

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 18.12.2021 15:04:31  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра механики, мехатроники и робототехники



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2016 г.

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СЕРВОПРИВОДОВ НА БАЗЕ КОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств» для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Курск 2016

УДК 621.(076.1)

Составители: Мальчиков А.В., Лушников Б.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Е.Н. Политов

**Исследование работы сервопривода на базе коллекторного двигателя постоянного тока:** методические указания к выполнению лабораторной работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.В. Мальчиков, Б.В. Лушников. – Курск, 2016. – 12 с., 5 ил. – Библиограф.: 12 с.

Содержат сведения по вопросам работы сервоприводов на базе коллекторных двигателей постоянного тока. Приводится пример выполнения лабораторной работы, краткие теоретические положения и контрольные вопросы для защиты работы.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утверждённой учебно-методическим советом по направлениям Мехатроника и робототехника.

Предназначены для студентов направлений направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 5.08.16. Формат 60x84 1/16 Усл.печ.л. 0,6

Уч.-изд.л. 0,5 Тираж 20 экз. Заказ Бесплатно. 452

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## **Содержание**

1 Цель и задачи работы .....	4
2. Краткие теоретические сведения .....	5
3. Описание лабораторного стенда .....	11
4. Ход работы.....	12
Библиографический список .....	12

## 1 Цель и задачи работы

Целью работы является изучение принципов построения сервоприводов на примере сервомотора на базе коллекторного двигателя постоянного тока. Освоить особенности конструкции и алгоритмы управления сервоприводами.

Данная работа входит в состав модуля «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств», выполняется в ходе лабораторного занятия «Исследование работы сервопривода на базе коллекторного двигателя постоянного тока».

Выполнение работы ориентировано на формирование у студентов следующих элементов профессиональных компетенций:

ПК-1 – способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

ПК-11 – способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием

ПК-13 – Готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

По итогам выполнения и защиты работы студент должен владеть следующими знаниями, навыками и умениями, представленными в табл. 1

Табл. 1 Уровни сформированности компетенций

<b>Уровни сформированности компетенций</b>		
<b>Пороговый (удовлетворительный)</b>	<b>Продвинутый (хороший)</b>	<b>Высокий (отличный)</b>
<b>знать:</b> основные методы разработки математических моделей сервоприводов на базе ДПТ	<b>знать:</b> основные методы разработки математических моделей мехатронных устройств на базе сервоприводов	<b>знать:</b> методы разработки математических моделей и методы численного моделирования мехатронных устройств на базе сервоприводов
<b>уметь:</b> рассчитать основные параметры сервопривода на базе ДПТ	<b>уметь:</b> рассчитать основные параметры и характеристики сервопривода на базе ДПТ	<b>уметь:</b> определить параметры сервопривода на базе ДПТ и характеристики регулятора сервопривода
<b>владеть:</b> навыками постановки натурального эксперимента с мехатронным модулем на базе сервопривода	<b>владеть:</b> навыками постановки натуральных экспериментов с мехатронным модулем на базе сервопривода и их анализа	<b>владеть:</b> навыками проведения натуральных испытаний управляемого сервопривода

## 2. Краткие теоретические сведения

Сервопривод - механический привод, имеющий в составе датчик (положения, скорости, усилия и т.п.) и блок управления приводом (электронную схему или механическую систему тяг), автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему значению.

Сервопривод является «автоматическим точным исполнителем» — получая на вход значение управляющего параметра (в режиме реального времени), он «своими силами»

(основываясь на показаниях датчика) стремится создать и поддерживать это значение на выходе исполнительного элемента.

К сервоприводам, как к категории приводов, относится множество различных регуляторов и усилителей с отрицательной обратной связью, например, гидро/электро/пневно- усилители ручного привода управляющих элементов (в частности, рулевое управление и тормозная система на тракторах и автомобилях), однако термин «сервопривод» чаще используется для обозначения электрического привода с обратной связью по положению, применяемого в автоматических системах для привода управляющих элементов и рабочих органов.

Микро сервопривод на базе коллекторного двигателя постоянного тока (сервомашинка)

Сервомашинка это краеугольный камень механики радиоуправляемых моделей, а последнее время и домашней робототехники. Представляет собой небольшой блок с двигателем, редуктором и схемой управления. На вход сервомашинки подается питание и управляющий сигнал, задающий угол на который надо выставить вал сервопривода.

Управление сервомашинками стандартизировано. Отдельные модели различаются усилием на валу, быстродействием, точностью управления, габаритами, весом и материалом изготовления шестеренок. Цена колеблется от 200-300 рублей до нескольких тысяч.

### **Конструкция сервомашинки**

Сервопривод, показанный на рис. 1 состоит из следующих основных элементов: коллекторный двигатель постоянного тока, зубчатый цилиндрический редуктор, резистивный потенциометр, схема управления, включающая усилительную схему.

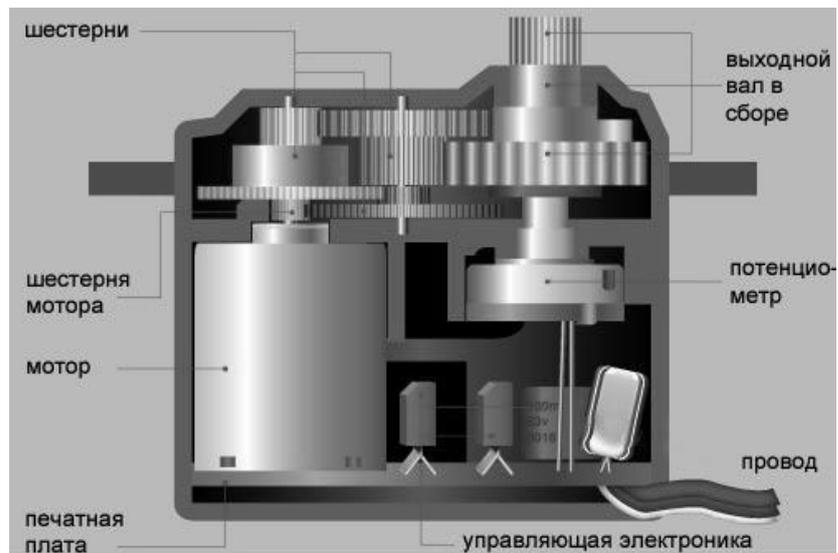


Рис. 1 Конструкция сервопривода

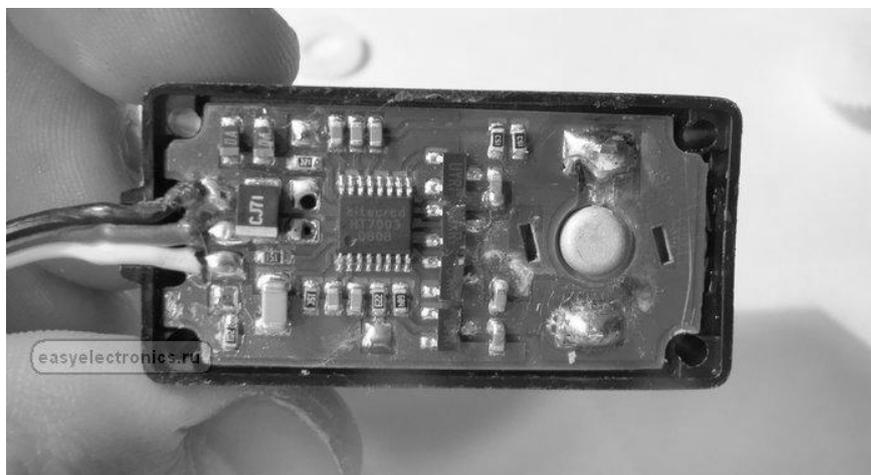


Рис. 2 Внешний вид схемы управления сервопривода

Драйверная схема включает в себя четыре транзистора, образующие Н-мост позволяющий реверсировать вращение двигателя постоянного тока.

### **Регулирование положением выходного вала**

Сервопривод управляется импульсным сигналом постоянной частоты и различной шириной импульса. Ширина импульса задает требуемое положение выходного вала сервомашинки.

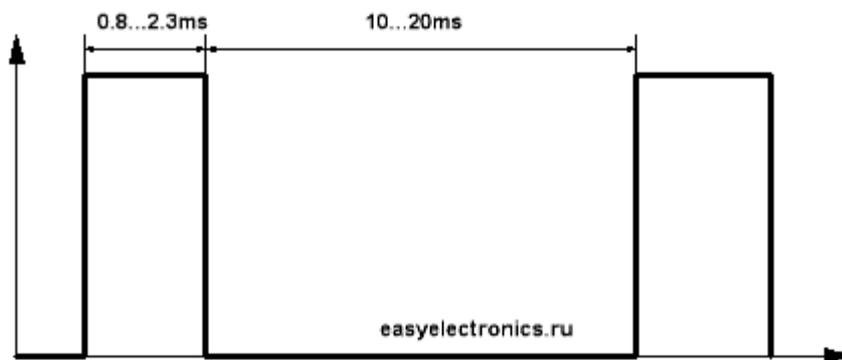


Рис.3 Диапазон изменения ширины и длительности импульса

Согласно рис.3 - 0.8мс это примерно 0 градусов, крайне левое положение. 2.3мс это около 170 градусов — крайне правое. 1.5мс — среднее положение. Между импульсами производитель рекомендует давать 20мс.

### **Принцип организации управления**

Когда на вход приходит импульс, то он своим передним фронтом запускает одновибратор внутри сервомашинки. Одновибратор это блок выдающий один импульс заданной длительности по запускающему фронту. Длительность этого внутреннего импульса зависит исключительно от положения переменного резистора, т.е. от текущего положения выходного вала.

Далее эти два импульса сравниваются. Если внешний импульс короче внутреннего, то эта разность подается на двигатель в одной полярности. Если внешний импульс длинней внутреннего, то полярность подачи на движок будет другой. Под действием одного импульса привод ступенчато перемещается в сторону уменьшения разности. Так как импульсы идут часто (20мс между каждым) то на двигатель идет подобие ШИМа. И чем больше разность между заданием и текущим положением, тем больше коэффициент заполнения и двигатель активнее стремится эту разность ликвидировать.

В итоге, когда импульсы задающие и внутренние сравниваются по длительности двигатель остановится.

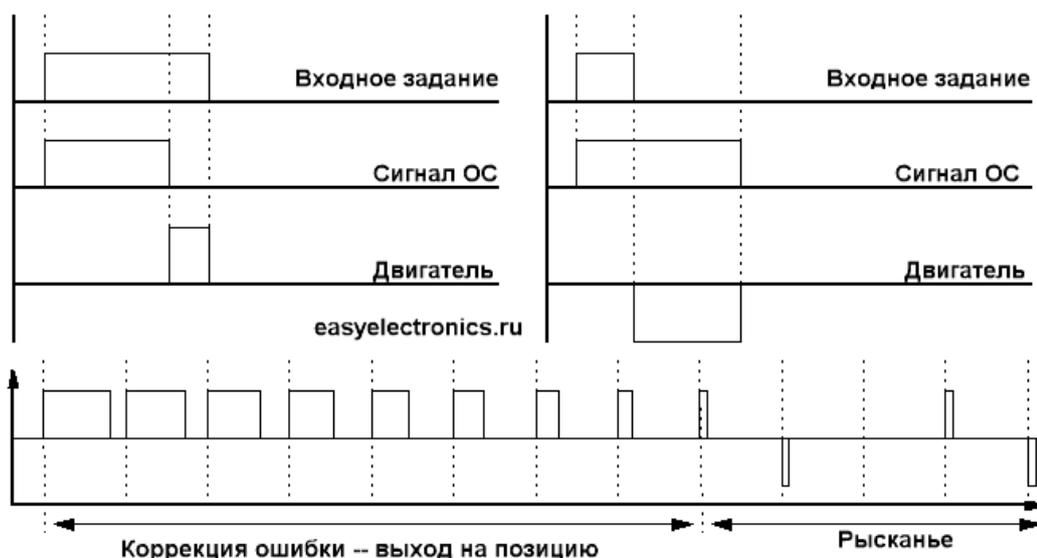


Рис.4 Схема формирования управляющего напряжения

На рис. 4 изображены два случая: когда задающий импульс длинней внутреннего и когда короче. В нижней части рисунка показано как выглядит управляющий сигнал подаваемый на двигатель при выходе на заданную точку.

Частота следования импульсов определяет быстродействие, с которым сервомашинка будет обрабатывать заданное положение. Минимальный интервал, выше которого скорость перестает возрастать, а дребезг усиливается это порядка 5-8мс. Более 20мс паузы приводит к потере быстродействия в отклике сервопривода. Оптимальная пауза около 10-15мс.

### **Преимущества перед шаговым двигателем:**

- не предъявляет особых требований к электродвигателю и редуктору - они могут быть практически любого нужного типа и мощности (а шаговые двигатели, как правило, маломощны и тихоходны);
- автоматически компенсирует люфты в приводе и его износ;
- гарантирует максимальную точность (по датчику) в течении всего срока эксплуатации (у шагового двигателя происходит постепенный "уход" при износе редуктора и требуется периодическая юстировка);
- большая возможная скорость перемещения элемента (у шагового двигателя меньшая максимальная скорость по сравнению с другими типами электродвигателей);

- затраты энергии пропорциональны сопротивлению элемента (на шаговый двигатель постоянно подаётся номинальное напряжение с запасом по возможной перегрузке);

- мгновенная диагностика в случае поломки (заедания) привода;

### **Недостатки в сравнении с шаговым двигателем**

- необходимость в дополнительном элементе - датчике;

- сложнее блок управления и логика его работы (требуется обработка результатов датчика и выбор управляющего воздействия, а в основе контроллера шагового двигателя - просто счётчик);

- проблема фиксирования: обычно решается постоянным притормаживанием перемещаемого элемента либо вала электродвигателя (что ведёт к потерям энергии) либо применение червячных/винтовых передач (усложнение конструкции) (в шаговом двигателе каждый шаг фиксируется самим двигателем).

- сервоприводы, как правило, дороже шаговых.

### 3. Описание лабораторного стенда

Изучение принципов построения мехатронных систем на базе сервоприводов, а также принципов формирования управляющих воздействий предлагается выполнять на примере последовательного манипулятора, звенья которого приводятся в движение посредством сервоприводов на базе ДПТ. Внешний вид стенда показан на рис. 5.

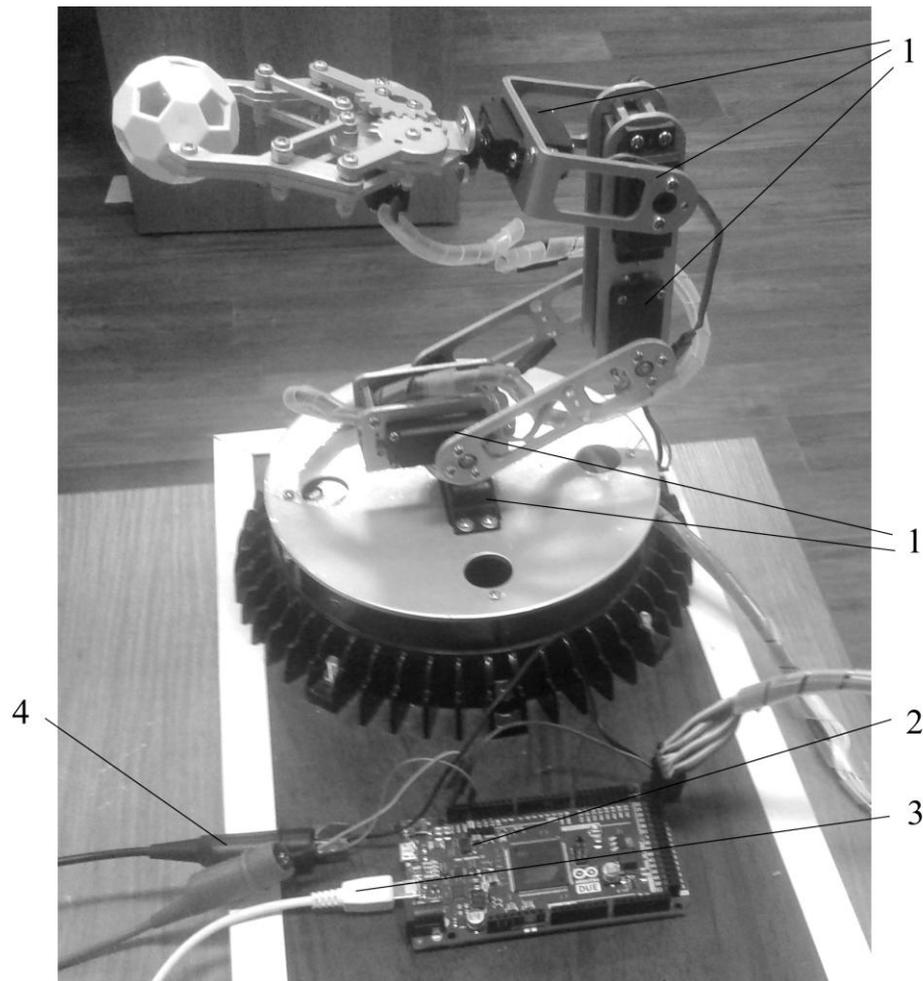


Рис. 5. Внешний вид стенда

На данном рисунке цифрами обозначены:

- 1 – сервоприводы,
- 2 – управляющий микроконтроллера,
- 3 – провод для подключения к ПК,
- 4 – подключение источника питания.

## **4. Ход работы**

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо выполнить следующее:

1. Изучить краткие теоретические сведения, касающиеся принципов работы и управления сервоприводами на базе двигателей постоянного тока.
2. Написать программу для микроконтроллера обеспечивающую перемещение выходного звена сервопривода.
3. Написать программу перемещения захвата манипулятора
4. Оформить циклограммы работы сервоприводов, сделать анализ полученных результатов, выводов.

## **Библиографический список**

1. Беспалов В.Я. Электрические машины: учебник. М. Академия, 2013.
2. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. М.: Издательский центр “Академия”, 2004.
3. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1998.
4. Хорьков К.А., Хорьков А.К. Электромеханические системы. Томск, Изд-во ТПУ, 1999.
5. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных устройств: Учеб. пособие. — М. : Станкин, 1998. — 126 с.
6. Егоров. Конструирование мехатронных модулей. — М.: ИЦ МГТУ Станкин, 2004.
7. Москаленко В.В. Системы автоматизированного управления электропривода. М.: Инфра-м, 2004.

## **Список оборудования**

Манипулятор 6 DOF 320 мм DFRobot ROBOTICS Arm, Блок питания GPD-73303D, Мультиметр Fluke 18b.