

**К. В. Рыбкин** – магистрант кафедры управления и информатики в технических системах  
**М. В. Бураков** (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

## МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

Целью работы является получение закона управления для заданного динамического объекта и его реализация на базе микропроцессора (МП).

Динамический объект представляет собой двигатель с воздушным винтом, закреплённый на конце штанги таким образом, что может осуществлять перемещение только в одной вертикальной плоскости. Задачей является установка двигателя в определённое положение, то есть получение заданного угла наклона. Для осуществления данной задачи необходимо получить обратную связь по положению, а также разработать конкретный закон управления. В рамках поставленной задачи, для снижения уровня её сложности, на объект накладываются некоторые ограничения: объект не перемещается в горизонтальной плоскости, то есть не вращается вокруг своей оси.

Система управления представляет собой систему автоматической стабилизации. Выходное значение поддерживается на постоянном уровне, т.е. заданное значение является константой. Отклонения возникают при включении и за счёт возмущений. Объект управления (ОУ) – двигатель постоянного тока (ДПТ), при подаче на него напряжения, начинает изменять своё положение в пространстве. Датчик положения отслеживает состояние ОУ и передаёт данные на цифровой регулятор (МП). Регулятор, в свою очередь, изменяет значения входного сигнала, что в итоге приводит объект управления в заданное положение.

Объектом управления является ДПТ, работающий в диапазоне напряжений до 18 В. Регулировочной характеристикой ДПТ является прямая линия, которая строится при определённом моменте, развиваемом двигателем. Данная характеристика позволяет сформировать относительно простой закон управления.

В качестве основы для создания программируемой обратной связи может быть выбрана платформа Arduino [1]. Это электронный конструктор и платформа быстрой разработки электронных устройств для новичков и профессионалов. Платформа удобна и имеет простой язык программирования, а также открытую архитектуру и программный код. Устройство программируется через USB без использования программаторов. Устройства на базе Arduino могут получать информацию об окружающей среде посредством различных датчиков, а также могут управлять различными исполнительными устройствами. Микроконтроллер на плате программируется при помощи языка Arduino и среды разработки Arduino. Проекты устройств, могут работать самостоятельно, либо взаимодействовать с программным обеспечением на компьютере. Программное обеспечение доступно для бесплатного скачивания. Используемый на данной платформе микроконтроллер ATmega328 содержит 32кБ встроенной flash-памяти, а так же достаточно большой объем оперативной памяти в 2кБ. Производительность микроконтроллера составляет до 20 миллионов итераций в секунду. Питание микроконтроллера — от 1.8 В до 5.5 В [2, 3].

Обратная связь может быть осуществлена на основе датчиков угла, датчиков высоты или каких либо других в зависимости от поставленной задачи. Рассмотрим абсолютные датчики углового положения. Конструктивно абсолютный датчик включает в себя оптико-механический узел, оптико-электронное считывающее устройство, а также электронную схему выделения и обработки сигналов фотоприёмников. Оптико-механический узел датчика представляет собой корпусную деталь с прецизионными направляющими и жестко связанного с ним измерительного лимба. Оптико-электронное считывающее устройство содержит узел осветителя и считывающее фотоприёмное устройство, а также электронную схему выделения и обработки сигналов фотоприёмников. Абсолютные датчики углового положения каждому значению углового положения

вала ставят в соответствие значение числового эквивалента, который формируется на выходе датчика в виде сигнала цифрового кода. При этом указанное взаимно однозначное соответствие сохраняется, как при движении вала, так и при его неподвижном положении и не требует возвращения вала в начальную позицию. Таким образом, значение кода не теряется после выключения и включения питания датчика, восстанавливается после прохождения помехи или превышения допустимой скорости вращения вала, ограничиваемой правильным считыванием кода. Эталонной угловой меры в абсолютных датчиках служит установленный на входном валу измерительный лимб с кодовой шкалой, имеющей кольцевую структуру. В основе принципа действия таких датчиков лежит анализ позиционного сочетания уровней сигналов дискретных фотоприемников, располагаемых в формируемой светотеневой картине кольцевых кодовых дорожек. В абсолютных датчиках углового положения увеличение количества кодовых разрядов соответствует увеличению их угловой разрешающей способности. Как правило, для многодорожечных шкал датчиков положения используют позиционные коды. Их особенность заключается в том, что в отличие от обычных кодов, они обладают свойством непрерывности бинарной комбинации: изменение кодируемого числа на единицу соответствует изменению кодовой комбинации только в одном разряде. Это свойство позволяет свести погрешность считывания кода к значению младшего разряда, обеспечив тем самым, высокую информационную надёжность преобразования угол-код. Наибольшее распространение среди кодов этого класса получил код Грея. Часто абсолютные датчики углового положения называют абсолютными энкодерами, преобразователями считывания углового положения или преобразователями угол-код.

Альтернативой энкодерам могут служить ультразвуковые датчики. Они представляют собой устройство, состоящее из звуковой части, электронной части и на противоположной стороне - выходной разъем или кабель. Датчик формирует либо аналоговый сигнал, пропорциональный расстоянию до объекта или дискретный сигнал, который изменяется при достижении объектом заранее установленного расстояния.

Замкнутая цифровая система управления может быть использована в двух основных режимах:

- идентификация объекта управления. Здесь вход-выходные данные служат для получения закона управления;
- синтез закона управления объектом. Опираясь на полученную математическую модель, рассчитывается закон управления, отвечающий заданным критериям качества.

При достижении цели работы будет получена база, которую можно будет распространить на более сложные объекты управления при постановке конкретных задач.

#### **Библиографический список**

1. [http:// Arduino.cc](http://Arduino.cc) – Официальный сайт проекта Ардуино.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. М: Додэка, 2007. 594с.
3. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. М: Солон, 2004. 304с.