

УДК 621.313.42

Автоматизированный комплекс для исследования привода горизонтального наведения оптико-электронной системы

А.П. Панков, А.А. Панарин

Аннотация

В статье рассмотрено построение автоматизированного комплекса, позволяющего производить экспериментальные исследования привода горизонтального наведения оптико-электронной системы. Проведено математическое моделирование функционирования системы с применением аппарата нечёткой логики.

Ключевые слова

электропривод; автоматизированный комплекс; оптико-электронная система

Введение

Важным этапом отработки алгоритма управления приводом наведения и стабилизации оптико-электронных систем является проведение полунатурных стендовых испытаний позволяющих провести анализ влияния на характеристики системы сухого трения в подвижных частях.

При разработке систем наведения и стабилизации для анализа их поведения в условиях приближенных к реальности целесообразно использовать экспериментальный комплекс. Создание такого комплекса позволит анализировать экспериментальные характеристики систем при различных воздействиях внешней среды на систему в целом. Такими воздействиями могут быть: отклонение привода от указанного положения, вызванного перемещением его в пространстве (режим “качки”), дополнительное механическое воздействие на стабилизирующий привод, вызванное трением исполнительных частей системы.

Структурная схема экспериментального комплекса приведена на рис 1.

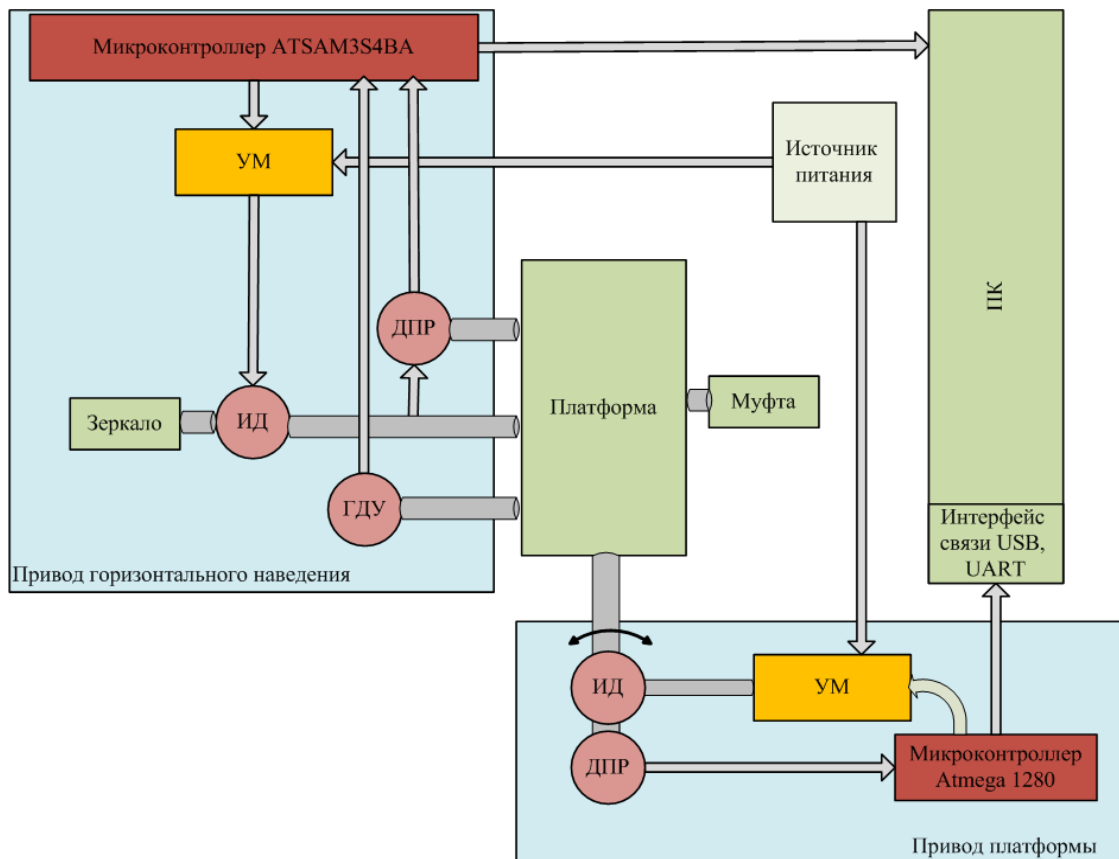


Рис 1. Функциональная схема экспериментального комплекса для исследования привода горизонтального наведения и стабилизации опто-электронной системы. Где: ДПР-датчик положения ротора, ИД – исполнительный двигатель, ГДУ – гироскопический датчик угла, УМ –усилитель мощности, ПК – персональный компьютер.

Экспериментальный комплекс состоит из следующих частей:

Исследуемый привод (блок зеркала);

Привод платформы, обеспечивающий нагрузку (на основе двигателя постоянного тока серии СЛ с широтно-импульсным управлением);

Персональный компьютер (обеспечивает операцию связи с приводами, формирует сигналы управления, принимает данные с датчиков);

Блок питания 27 В 80А;

Гистерезисная муфта (нагрузка привода);

Описание основных частей экспериментального комплекса:

Привод горизонтального наведения и стабилизации опто-электронной системы построен на базе исполнительного бесконтактного моментного двигателя серии ДБМ и включает в себя силовой трехфазный импульсный инвертор выполненный на модуле

IRAM136-3063, микроконтроллер фирмы Atmel ATSAM3S4BA, а также датчики обратной связи. С помощью микроконтроллера формируются управляющие сигналы, для коммутации ключей усилителя мощности переключающие обмотки двигателя в соответствии с информацией датчика положения ротора - синусно-косинусного вращающегося трансформатора (СКВТ). В результате поворота вала исполнительного двигателя на датчиках обратной связи гироскопическом датчике угла (ГДУ) и синусно-косинусном вращающемся трансформаторе (СКВТ) формируются информационные цифровые сигналы об угле поворота ротора и отклонении оптико-электронной системы от требуемого положения, которые впоследствии анализируются на микроконтроллере и передаются на персональный компьютер (ПК) для построения соответствующих графиков. ПК также служит для изменения входного сигнала управления приводом.

Для имитации качки основания системы используется специальный привод платформы, включающий цифровой исполнительный привод постоянного тока, в состав которого входят: двигатель серии СЛ, усилитель электрической мощности, построенный на четырех полевых транзисторах IRF260, драйверах IRF2109, редуктора, датчика обратной связи СКВТ и микроконтроллера фирмы Atmel Atmega 1280. Микроконтроллер принимает сигналы управления с ПК и сигнал с обратной связи. Исполнительный двигатель подключен к платформе через редуктор имеющий возможность изменения передаточного числа при помощи ручки переключателя передач.

Чертеж экспериментального комплекса, выполненный в среде Solidworks, представлен на рис 2.

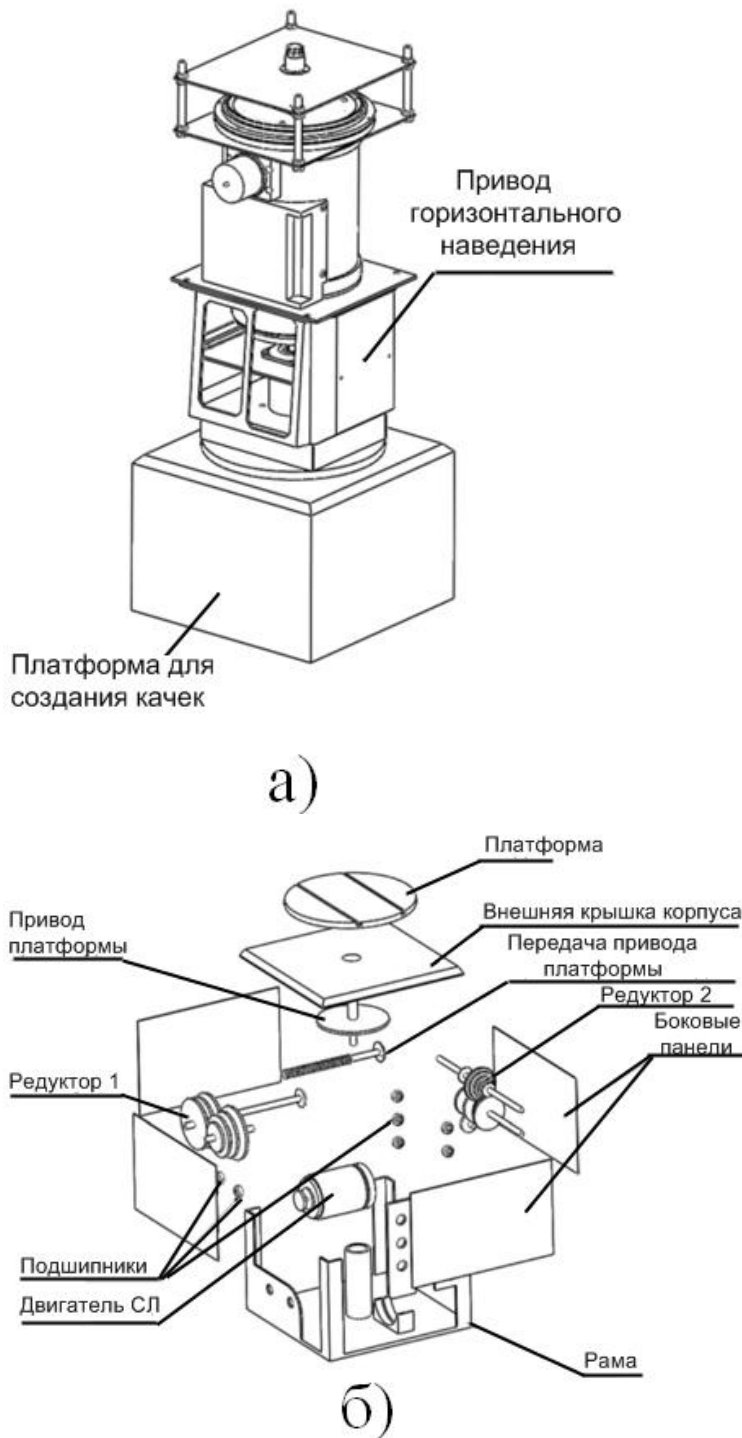


Рис. 2 Чертеж экспериментального комплекса, выполненный в среде Solidworks. а) общий вид привода, б) платформа для создания качек

В процессе своей работы экспериментальный комплекс может имитировать следующие режимы работы:

Синусоидальное возмущающее воздействие на блок зеркала - режим “качки”

Формирование режима наложения на сигнал “качки” дополнительных возмущений.

Формирование режима вибрации.

Режим холостого хода по нагрузке

Режим формирования дополнительной нагрузки на систему при помощи муфты.

Графики, полученные на персональном компьютере, позволяют анализировать данные, поступающие с датчиков приводов блока зеркала и платформы в режиме реального времени.

Структурная схема привода оптико-электронной системы представлена на рис. 2

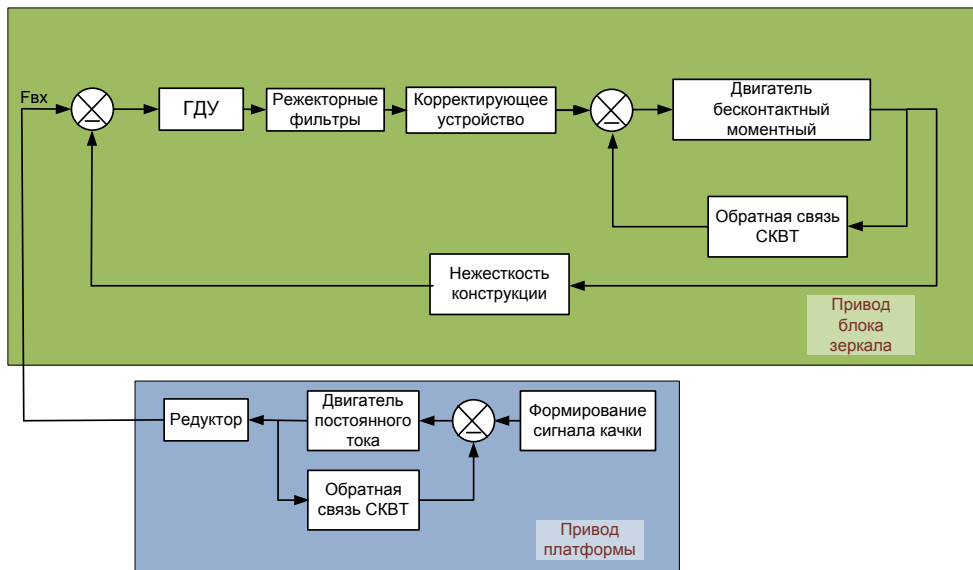


Рис.3 Структурная схема стенда оптико-электронной системы наведения и стабилизации.

Реализация программного управления стендом оптико-электронной системы наведения и стабилизации представлена на рис 3.

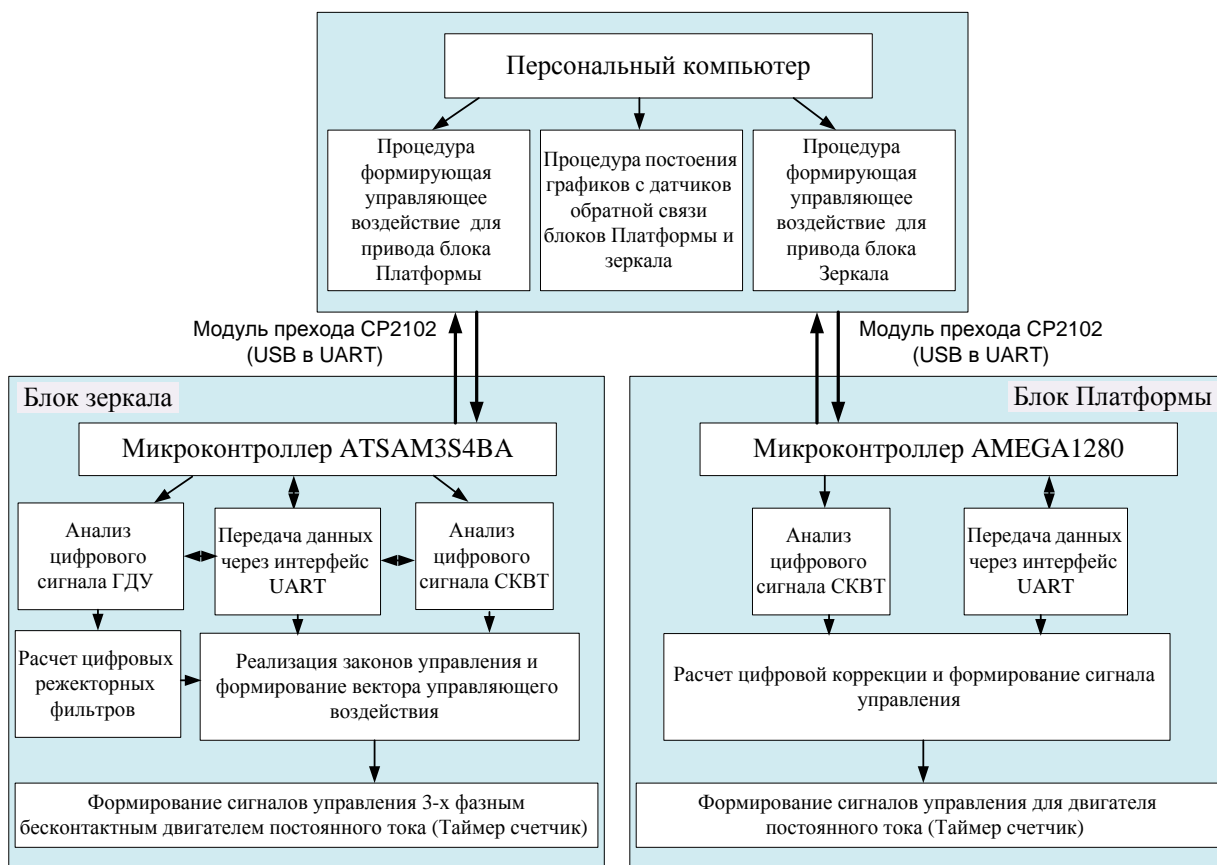


Рис.4 Программное управление стендом оптико-электронной системы наведения и стабилизации.

Моделирование системы

Математическая модель разработанного стенда может быть составлена на основе регулятора с нечёткой логикой, что позволит сделать систему более гибкой к изменениям параметров, повысить точность при обработке различных сигналов управления и как следствие уменьшить сигнал ошибки. Применение нечеткого регулятора также обусловлено сложностью структуры стенда и как следствие необходимостью синтеза привода выполняюща одновременный анализ сигналов скорости и ошибки.

Структура цифрового электрического следящего привода с нечетким регулятором, включающего объект управления со скалярным входом (управляющее воздействие) и векторным выходом (угол выходного вала, скорость вала двигателя), приведена на рис.5

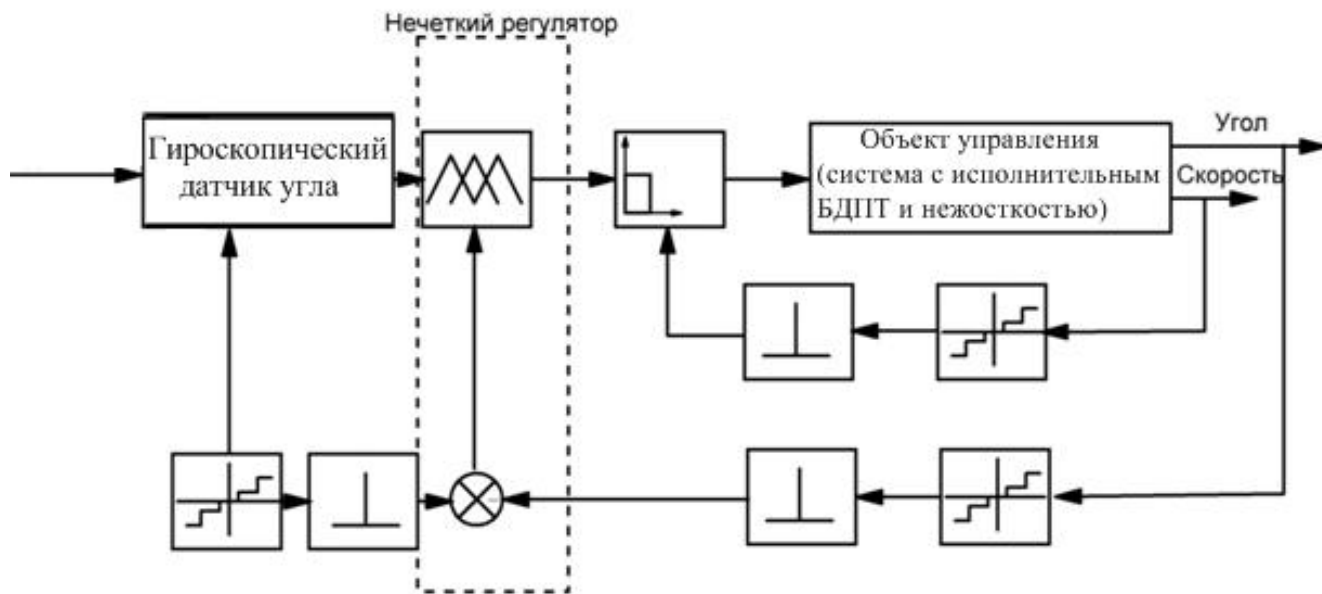


Рис. 5 Структурная схема системы управления с нечетким регулятором.

Для формирования нечеткого управления используется алгоритм нечеткого вывода Сугено нулевого порядка. Для формирования нечеткого управления вводятся следующие лингвистические переменные: «ошибка» (по положению); «скорость»- скорость изменения угла двигателя; «управляющее воздействие».

Учитывая граничные значения угла поворота и скорости построим следующие функции принадлежности лингвистических переменных:

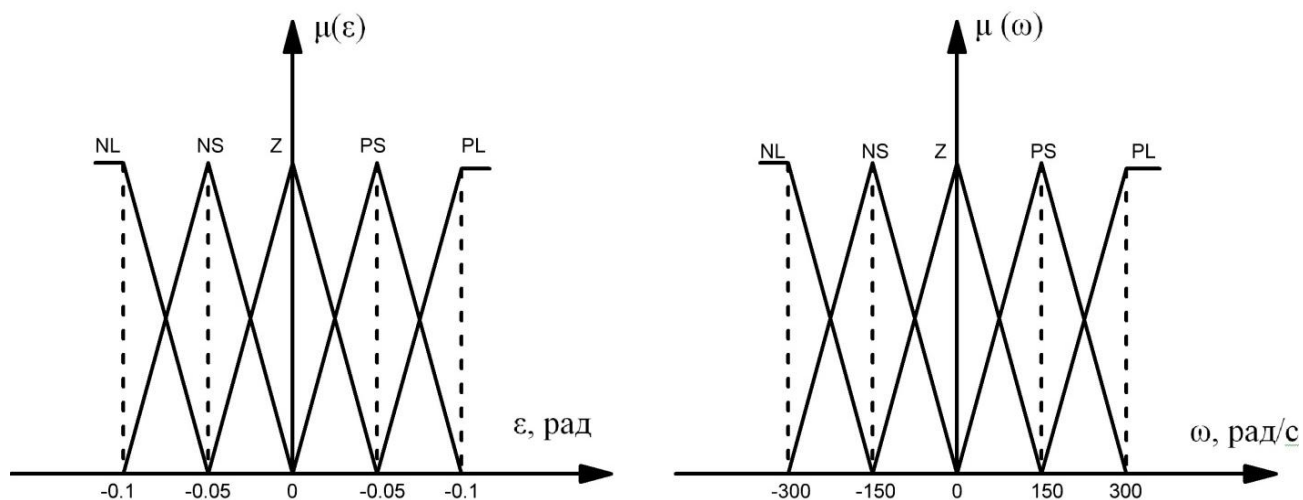


Рис. 6 Функции принадлежности лингвистических переменных.

Сформировав блока правил для формирования управляющего сигнала приводом получим математическую модель системы следующего вида:

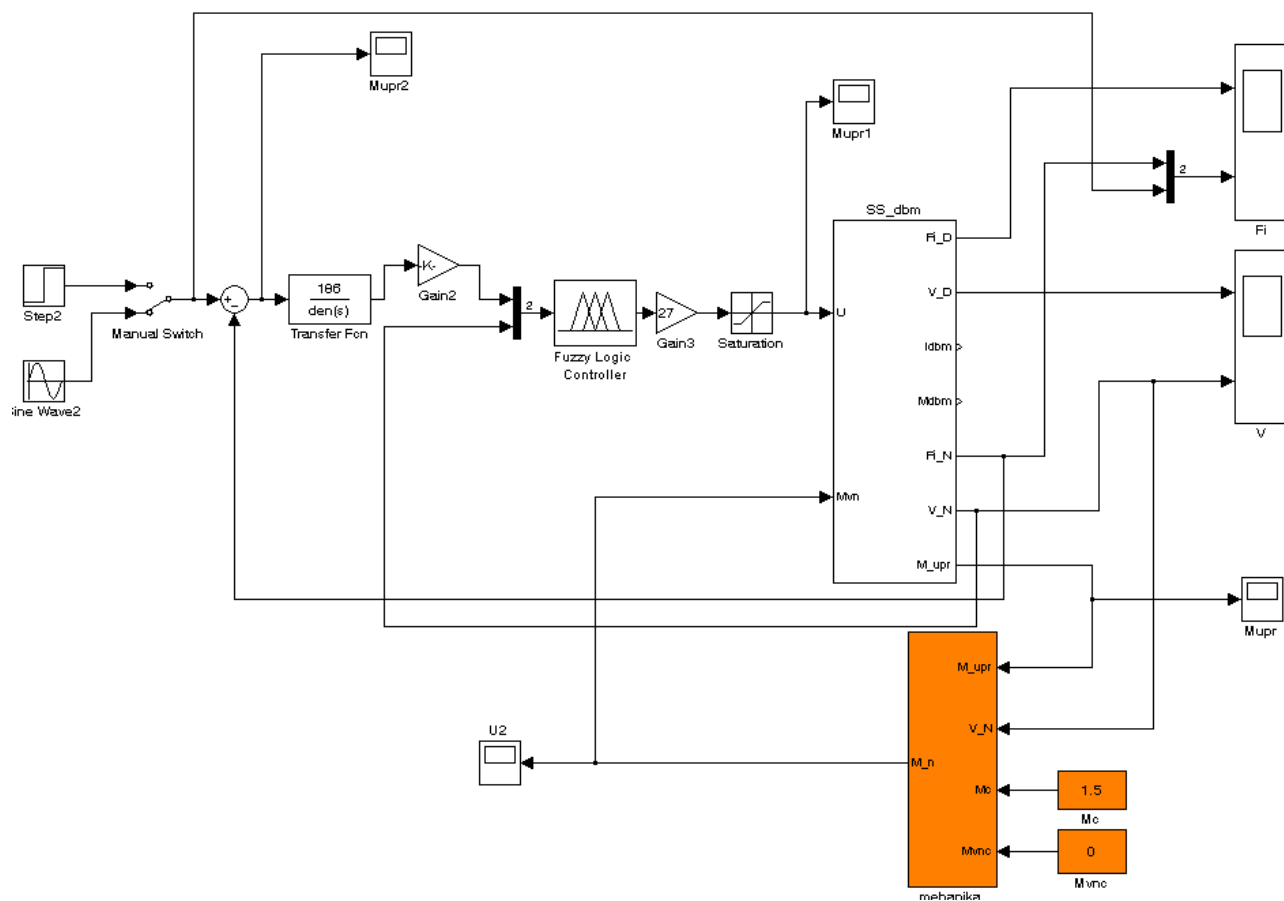


Рис.7 Модель привода с нечетким регулятором.

Переходные процессы в системе с синтезированным нечетким регулятором, выбранными параметрами функций принадлежности и значений матрицы U представлены на рис.8,9 и10

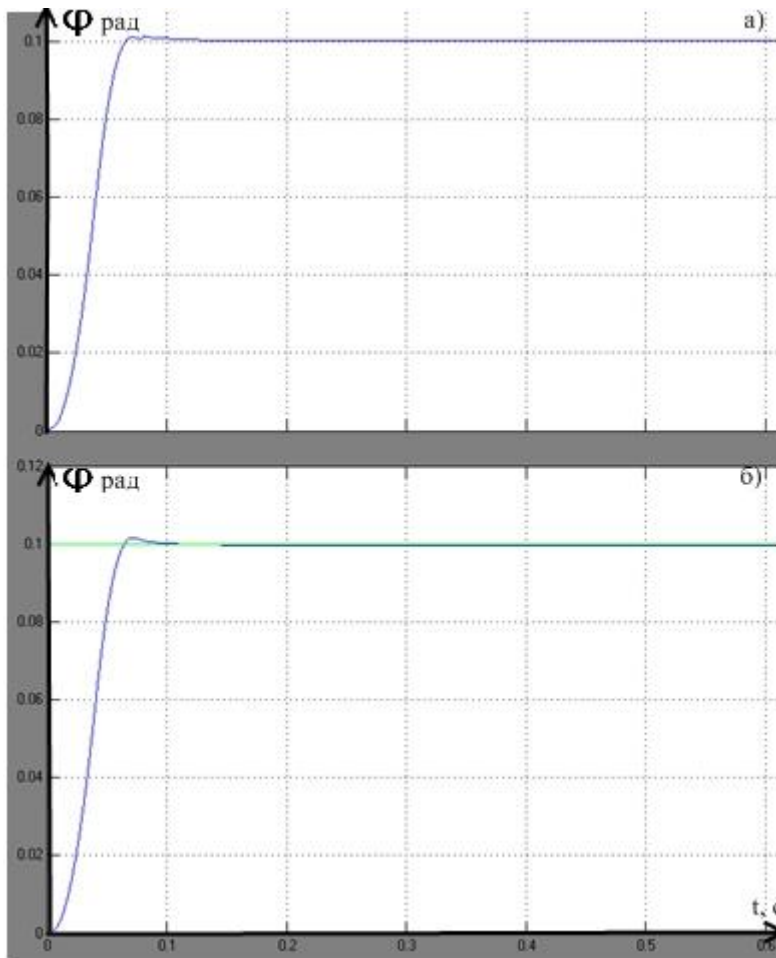


Рис.8 Отработка ступенчатого входного сигнала. Рис а) Угол поворота двигателя, рис б) Формируемый входной сигнал и угол поворота платформы.

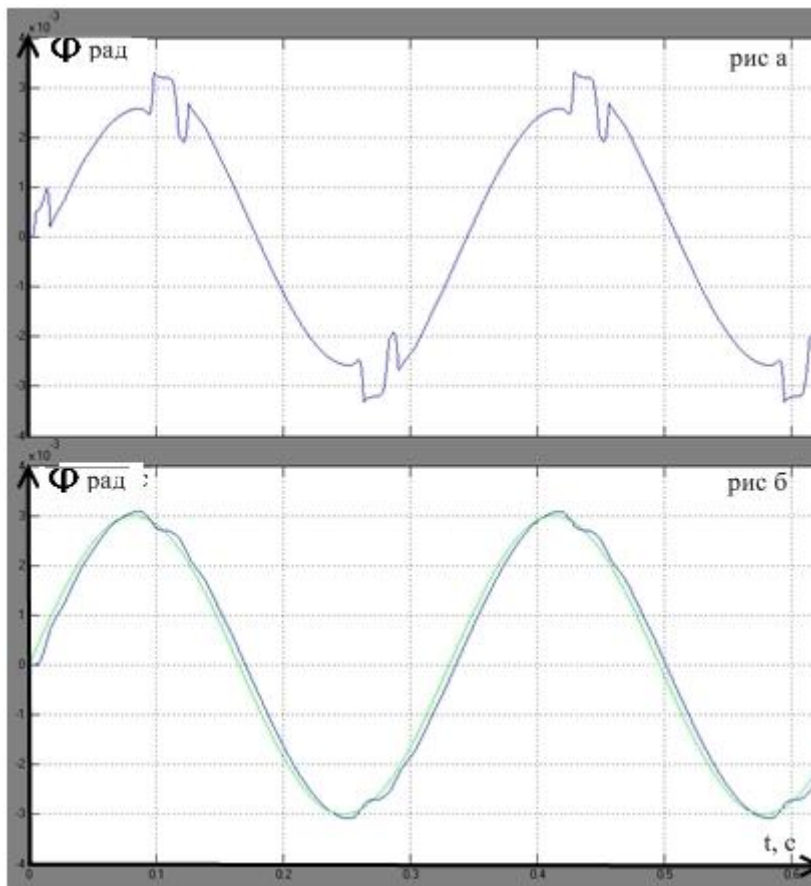


Рис. 9 Обработка гармонического входного воздействия. Рис а) Угол поворота двигателя, рис б) Формируемый входной сигнал и угол поворота платформы.

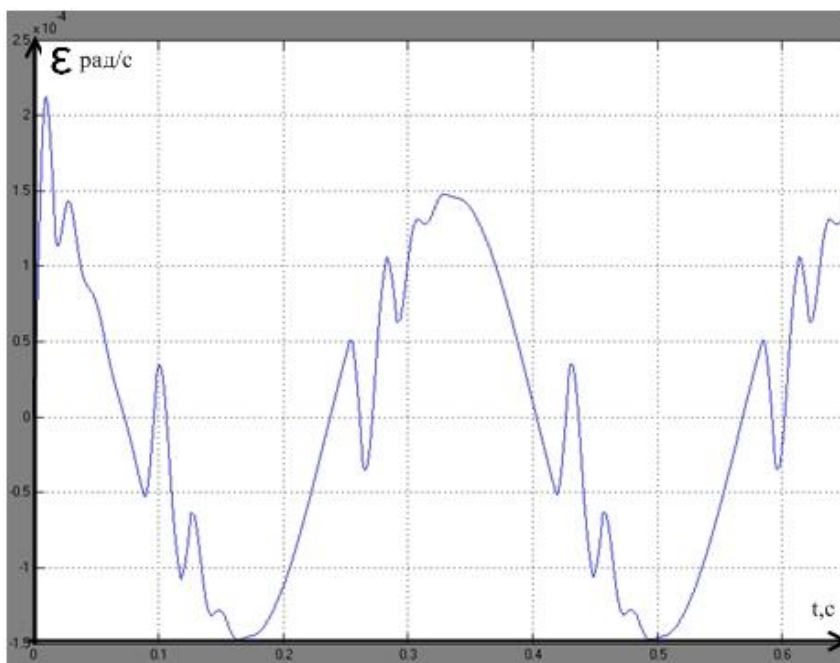


Рис.10 Сигнал ошибки системы.

На рис. 11 представлен вид поверхности переключения оптимизированного нечеткого регулятора.

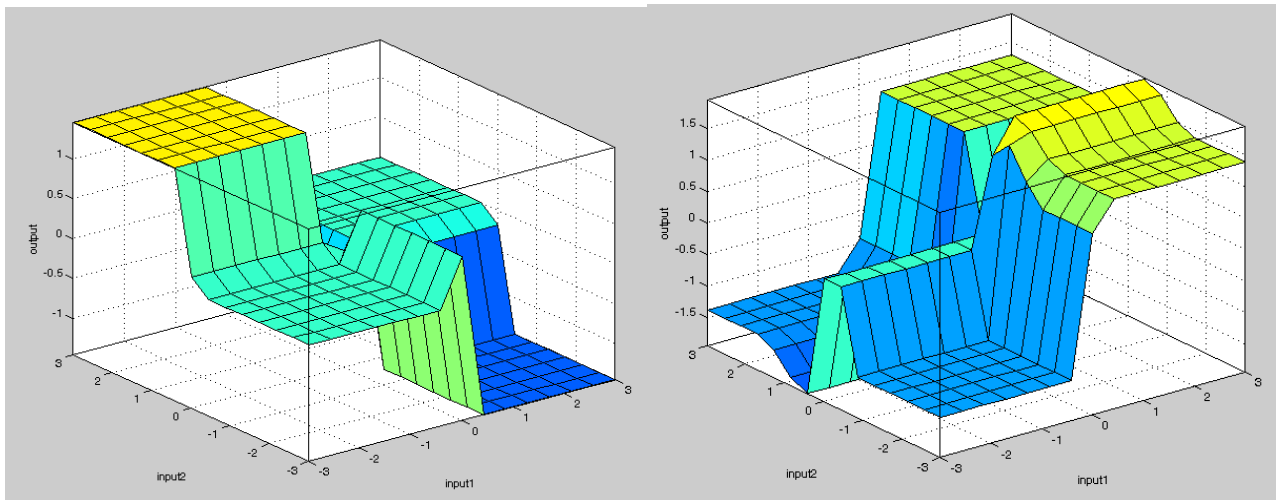


Рис. 11 Поверхность переключения оптимизированного нечеткого регулятора.

Заключение

Разработанный стенд для автоматизированных испытаний позволяет проводить исследование характеристик приводов наведения и стабилизации оптико-электронной системы в широком диапазоне изменения параметров сигнала “качки” платформы, исследовать характеристики при малых скоростях вращения (“Ползучие скорости”) и в линейно-усиленных входных сигналах. Проведено моделирование системы с использованием нечеткого регулятора и получены характеристики по точности, динамическим характеристикам и устойчивости.

Библиографический список

1. Горячев О.В. Цифровые электрические следящие приводы постоянного тока систем наведения и стабилизации. Тула: Изд-во ТулГУ, 2009.
2. Горячев О.В., Руднев С.А. Основы теории компьютерного управления: Учеб. Пособие. Тула: Изд-во ТулГУ., 2008. -220 с.

Сведения об авторах

Панков Александр Петрович, доцент Тульского государственного университета.

ТулГУ, пр. Ленина, 95, г. Тула, 300012;

тел.: (4872)35-38-35; e-mail: info@sau.tsu.tula.ru

Панарин Алексей Александрович, ассистент Тульского государственного университета.

ТулГУ, пр. Ленина, 95, г. Тула, 300012;

E-mail: lexxiyn@rambler.ru