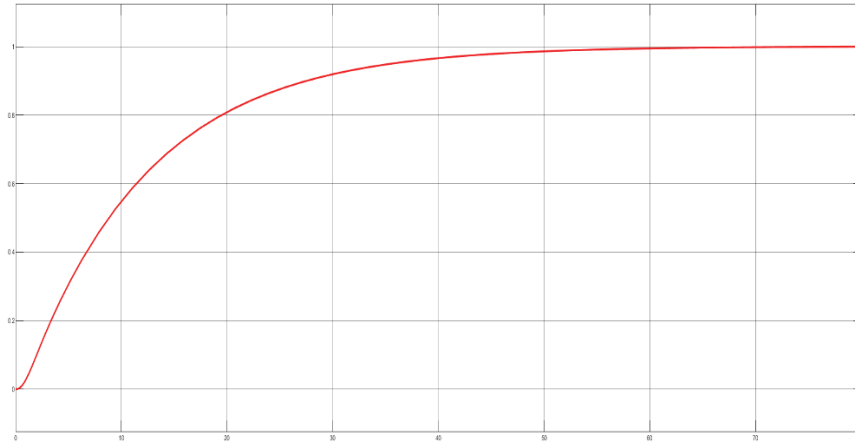


Рисунок 2 – Переходная характеристика САУ с регулятором с заданным характеристическим уравнением системы управления

Для нахождения параметров ЛКР воспользуемся встроенной в MATLAB функцией LQR.

Переходная характеристика САУ с линейным квадратичным регулятором представлена на рисунке 3.

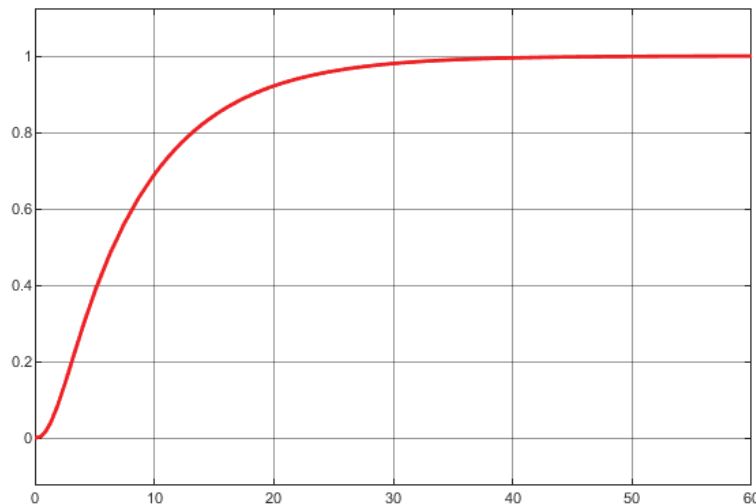


Рисунок 3 – Переходная характеристика САУ с ЛКР

Время регулирования составило порядка 45 секунд, а перерегулирование отсутствует.

Как и следовало ожидать, лучшие показатели качества показал ЛКР, далее следует регулятор с заданным характеристическим уравнением системы управления и ПИД регулятор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для ВУЗов, 5-е издание. перераб. и доп. М.: Изд. дом МЭИ, 2008.
2. Изерман Р. Цифровые системы управления. М.: Мир, 1984. 541 с.