

УДК [378.016:621.38]:378.147.88

**Моисейкин Е. В., Хохлов К. О., Толкачева М. С., Сеченов С. М.,  
Баранова А. А.**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ  
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА УРФУ. ЧАСТЬ 3**

***Евгений Витальевич Моисейкин***

*к.ф.-м.н.*

*e.v.moiseykin@urfu.ru*

***Константин Олегович Хохлов***

*к.ф.-м.н.*

*k.o.khokhlov@urfu.ru*

***Маргарита Сергеевна Толкачева***

*rita-tolkacheva@mail.ru*

***Сергей Максимович Сеченов***

*sechenov\_sm@koriphey.ru*

***Анна Александровна Баранова***

*к.т.н.*

*a.a.baranova@urfu.ru*

*ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н.Ельцина»,*

*Россия, г. Екатеринбург*

**LABORATORY WORKSHOP ON INSTRUMENTAL SPECIALTIES OF  
PHYSICOTECHNOLOGICAL INSTITUTE OF URFU. PART 3**

*Evgeny Vitalyevich Moiseykin*

*Konstantin Olegovich Khokhlov*

*Margarita Sergeevna Tolkacheva*

*Sergey Maksimovich Sechenov*

*Anna Aleksandrovna Baranova*

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural  
Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin»*

**Аннотация.** В данной публикации рассматриваются новые лабораторные работы, включенные в лабораторный практикум по дисциплинам, которые связаны с контрольно-измерительными приборами на базе микропроцессорных устройств. Обсуждаемые лабораторные работы прошли апробацию при обучении на приборостроительных специальностях физико-технологического института УрФУ.

**Abstract.** The publication affects the new laboratory works included in the laboratory practical work on disciplines associated with measurement and microprocessor systems. The new laboratory works were tested during training on the instrumental specialties of physico-technological institute of UrFU.

**Ключевые слова:** измерительная микропроцессорная система; микроконтроллер; система сбора и обработки информации; приборы экспериментальной физики; разработка приборов неразрушающего контроля.

**Keywords:** a measuring microprocessor system; a microcontroller; a system of collecting and processing information, devices of experimental physics; development of devices of nondestructive control.

**Введение**

В настоящее время на физико-технологическом институте (ФТИ) Уральского Федерального Университета (УрФУ) кафедрами эксперимен-

тальной физики (ЭФ) и физических методов и приборов контроля качества (ФМПК) осуществляется подготовка специалистов, бакалавров и магистров по ряду направлений: «Электроника и автоматика физических установок», «Биотехнические системы и технологии», «Ядерная физика и технологии», «Электроника и нанoeлектроника» и «Приборы и методы контроля качества и диагностики». Учебные планы перечисленных направлений включают ряд дисциплин, которые связаны с измерительными микропроцессорными системами, в частности: «Микропроцессорная техника», «Узлы и элементы биотехнических систем», «Микропроцессорные системы в науке и производстве» и др.

Одним из важных этапов образовательного процесса является лабораторный практикум, проводимый на реальных учебных микроконтроллерных стендах, во время которого студенты знакомятся с принципами автоматизированного управления системами, имеющими в своем составе некий объект управления, контрольно-управляющее устройство на основе микроконтроллера и исполнительное устройство (ИУ). В такой системе контрольно-управляющее устройство, при помощи подключенных датчиков, получает информацию о состоянии объекта управления принимает решение о воздействии на объект управления посредством ИУ. Основной целью выполняемого лабораторного практикума является получение навыков разработки программ автоматизации устройств, имеющих в своем составе датчик, объект управления и исполнительное устройство.

Лабораторный практикум, выполняемый в рамках, указанных выше дисциплин, основывается на использовании микроконтроллерного учебного стенда SDK-1.1, выступающего в качестве контрольно-управляющего устройства автоматизированной системы управления. К стенду подключаются дополнительные специально разработанные модули, позволяющие реализовать макеты контрольно-измерительных систем и проводить лабораторные работы по темам [1, 2]:

1. Программно-аппаратное моделирование работы электровакуумных приборов;
2. Измеритель параметров полупроводниковых приборов;
3. Усилитель сигнала с регулируемым коэффициентом передачи;
4. Управление четырехфазным синхронным двигателем;
5. Система измерения освещенности;
6. Система позиционирования солнечной батареи.

Далее в статье рассматриваются новые модули, позволяющие расширить задания лабораторного практикума двумя лабораторными работами:

1. Система управления воздушным потоком;
2. Система позиционирования вращающегося элемента автоматики измерительных устройств.

**Лабораторная работа.** Система управления воздушным потоком

Цель работы:

1. Получить начальные сведения о воздуходувных машинах. Ознакомиться с основными способами измерения скорости газовых потоков.
2. Разработать программу для микроконтроллерного учебного стенда SDK 1.1, позволяющую при помощи специального модуля стабилизировать плотность воздушного потока.

В работе представлены теоретические сведения о воздуходувных машинах. В качестве задания требуется разработать программу, которая при помощи модуля управления воздушным потоком (рисунок 1) производит измерение показаний механического анемометра (рисунок 2) и посредством управления скоростью вращения осевого вентилятора стабилизирует воздушный поток. При этом необходимо обеспечить ввод со встроенной клавиатуры параметров требуемого воздушного потока, а также вывод измеряемых величин на ЖКИ стенда SDK 1.1.



Рисунок 1 – Модуль управления воздушным потоком

На рисунке 2 приведена структурная схема дополнительного модуля для выполнения лабораторной работы «Система управления воздушным потоком». Усилитель мощности, выполненный на операционном усилителе и усилительном каскаде на транзисторе, предназначен для преобразования небольшого по амплитуде и мощности сигнала поступающего с ЦАП устройства управления в сигнал достаточный для вращения электродвигателя вентилятора. Регулируемый поток воздуха поступает на крыльчатый механический анемометр, который является датчиком, измеряющим воздушный поток. Нормирующий преобразователь используется для согласования выходного сигнала датчика с входным напряжением АЦП устройства управления.

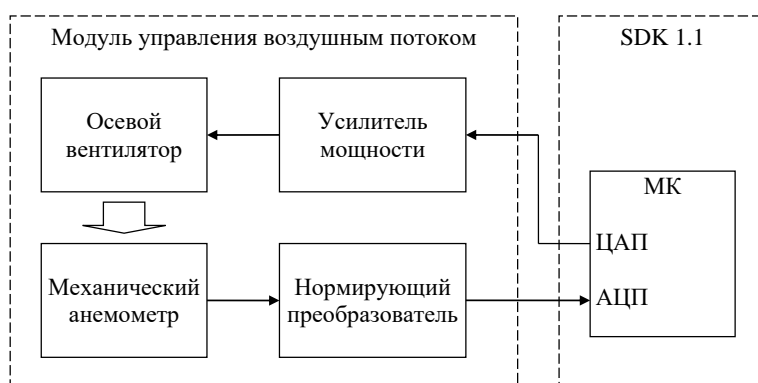


Рисунок 2 – Структурная схема модуля управления воздушным потоком

Предлагаемая лабораторная работа знакомит студентов с основами автоматизации измерений, со способами преобразования физических величин в напряжение, со способами пересчета полученного цифрового кода в измеря-

емую физическую величину, с методикой управления встроенными в микроконтроллер блоками ЦАП и АЦП.

Рекомендуемый порядок работы:

1. Изучить электрическую схему.
2. Разработать алгоритм программы.
3. Написать программу на языке ассемблера или Си.
4. Провести демонстрацию функциональности программы управления

воздушным потоком в соответствии с заданием.

**Лабораторная работа.** Система позиционирования вращающегося элемента автоматики измерительных устройств.

Цель работы:

1. Ознакомиться с основными типами датчиков положения и шаговых двигателей.
2. Получить навыки разработки программ автоматизации устройств позиционирования с шаговыми двигателями и оптическими датчиками положения, использующими шкалы с кодом Грея.

В работе представлены теоретические сведения о датчиках положения и перемещения, о способах кодирования положения при использовании оптических датчиков положения, а также о шаговых двигателях. В качестве задания требуется разработать программу, позволяющую управлять системой позиционирования при помощи специального модуля (рисунок 3). При этом необходимо обеспечить несколько режимов работы: установка ротора шагового двигателя в определенную позицию (1...8); поворот на указываемый угол (0...360°); поворот на введенное количество полных оборотов. Во время работы на ЖКИ стенда необходимо выводить текущую позицию в соответствии с показаниями датчиков положения, декодируя код Грея в десятичное число.

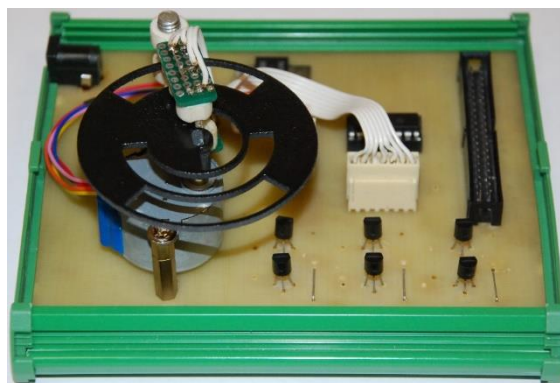


Рисунок 3 – Модуль позиционирования вращающегося элемента автоматики измерительных устройств

На рисунке 4 представлена структурная схема дополнительного модуля для выполнения лабораторной работы «Система позиционирования вращающегося элемента». Усилитель мощности, выполненный на микросхеме драйвера шагового двигателя UNL2003, позволяет управлять униполярным четырехфазным шаговым двигателем 28BYJ–48 с помощью цифровых сигналов, генерируемых портами ввода/вывода учебного стенда SDK 1.1 в соответствии с разработанной программой. Блок оптоэлектронных пар регистрирует текущее положения диска, имеющего шкалу с кодом Грея и закрепленного на роторе шагового двигателя. Нормирующий преобразователь согласует электрический сигнал, полученный с датчиков положения и передает его на управляющий стенд для дальнейшей обработки.

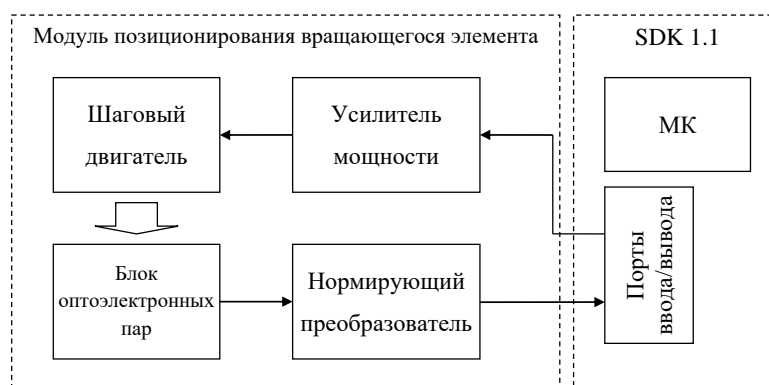


Рисунок 4 – Структурная схема модуля позиционирования вращающегося элемента автоматики измерительных устройств

Описанная лабораторная работа знакомит студентов с основами автоматизации управления системой позиционирования, со способами управления шаговыми двигателями, со способами кодирования положения.

Рекомендуемый порядок работы подобен описанному в предыдущей работе, за исключением пункта 4, где требуется продемонстрировать возможности системы позиционирования в соответствии с заданием.

### **Заключение**

Представленные новые модули, расширяющие возможности лабораторных стендов SDK 1.1, были успешно апробированы в текущем учебном году при проведении занятий с магистрами приборостроительных специальностей кафедр ФМПК и ЭФ ФТИ УрФУ.

### ***Список литературы***

1. Лабораторный практикум по приборостроительным специальностям физико-технологического института УрФУ / Баранова А. А., Хохлов К. О., Моисейкин Е. В. // Новые информационные технологии в образовании: материалы VIII междунар. науч.- практ. конф., Екатеринбург, 15–18 марта 2016 г. / ФГАОУ ВО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2016. 15-20 с.
2. Моисейкин Е. В. Лабораторный практикум по приборостроительным специальностям физико-технологического института УрФУ. Часть 2 / Е. В. Моисейкин, К. О. Хохлов, А. О. Шилов, С. С. Осинцев, А. А. Баранова // Новые информационные технологии в образовании: материалы X междунар. науч.- практ. конф., Екатеринбург, 27 февраля-03 марта 2017 г. / ФГАОУ ВО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2017. 309-314 с.
3. Монахов В. И. Измерение расхода и количества жидкости, газа и пара. [Текст] / В. И. Монахов. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 128 с.
4. Хоровиц, П. Искусство схемотехники: В 3-х томах: Т. 1. [Текст] / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. И. И. Короткевич, М. Н. Микшиса, О. А. Солевой, К. Г. Финогенова, М. П. Шарапова. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Мир, 1993. – 413 с.