

# СЕРВОПРИВОД С ИНТЕГРАЛЬНЫМ МОДАЛЬНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ И КОНТУРОМ ОПТИМИЗАЦИИ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ

*ПИ- и ПИД-регуляторы широко применяются в сервоприводах различных устройств. Негативное влияние на динамические характеристики систем с данными типами регуляторов оказывает эффект интегрального насыщения. В настоящей работе предлагается к рассмотрению альтернативная структура управления - модальное управление с контуром оптимизации по быстродействию.*

## ВВЕДЕНИЕ

Наиболее распространенные задачи, которые решаются системой автоматизированного управления (САУ), являются: управление линейными и угловыми перемещениями рабочих органов машин, а также поддержание режимных параметров технологического процесса. Широко распространенным инструментом управления технологическими переменными промышленных установок являются электромеханические системы, включающие в себя силовой преобразователь, электродвигатель, механическую передачу и исполнительный орган. В настоящее время для большинства применяемых в промышленности электромеханических систем характерно использование одноконтурных САУ с типовыми П, ПИ, ПИД-регуляторами или систем подчиненного регулирования координат. Для инерционных объектов невысокого порядка, характеризующихся отсутствием взаимного влияния координат состояния и выраженных колебательных свойств, это является оправданным и позволяет строить системы автоматического управления, отвечающие достаточно высоким требованиям. Использование таких САУ оправдано и для более сложных объектов, но при невысоких технических требованиях к качеству процессов управления. Одним из перспективных методов синтеза управляющих устройств, используемых в системах автоматизации, является модальное управление, улучшающее показатели качества переходных процессов: повышение быстродействия, устранение колебательности при наличии упругости и люфтов.

## I. МОДАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Модальное управление – такой закон (матрица) управления, при которой характеристический полином замкнутой системы имеет наперед заданные значения, определяющие характер и параметры переходного процесса системы. Реализация данной структуры управления зачастую затруднена тем обстоятельством, что не все переменные состояния доступны для прямого измерения, либо их измерение затруднено. В связи с этим появляется задача восстановления вектора состояния по результатам измерения выходной координаты системы на некотором интер-

вале. После того, как вектор состояния полностью восстановлен, можно реализовать схему модального управления, заменяя недостающие координаты восстановленными. Устройство, реализующее данную функцию, называется наблюдателем. На вход наблюдателя подается реальный вектор управления, действующий на объект, а его выходами служит оценка вектора состояния объекта.

## II. МОДИФИКАЦИЯ МОДАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА

Ряд задач предъявляют особые требования к переходным характеристикам проектируемой системы управления. Для удовлетворения данных требований был предложен ряд модификаций схемы модального управления [1]. Объект управления представлен как электродвигатель со встроенным регулятором тока, имеющий постоянную времени  $T$ . К объекту управления подключен наблюдатель со встроенным интегральным модальным регулятором и контуром оптимизации по быстродействию. Управляющее воздействие подается на вход наблюдателя, комбинированного с регулятором. Управление объектом осуществляется на основе оценки переменных состояния наблюдателя. Компенсация ошибок оценивания, которые появляются в результате воздействия внешних возмущений на объект управления, происходит при помощи интегрального регулятора, который работает по ошибке датчика угла поворота. Сам регулятор представляет собой подчиненную структуру управления, которая встроена в наблюдателя (модель объекта управления). Регулятор состоит из следующих контуров (без учета контура тока, который встроен в объект управления): контур скорости (с оптимизацией по быстродействию), контур положения, контур интеграла положения (интегральный регулятор). Расчет данных контуров происходит как расчет единого модального регулятора четвертого порядка (ток, скорость, положение, интеграл положения)[2].

Порядок расчета коэффициентов подчиненной структуры управления:

1. Выбор одного из стандартных характеристических полиномов, имеющий желаемые

динамические свойства. В данной работе используется полином Латропа четвертого порядка.

2. Вычисление нормированных коэффициентов регуляторов как отношения последующих коэффициентов желаемого характеристического полинома к предыдущим ( $k_i = c_{i+1}/c_i$ ).
3. Масштабирование коэффициентов регулятора к динамическим характеристикам объекта управления. Для этого вычисляется коэффициент масштабирования  $w_{mas}$ , на который умножаем нормированные коэффициенты регулятора из п.2. Он вычисляется как отношение частоты среза объекта управления (двигатель с регулятором тока) к расчетному коэффициенту регулятора тока, который получили из желаемого полинома.

Было произведено предварительное моделирования системы управления, имеющую вышеописанную структуру. Результаты моделирования приведены на рисунке 1. Можно отметить, что переходный процесс имеет желаемую форму (апериодический, без перегулирования), имеет удовлетворительные динамические характеристики а также является астатическим по возмущению.

*Соколов Владимир Игоревич*, магистрант кафедры ЭВС БГУИР, [xrrg.z500@gmail.com](mailto:xrrg.z500@gmail.com).

*Научный руководитель: Хаджинов Михаил Касьянович*, кандидат технических наук, доцент, [kh\\_m@tut.by](mailto:kh_m@tut.by).

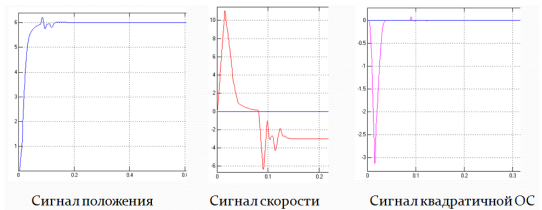


Рис. 1 – Предварительные результаты моделирования

### III. Выводы

Рассмотрена структура интегрального модального регулятора с контуром оптимизации по быстродействию. Проведено предварительное моделирование данной системы управления.

1. Хаджинов, М. К. Сервоприводы с квадратичной обратной связью по скорости / М. К. Хаджинов, А.Т.Доманов, А.В.Павлова // Информационные технологии и системы 2017 (ИТС 2017). – Минск : БГУИР, 2017. – С. 72 - 73.
2. Хаджинов, М. К. Система автоматизированного проектирования регуляторов электроприводов подчинённого регулирования как единого модального регулятора / М. К. Хаджинов // Информационные технологии и системы 2011 (ИТС 2011) : материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2011 г. – Минск : БГУИР, 2011. – С. 27-28.