

## Разработка системы управления роботом-манипулятором

*Порубов Андрей Юрьевич*

*Владимирский государственный Университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых  
магистрант*

*Васильев Дмитрий Николаевич*

*Владимирский государственный Университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых  
к.т.н., доцент кафедры ВТиСУ*

### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы разработки привода робота-манипулятора. Указывается состав сервопривода и раскрываются его компоненты. Приводится структурная схема системы управления роботом-манипулятором. Описывается механизм функционирования составляющих робота и их взаимосвязь между собой.

**Ключевые слова:** роботы, робототехника, электродвигатель, система управления, микроконтроллер

## Development of a control system of a robot manipulator

*Porubov Andrey Yurievich*

*Vladimir state University named after A.G. and N.G. Stoletovs  
master student*

*Vasiliev Dmitry Nikolaevich*

*Vladimir state University named after A.G. and N.G. Stoletovs  
Ph. D., assistant Professor*

### Annotation

The article deals with the development of the robot-manipulator drive. The composition of the servo drive is indicated and its components are revealed. The block diagram of the robot-manipulator control system is given. The mechanism of functioning of robot components and their interrelation is described.

**Keywords:** robots, robotics, electric motor, control system, microcontroller

В современном мире автоматизация производства является наиболее важным и актуальным вопросом в промышленности. Для ее реализации зачастую применяют внедрение роботов-манипуляторов.

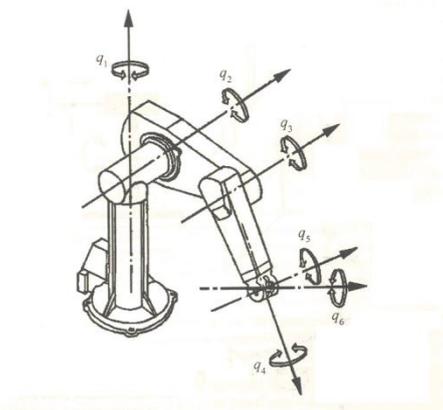


Рисунок 1 – Пример конструкции робота-манипулятора

Основой манипулятора является привод. Выбор типа привода определяется назначением робота, его конструктивными особенностями, техническими характеристиками, в частности, грузоподъемностью, условиями эксплуатации. Привод должен иметь высокое быстродействие, минимально возможные габаритные размеры, высокую надежность, высокие энергетические показатели; обеспечивать точность позиционирования и возможность работы в режиме автоматического управления.

Для плавного перемещения звеньев робота наиболее удобны в эксплуатации электрические приводы. Они отличаются компактностью, быстродействием, регулируются в широких пределах, легко стабилизируются, имеют хорошие характеристики. Недостатки электроприводов: зависимость скорости от нагрузки, необходимость промежуточных передач от вала двигателя к звену робота.

В качестве исполнительного механизма подвижного узла робота-манипулятора в основном используются сервоприводы.

Современный сервопривод состоит из следующих компонентов:

1. электромотор;
2. датчик обратной связи;
3. блок управления.

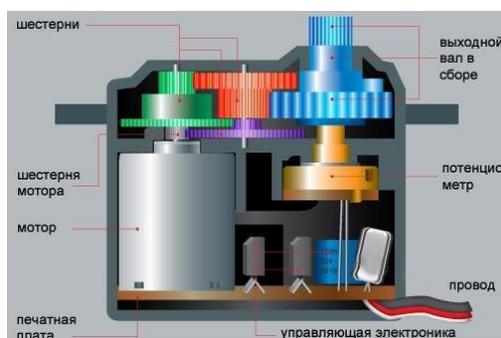


Рисунок 2 – Устройство сервопривода

В качестве электромотора могут использоваться: электродвигатели с плоским ротором; малоинерционные высокомоментные электродвигатели;

вентильные электродвигатели; шаговые двигатели; двигатели постоянного тока.

В простейшем варианте сервопривода используется двигатель постоянного тока с постоянными магнитами [3]. Они бывают коллекторные и бесколлекторные.

Коллекторные и бесколлекторные двигатели отличаются как конструктивными особенностями, так и принципом работы.

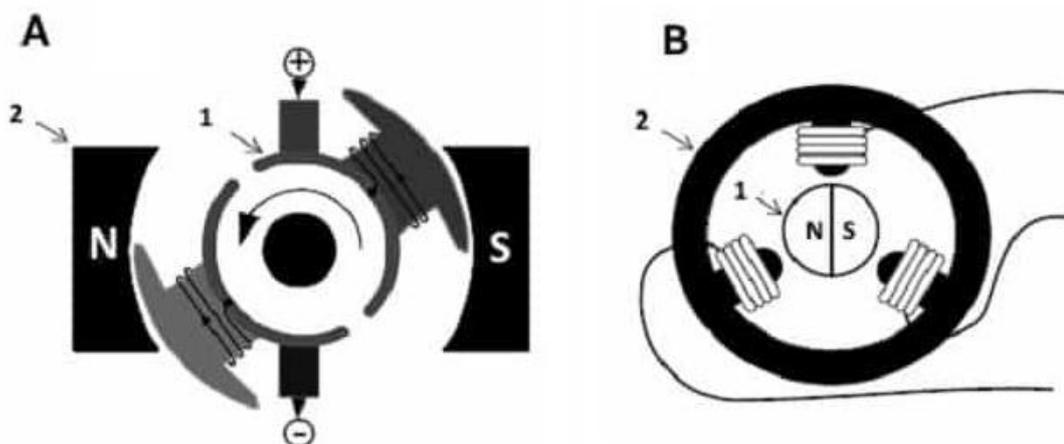


Рисунок 3 – А – коллекторный двигатель, В – бесколлекторный двигатель

Бесколлекторные двигатели обладают рядом преимуществ. У них отсутствует коллекторный узел, что в свою очередь повышает надежность электродвигателя, а также повышает КПД за счет отсутствия трения и искрения щеток. Однако, усложняется управление таким двигателем.

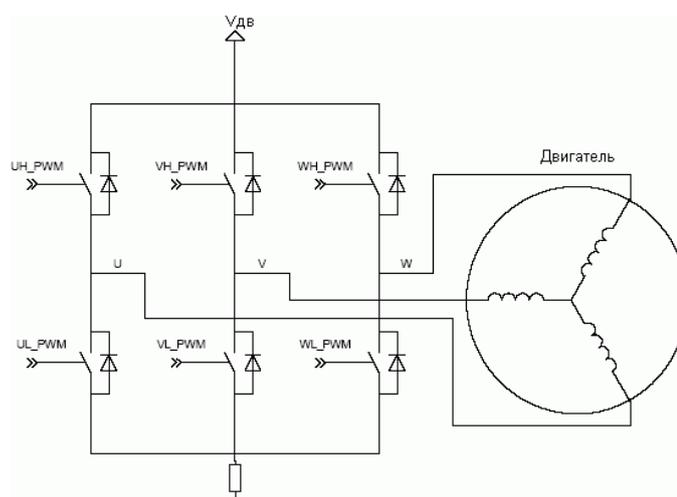


Рисунок 4 – Типовая схема управления бесколлекторным двигателем

В качестве датчиков обратной связи могут использоваться различные энкодеры, резистивные датчики положения, датчики на основе эффекта Холла, резольверы.

В качестве датчика обратной связи простейших сервоприводов используется потенциометр, как резистивный абсолютный датчик угла

поворота, либо инкрементальный энкодер. При повороте потенциометра происходит изменение его сопротивления, пропорционально углу поворота. Но эти датчики являются контактными, вследствие чего не обладают достаточной надежностью. В качестве аналогов можно применить абсолютные магнитные датчики, основанные на эффекте Холла, такие как AS5600.

Также в сервоприводе имеется плата управления, которая отвечает за считывание данных с датчиков положения, получение значения задания и непосредственное управление электромотором, на плате управления должны быть силовые элементы для запуска, вращения мотора и его реверса.

Основой системы управления служит микроконтроллер. Сигнал с датчика положения AS5600 можно получить как в цифровом, так и в аналоговом виде. Цифровой сигнал с датчика передается по шине данных I<sup>2</sup>C.

Так как используется бесколлекторный двигатель постоянного тока, то управление происходит по трем фазам (см. рисунок – 4). Соответственно, необходим силовой драйвер для управления трехфазным двигателем с помощью микроконтроллера. Однако, вместо одного трехфазного драйвера можно использовать три полумостовых драйвера, например IR2104.

Исходя из вышеперечисленного, необходим микроконтроллер с аппаратной реализацией шины данных I<sup>2</sup>C, возможностью формирования от трех ШИМ сигналов одновременно и обмена информацией с компьютером через USB. Наиболее подходящим и доступным является 32-х битный микроконтроллер серии STM32F103xx [1].

Используя вторую аппаратную шину данных SPI, I<sup>2</sup>C или даже CAN, можно реализовать связь нескольких приводов между собой для совместного управления ими [2].

Исходя из всего вышеперечисленного, можно составить один из вариантов структурной схемы системы управления роботом-манипулятором.

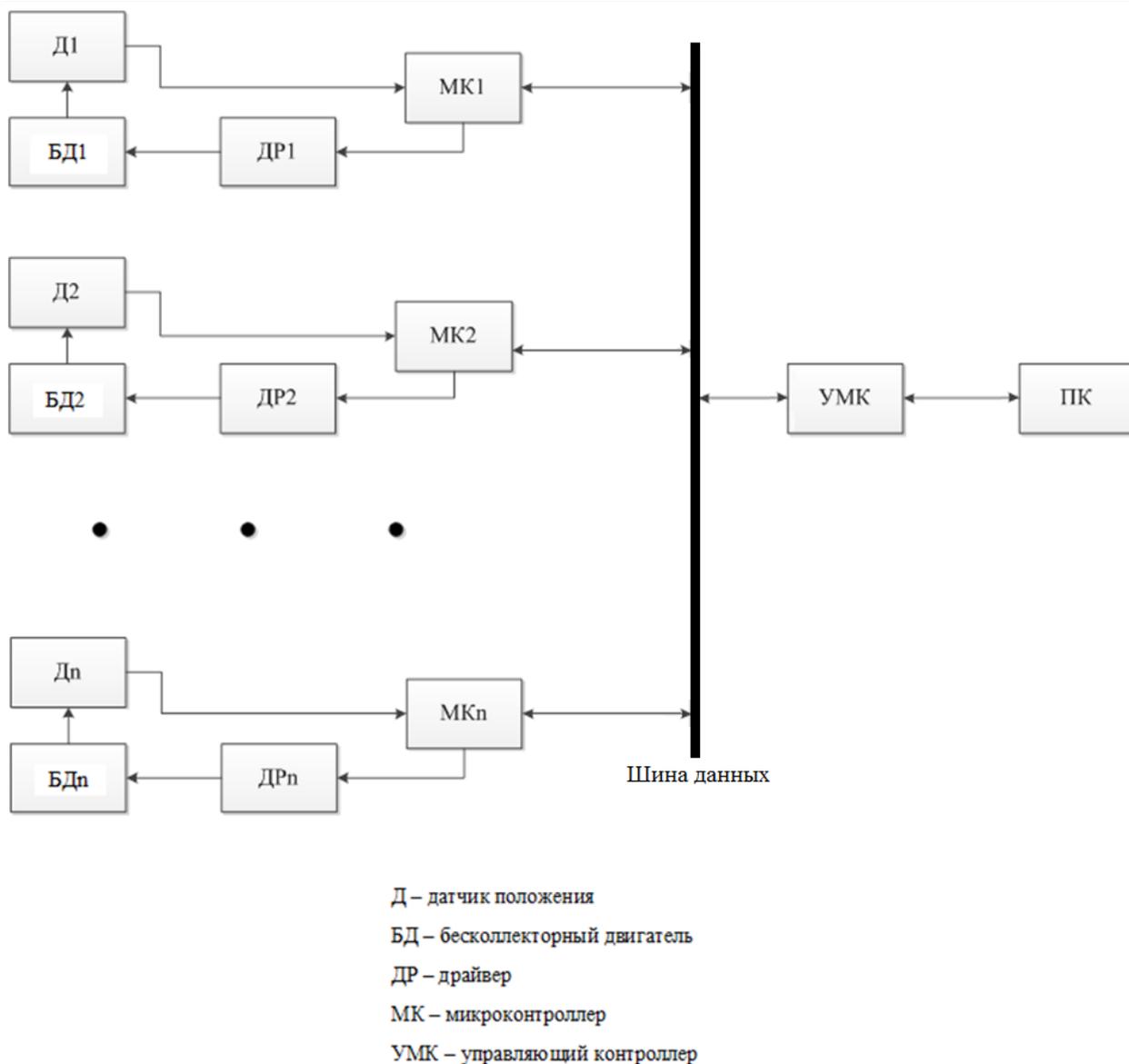


Рисунок 5 – Структурная схема системы управления роботом-манипулятором

Данная система позволяет управлять всеми звеньями робота-манипулятора, используя одну рабочую станцию.

### Библиографический список

1. <https://www.st.com/resource/en/datasheet/CD00161566.pdf>
2. Романюк В. А. Основы радиосвязи. Учебник для вузов. М., 2016. 288с.
3. Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы. Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2008. 320с.