

УДК 681.513.1/.2

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СТАБИЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ  
КОЛЛЕКТОРНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА  
С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

*И.В. Молчанов, А.П. Муслимов*

Приведены результаты разработки устройства стабилизации скорости вращения коллекторного электродвигателя постоянного тока с программным управлением. Цель исследования – создание простого и надёжного устройства стабилизации скорости электродвигателя с возможностью её программного задания. Приведена структурная и принципиальная схема, оригинальный алгоритм работы.

*Ключевые слова:* стабилизация скорости; электродвигатель; программа; структурная схема; принципиальная схема; микроконтроллер.

---

**ПРОГРАММАЛЫК БАШКАРУУ МЕНЕН ТУРУКТУУ ТОКТО ИШТЕЙ ТУРГАН  
КОЛЛЕКТОРДУК ЭЛЕКТР КЫЙМЫЛДАТКЫЧЫНЫН АЙЛАНУУ  
ЫЛДАМДЫГЫН ТУРУКТАШТЫРУУЧУ ТҮЗҮЛҮШТҮ ИШТЕП ЧЫГУУ**

*И.В. Молчанов, А.П. Муслимов*

Бул макалада программалык башкаруу менен туруктуу токто иштей турган коллектордук электр кыймылдаткычынын айлануу ылдамдыгын турукташтыруучу түзүлүштү иштеп чыгуунун жыйынтыктары берилди. Изилдөөнүн максаты – электр кыймылдаткычынын ылдамдыгын турукташтыруучу жөнөкөй жана ишенимдүү конструкцияны иштеп чыгуу болуп эсептелет. Түзүмдүк жана принципалдуу схема, оригиналдуу иштөө алгоритми көрсөтүлдү.

*Түйүндүү сөздөр:* ылдамдыкты турукташтыруу; электр кыймылдаткычы; программа; түзүмдүк схема; принципалдуу схема; микроконтроллер.

---

**DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR STABILIZING THE ROTATION SPEED  
OF A DC COLLECTOR ELECTRIC MOTOR WITH PROGRAM CONTROL**

*I. V. Molchanov, A. P. Muslimov*

The article provides materials on the development of a device for stabilizing the speed of rotation of a DC collector electric motor with program control. The goal is develop a simple and reliable device motor speed stabilize, with its programming task. The article shows the structural and circuit diagrams, the original algorithm of work.

*Keywords:* speed stabilization; electric motor; program; block diagram; circuit diagram; microcontroller.

Известно, что актуальной проблемой в машиностроении является повышение качества изготовления изделий: точность геометрических размеров, чистота обработанной поверхности, что достигается при обеспечении стабилизации параметров технологической системы [1,2].

В связи с этим особый интерес представляет стабилизация скорости вращения исполнительного электродвигателя.

Конструктивно устройство состоит из оптического датчика скорости, неподвижно установленного на корпусе двигателя, прерывателя

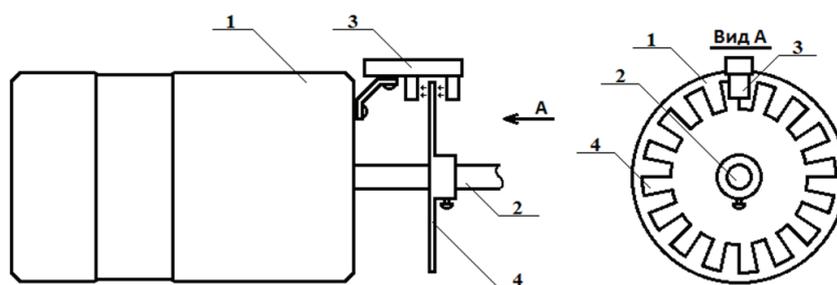


Рисунок 1 – Расположение оптического датчика скорости на двигателе:  
1 – электродвигатель, 2 – вал двигателя, 3 – щелевой оптический датчик,  
4 – прерыватель

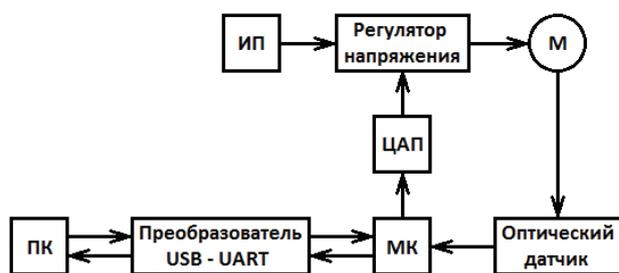


Рисунок 2 – Структурная схема устройства:  
ИП – источник питания, М – электродвигатель,  
ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь,  
ПК – персональный компьютер,  
МК – микроконтроллер

закрепленного на валу двигателя и схемы управления. Прерыватель представляет собой диск с шестнадцатью прорезями. Взаимное расположение датчика и прерывателя показано на рисунке 1.

Структурная схема устройства приведена на рисунке 2. Связь устройства с компьютером (ПК) осуществляется через конвертер USB – UART, который отвечает за двунаправленное преобразование сигналов USB и RS-232.

Устройство работает следующим образом. При включении питания устройства регулятор напряжения находится в закрытом состоянии, и напряжение от источника питания на двигатель не подается. После поступления команды от компьютера, содержащей информацию о необходимой частоте вращения, микроконтроллер подает сигнал на цифро-аналоговый преобразователь. На его выходе устанавливается напряжение, соответствующее входному цифровому сигналу. Это напряжение осуществляет управление

регулятором напряжения, и в зависимости от его величины регулятор напряжения подает на электродвигатель напряжение питания, необходимое для получения заданной скорости вращения.

Обратная связь осуществляется по скорости с помощью оптического датчика скорости. Прорези прерывателя, закрепленного на валу двигателя, проходят через щель оптического датчика скорости шестнадцать раз за один оборот. На каждое перекрытие оптический датчик скорости выдает один дискретный импульс. Микроконтроллер производит непрерывный циклический подсчет этих импульсов за определенный промежуток времени. На основании этой информации определяется фактическая скорость вращения электродвигателя.

Вследствие изменения нагрузки на валу двигателя скорость вращения может изменяться. Если эта скорость ниже или выше заданного значения, микроконтроллер рассчитывает на сколько нужно увеличить или уменьшить напряжение питания двигателя для стабилизации скорости вращения. После этого, на регулятор напряжения через цифро-аналоговый преобразователь подается скорректированное управляющее напряжение. Регулятор напряжения изменяет мощность, подводимую к электродвигателю, что приводит к возвращению скорости к заданному значению. Принципиальная схема устройства приведена на рисунке 3.

Основным элементом устройства является микроконтроллер AtMega8A (U2). К выводам 2 и 3 через преобразователь USB–UART подключается персональный компьютер. К выводу 4 подключен щелевой оптический датчик типа sx4009p1(U1). Восьмиразрядный цифро-аналоговый преобразователь выполнен по схе-

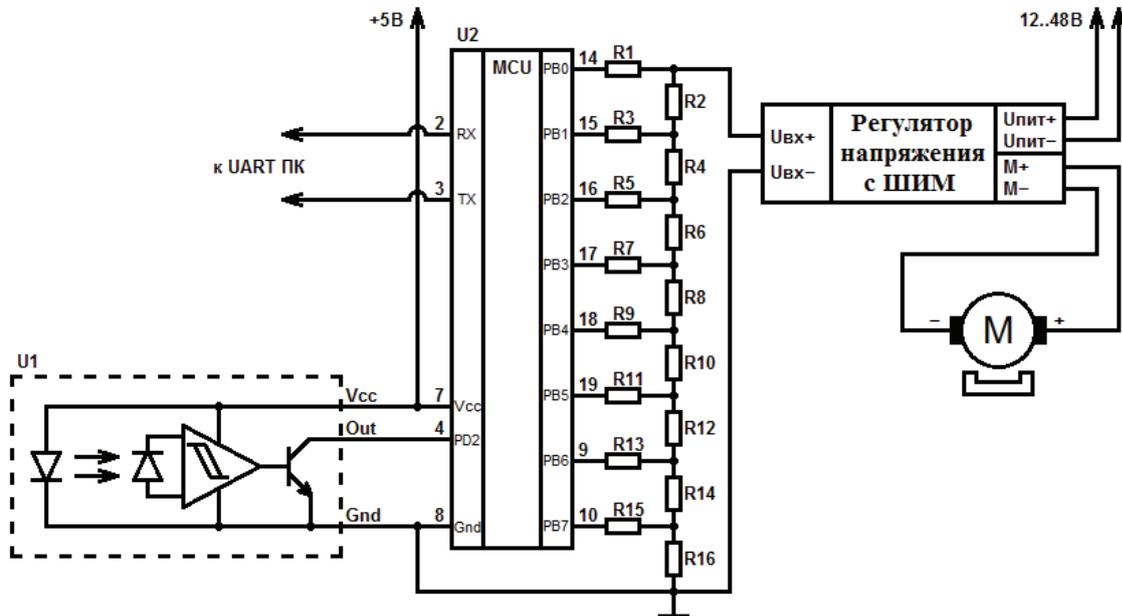


Рисунок 3 – Принципиальная схема устройства

ме “R-2R” на резисторах R1-R16, и подключен к порту ввода-вывода “В” микроконтроллера (выводы 14, 15, 16, 17, 18, 19, 9, 10). В зависимости от цифрового значения порта “В”, на выходе ЦАПа создаётся напряжение, лежащее в пределах 0...5 В. Это напряжение поступает на управляющий вход регулятора напряжения с ШИМ (Uвх+ и Uвх-). В зависимости от модели двигателя на вход регулятора подаётся напряжение питания от 12 до 48 В. Двигатель подключается к выводам “М+” и “М-” регулятора напряжения.

*Перечень компонентов:*

U1 – оптический датчик sx4009p1;

U2 – микроконтроллер AtMega8A;

R1, R3, R5, R7, R9, R11, R13, R15, R16 – 2 кОм;

R2, R4, R6, R8, R10, R12, R14 – 1 кОм;

Задание скорости, отображение текущей скорости, а также пуск и останов двигателя осуществляются с помощью программы на ПК. Главное окно программы показано на рисунке 4.

*Элементы программы:*

Поле “Порт” – номер порта, к которому подключено устройство.

Поле “Заданная скорость” – служит для установки требуемой скорости вращения.

Поле “Текущая скорость” – отображает текущую скорость вращения.

Кнопки “Пуск” и “Стоп” – служат для пуска двигателя с заданной скоростью и его останова.

Таким образом, требуемый технический результат достигается благодаря тому, что контролируется выходной параметр (скорость) двигателя, а также тому, что для задания и поддержания скорости используется микроконтроллер, что позволяет устанавливать точное значение скорости.

Данное устройство может найти применение в системах регулирования, где требуется стабилизация скорости при равномерном вращении электродвигателя, например для задания и стабилизации скорости вращения электродвигателя в системах с числовым программным управлением.

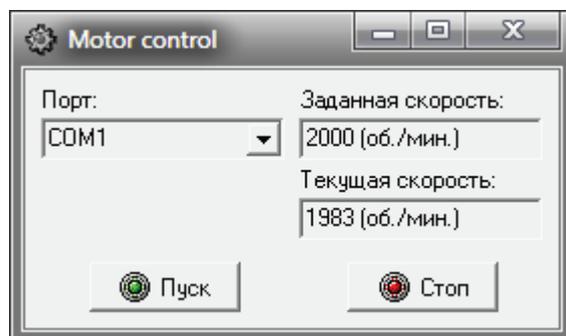


Рисунок 4 – Окно программы

- Предлагаемое устройство позволяет:
- повысить стабильность скорости вращения электродвигателя при изменяющемся питающем напряжении и нагрузке на валу;
  - устанавливать требуемую скорость вращения с шагом 15–20 об/мин;
  - в реальном времени отображать текущую скорость вращения на экране компьютера;
  - с помощью увеличения количества пререзей в прерывателе можно повысить точность установки скорости вращения.

### **Литература**

1. *Босинзон М.А.* Современные системы ЧПУ и их эксплуатация: учеб. пособие для нач. проф. образования / М.А. Босинзон; под ред. Б.И. Черпакова. 5-е изд., стер. М.: Изд. центр “Академия”, 2012. 192 с.
2. *Ившин В.П.* Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: учеб. пос. / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. М.: НИЦ Инфра-М, 2013. 400 с.