

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем

Кафедра электроэнергетики



Тарасенко О.В.

20²³ года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА»

По направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электромеханика»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Микропроцессорные устройства» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. – 40 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Микропроцессорные устройства» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Половинка Д.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики «04» апреля 2023 г., протокол № 7

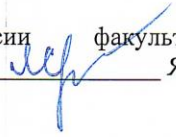
Заведующий кафедрой электроэнергетики  Половинка Д.В.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем «18» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

© Половинка Д.В., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – получение знаний о видах и классификации современных отечественных и зарубежных микропроцессорах, которые могут использоваться в управлении электромеханическими объектами; о структурных, функциональных и архитектурных схемах микропроцессоров и их блоков; о режимах работы различных блоков и о программном управлении их работой; о системе команд микропроцессоров и о цикле разработки программ управления; о типовой конфигурации управляющей микропроцессорной системы; о методах сопряжения микропроцессорной техники с различным электрооборудованием электроприводов.

Задачи: изучить виды и классификацию современных отечественных и импортных микропроцессоров, которые используются в электроприводе или для автоматизации систем управления электромеханическими объектами; изучить структурные, функциональные и архитектурные схемы микропроцессоров и их блоков; изучить режимы работы различных блоков и программное управление их работой; освоить систему команд микропроцессоров и цикл разработки программ управления; изучить типовую конфигурацию управляющей микропроцессорной системы; освоить методы сопряжения микропроцессорной техники с различным электрооборудованием электроприводов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «*Микропроцессорные устройства*» относится входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** видов и классификации современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении электромеханическими объектами, структурных, функциональных схемы и архитектуры микропроцессоров и их блоков, режимов работы различных блоков микропроцессора, системы команд языка высокого уровня микропроцессоров, цикла разработки программ управления; **умения** выбрать микропроцессор (микроконтроллер), способного реализовать поставленную задачу, синтезировать схему микропроцессорной системы управления, составить алгоритм работы микропроцессорной системы управления, написать программный код на языке высокого уровня, реализующий алгоритм работы микропроцессорной системы, **навыки** программирования, компиляции и отладки программ, написанных на языке высокого уровня, анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ, написанных на языке высокого уровня, моделирования в программном симуляторе работы микропроцессорной системы, прошивки программного кода в реальный микроконтроллер (встроенную память микропроцессора) с использованием встроенного программатора. Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Электроника и микросхемотехника», «Основы метрологии и электрические

измерения». Дисциплина «Микропроцессорные устройства» является заключительной в программе бакалавриата.

Дисциплина «Микропроцессорные устройства» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-2. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью современных коммуникационных технологий. ОПК-2.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ. ОПК-2.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.	знать: виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении электромеханическими объектами.
		уметь: выбрать микропроцессор (микроконтроллер), способного реализовать поставленную задачу.
		владеть: навыками программирования, компиляции и отладки программ, написанных на языке высокого уровня; навыками анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ, написанных на языке высокого уровня.
ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-2.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности. ПК-2.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности	знать: структурные, функциональные схемы и архитектуру микропроцессоров и их блоков; режимы работы различных блоков микропроцессора; систему команд языка высокого уровня микропроцессоров; цикл разработки программ управления.
		уметь: синтезировать схему микропроцессорной системы управления; составить алгоритм работы микропроцессорной системы управления; написать программный код на языке высокого уровня, реализующий алгоритм работы микропроцессорной системы.
		владеть: навыками моделирования в программном симуляторе работы микропроцессорной системы; навыками прошивки программного кода в реальный микроконтроллер (встроенную память микропроцессора) с использованием встроенного программатора.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	72 (2 зач. ед)	72 (2 зач. ед)	72 (2 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	39		8
Лекции	13		4
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	13		-
Лабораторные работы	13		4
Самостоятельная работа студента (всего) в том числе:	33		64
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-		-
Форма аттестации	зачтено	зачтено	зачтено

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Позиционные системы счисления. Терминология микропроцессорной техники.

Общие сведения о микропроцессорных устройствах, виды их классификации; базовые понятия курса; базовая терминология курса; условные графические обозначения; системы исчисления (двоичная, восьмеричная, шестнадцатеричная, преобразования между системами исчисления); счет в двоичной системе, двоичная арифметика (запись значений в прямом и дополнительном коде); логические операции AND, OR, XOR, NOT; арифметические и циклические сдвиги; маскирование.

Тема 2. Архитектура AVR-микроконтроллеров

Обзор возможностей; условное графическое обозначение, назначение выводов; структурная схема; организация памяти, карта памяти; память программ; память данных; регистры общего назначения; регистры специальных функций; регистр статуса SREG; регистр управления MCUCR.

Тема 3. Процесс выполнения программы, подпрограммы и обработка прерываний

Работа тактового генератора и выполнение микропроцессором команд программной памяти; счетчик команд программы PC; стек и вызов подпрограмм

(функций, процедур); аппаратные прерывания и обработчики прерываний; регистры управления прерываниями.

Тема 4. Типы данных. Ветвление и передача управления в языке Arduino C

Типы данных. Декларирование констант и переменных в языке Arduino C. Условный оператор. Цикла с пост- и предусловием. Группа команд передачи управления в языке Arduino C.

Тема 5. Операторы языка Arduino C

Логические и математические операторы в языке Arduino C. Функции преобразования типов переменных в языке Arduino C.

Тема 6. Строки и массивы языка Arduino C

Синтаксис при объявлении строк и массивов языка Arduino C. Обращение к элементам строк и массивов, и их модификация. Время выполнения.

Тема 7. Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C

Организация работы с указателями (POINTER). Перечисления (ENUM). Структуры данных PIPE.

Тема 8. Функции, процедуры и обработчики прерываний языка Arduino C.

Синтаксис при объявлении функций, процедур и обработчиков прерываний. Определение функций, процедур и обработчиков прерываний. Расположение прототипов и тел функций, процедур и обработчиков прерываний.

Тема 9. Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR - микроконтроллеров

Порты ввода/вывода: порт A (регистры PORTA, DDRA), порт B (регистры PORTB, DDRA); порт C (регистр PORTC), порт D (регистры PORTD, DDRD), порт E (регистры PORTE, DDRE), порт F (регистры PORTF, DDRF); модуль ЭСППЗУ (регистры EEARH, EEARL, EEDR, EECR).

Тема 10. Таймер/счетчики в составе AVR - микроконтроллеров

Принцип работы 8-миразрядных таймер/счетчиков T/C0 и T/C2; архитектура таймер/счетчиков T/C0 и T/C2; регистры статуса, управления и данных T/C0 и T/C2; принцип работы 16-тиразрядного таймер/счетчика T/C1; архитектура таймер/счетчика T/C1; регистры статуса, управления и данных T/C1; T/C в режиме ШИМ; прерывание по завершении счета T/C.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Терминология микропроцессорной техники Позиционные системы счисления. Выполнение логических и арифметических операций. Реализация математических функций.	2		2
2.	Архитектура AVR-микроконтроллеров. Обзор возможностей. Структурная схема. Организация памяти. Память программ и память данных. Регистры общего назначения и регистры специальных функций.	2		
3.	Процесс выполнения программы. Работа тактового генератора и выполнение микропроцессором команд программной памяти. Процесс выполнения подпрограммы и обработка прерываний. Стек и вызов подпрограмм. Аппаратные прерывания и обработчики прерываний.	2		
4.	Типы данных. Декларирование констант и переменных в языке Arduino C. Группа команд ветвления и передачи управления в языке Arduino C. Операторы языка C	1		2
5.	Функции преобразования типов переменных в языке Arduino C. Сроки и массивы языка Arduino C. Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C.	1		
6.	Функции и процедуры, и обработчики прерываний Arduino C.	1		
7.	Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR-микроконтроллеров. Регистры управления портами (PORTn, DDRn и PINn).	1		
8.	Восьмиразрядные таймер/счетчики T/C0 и T/C2 в составе AVR – микроконтроллеров. Архитектура таймер/счетчиков T/C0 и T/C2.	1		
9.	Шестнадцатиразрядный таймер/счетчик T/C1 в составе AVR – микроконтроллеров. Архитектура таймер/счетчика T/C1.	1		
10.	Работа таймер/счетчиков T/C0, T/C1 и T/C2 в режиме ШИМ; прерывание по завершении счета T/C. Асинхронный режим таймера счетчика T/C0.	1		
Итого:		13		4

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Общие сведения о высокоуровневых языках программирования. Установка и настройка программного обеспечения: интегрированной среды разработки Arduino (IDE) и Proteus.	2		
2	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы временного реагирования светодиодов на нажатие кнопок управления на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		
3	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы динамической индикации на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		
4	Разработка алгоритма работы контрольно-измерительной микропроцессорной системы с выводом результатов на жидкокристаллический индикатор на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		
5	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		
6	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения однофазного асинхронного двигателя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		
7	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного мостового выпрямителя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	1		
Итого:		13		

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Вводное занятие. Техника безопасности. Ознакомление с программным обеспечением AVRco и Proteus.	2		
2.	Микропроцессорная система временного реагирования светодиодов на нажатие кнопок управления на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		2
3.	Микропроцессорная система динамической индикации на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		
4.	Контрольно-измерительная микропроцессорная система с выводом результатов на жидкокристаллический индикатор на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
5.	Микропроцессорная система управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		2
6.	Микропроцессорная система фазового регулирования скорости вращения однофазного асинхронного двигателя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	2		
7.	Микропроцессорная система регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного мостового выпрямителя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	1		
Итого:		13		4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Программирование микропроцессорной системы опроса датчиков	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
2.	Программирование микропроцессорной системы временного реагирования светодиодов на нажатие кнопок управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
3.	Программирование микропроцессорной системы охранной звуковой и световой сигнализации	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
4.	Программирование микропроцессорной системы генерации с управлением частотой прямоугольных импульсов	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
5.	Программирование микропроцессорной системы динамической индикации	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
6.	Программирование вычислительной микропроцессорной системы с индикацией на жидкокристаллическом индикаторе	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
7.	Программирование контрольно-измерительной микропроцессорной системы с выводом результатов на жидкокристаллический индикатор	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
8.	Программирование микропроцессорной системы управления скоростью	подготовка к лабораторным	2		4

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
	вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ	работам и оформление отчетов			
9.	Программирование микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью частотной модуляции	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
10.	Программирование микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью фазоимпульсной модуляции	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
11.	Программирование микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
12.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного мостового выпрямителя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
13.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного мостового выпрямителя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
14.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного нулевого выпрямителя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
15.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного нулевого выпрямителя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	2		4
16.	Программирование микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	3		4
Итого:			33		64

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Микропроцессорные устройства». не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого, каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Мортон Дж., Микроконтроллеры AVR. Вводный курс / Мортон Дж. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 272 с. (Мировая электроника) - ISBN 978-5-97060-258-4 - Текст электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602584>. - Режим доступа: по подписке.

2. Баранов В.Н., Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы / Баранов В.Н. - М.: ДМК Пресс, 2016. - 288 с. (серия "Мировая электроника".) - ISBN 978-5-94120-121-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941201211.html>. - Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература

1. Макуха В.К., Микропроцессорные системы и персональные компьютеры: учебное пособие / Макуха В.К. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. - 175 с. - ISBN 978-5-7782-2721-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227217.html>. - Режим доступа: по подписке.

2. Александров Е.К., Микропроцессорные системы: Учебное пособие для вузов/ Е.К. Александров, Р.И. Грушвицкий, М.С. Куприянов, О.Е. Мартынов, Д.И. Панфилов, Т.В. Ремизевич, Ю.С. Татаринов, Е.П. Угрюмов, И.И. Шагурин; Под общ. ред. Д. В. Пузанкова. - СПб.: Политехника, 2012. - 935 с. - ISBN 5-7325-0516-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732505164.html>. - Режим доступа: по подписке.

3. Новожилов Б.М., Микропроцессоры и их применение в системах управления: Учебное пособие / Б. М. Новожилов. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 81 с. - ISBN 978-5-7038-4050-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703840504.html> - Режим доступа: по подписке.

4. Симаков Г.М., Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе: учеб. пособие / Симаков Г.М. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. - 211 с. - ISBN 978-5-7782-2210-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778222106.html> - Режим доступа : по подписке.

в) методические рекомендации

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине: «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике». Часть 1. / Сост. Д.В. Половинка. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 32 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине: «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике». Часть 2. / Сост. Д.В. Половинка. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 41 с.

3. Методические указания к самостоятельному изучению курса по дисциплине: «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике» / Сост. Д.В. Половинка. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 30 с.

4. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине: «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике». Часть 1. / Сост. Д.В. Половинка. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 62 с.

5. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине: «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике». Часть 2. / Сост. Д.В. Половинка. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 66 с.

г) интернет-ресурсы:

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

1. А.В.Белов. Микроконтроллеры AVR в радиолубительской практике. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 352 с.: ил. // [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://reallib.org/reader?file=630189>

2. В.Н.Баранов. Применение МК AVR: схемы, алгоритмы программы. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2004 с.: ил. (серия «Мировая электроника»). // <https://djvu.online/file/YTT3Woe0AKg8L>

3. Платформа электронного прототипирования Arduino. – <https://www.arduino.cc/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Микропроцессорные устройства» предполагает использование специализированной лаборатории (ауд. 21 компьютерно-лабораторного центра) и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
Программный симулятор электронных схем	Proteus 8 Professional	http://theproteus.ru/#Скачать_программу_Proteus_Professional
Интегрированная среда разработки Arduino (IDE) v1	Arduino IDE	https://downloads.arduino.cc/arduino-1.8.19-windows.exe?_gl=1*6klqoi*_ga*MTc4NDUwNjkwMC4xNjgyODgzMzQy*_ga_NEXN8H46L5*MTY4Mjg4NzIwNy4yLjEuMTY4Mjg4NzI3MS4wLjAuMA

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Микропроцессорные устройства»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций
на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ОПК-2. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Пороговый	знать: виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении электромеханическими объектами.
Основной		Базовый	уметь: выбрать микропроцессор (микроконтроллер), способного реализовать поставленную задачу.
Заключительный		Высокий	владеть: навыками программирования, компиляции и отладки программ, написанных на языке высокого уровня; навыками анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ, написанных на языке высокого уровня.
Начальный	ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Пороговый	знать: структурные, функциональные схемы и архитектуру микропроцессоров и их блоков; режимы работы различных блоков микропроцессора; систему команд языка высокого уровня микропроцессоров; цикл разработки программ управления.
Основной		Базовый	уметь: синтезировать схему микропроцессорной системы управления; составить алгоритм работы микропроцессорной системы управления; написать программный код на языке высокого уровня, реализующий алгоритм работы микропроцессорной системы.
Заключительный		Высокий	владеть: навыками моделирования в программном симуляторе работы микропроцессорной системы; навыками прошивки программного кода в реальный микроконтроллер (встроенную память микропроцессора) с использованием встроенного программатора.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения),
1	ОПК-2	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью современных коммуникационных технологий. ОПК-2.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ. ОПК-2.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.	Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Позиционные системы счисления. Терминология микропроцессорной техники	8
				Тема 2. Архитектура AVR-микроконтроллеров	8
				Тема 3. Процесс выполнения программы, подпрограммы и обработка прерываний	8
				Тема 4. Типы данных. Ветвление и передача управления в языке Arduino C	8
				Тема 5. Операторы языка Arduino C	8
				Тема 6. Сроки и массивы языка Arduino C	8
				Тема 7. Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C	8
				Тема 8. Функции, процедуры и обработчики прерываний языка Arduino C	5/8
				Тема 9. Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR-микроконтроллеров	8
				Тема 10. Таймер/счетчики в составе AVR – микроконтроллеров	8

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения),
2	ПК-2	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности; ПК-2.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности. ПК-2.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности	Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Позиционные системы счисления. Терминология микропроцессорной техники	8
				Тема 2. Архитектура AVR-микроконтроллеров	8
				Тема 3. Процесс выполнения программы, подпрограммы и обработка прерываний	8
				Тема 4. Типы данных. Ветвление и передача управления в языке Arduino C	8
				Тема 5. Операторы языка Arduino C	8
				Тема 6. Сроки и массивы языка Arduino C	8
				Тема 7. Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C	8
				Тема 8. Функции, процедуры и обработчики прерываний языка Arduino C	8
				Тема 9. Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR-микроконтроллеров	8
				Тема 10. Таймер/счетчики в составе AVR - микроконтроллеров	8

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-2 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью современных коммуникационных технологий.	знать: виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении электромеханическими объектами.	Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Позиционные системы счисления. Терминология микропроцессорной техники.	тестовые задания к лабораторным работам
		ОПК-2.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.	уметь: выбрать микропроцессор (микроконтроллер), способного реализовать поставленную задачу.	Тема 2. Архитектура AVR-микроконтроллеров Тема 3. Процесс выполнения программы, подпрограммы и обработка прерываний Тема 4. Типы данных. Ветвление и передача управления в языке Arduino C Тема 5. Операторы языка Arduino C	тестовые задания к лабораторным работам
		ОПК-2.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.	владеть: навыками программирования, компиляции и отладки программ, написанных на языке высокого уровня; навыками анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ, написанных на языке высокого уровня.	Тема 6. Сроки и массивы языка Arduino C Тема 7. Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C Тема 8. Функции, процедуры и обработчики прерываний языка Arduino C Тема 9. Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR -микроконтроллеров Тема 10. Таймер/счетчики в составе AVR – микроконтроллеров	тестовые задания к лабораторным работам

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности	знать: виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении электро-механическими объектами; структурные, функциональные схемы и архитектуру микропроцессоров и их блоков; режимы работы различных блоков микропроцессора; систему команд языка высокого уровня микропроцессоров; цикл разработки программ управления.	1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Позиционные системы счисления. Терминология микропроцессорной техники. Тема 2. Архитектура AVR-микроконтроллеров Тема 3. Процесс выполнения программы, подпрограммы и обработка прерываний	тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-2.2. Демонстрирует знание требований законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технической литературы Российской Федерации, основных видов энергоресурсов, способов преобразования их в электрическую и тепловую энергию, расчетов основных типов энергетических установок объектов профессиональной деятельности.	уметь: выбрать микропроцессор (микроконтроллер), способного реализовать поставленную задачу; синтезировать схему микропроцессорной системы управления; составить алгоритм работы микропроцессорной системы управления; написать программный код на языке высокого уровня, реализующий алгоритм работы микропроцессорной системы.	Тема 4. Типы данных. Ветвление и передача управления в языке Arduino C Тема 5. Операторы языка Arduino C Тема 6. Сроки и массивы языка Arduino C Тема 7. Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C	тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-2.3. Демонстрирует знание и применяет систему автоматизированного проектирования и программы для выполнения графических и текстовых разделов проектов систем объектов профессиональной деятельности	владеть: навыками программирования, компиляции и отладки программ, написанных на языке высокого уровня; навыками анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ, написанных на языке высокого уровня; навыками моделирования в программном симуляторе работы микропроцессорной системы; навыками прошивки программного кода в реальный микроконтроллер (встроенную память микропроцессора) с использованием встроенного программатора.	Тема 8. Функции, процедуры и обработчики прерываний языка Arduino C Тема 9. Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR -микроконтроллеров Тема 10. Таймер/счетчики в составе AVR – микроконтроллеров	

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные устройства»

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные устройства» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине. Вопросы базового уровня позволяют определить умения выбрать микропроцессор (микроконтроллер), способного реализовать поставленную задачу, синтезировать схему микропроцессорной системы управления, составить алгоритм работы микропроцессорной системы управления, написать программный код на языке высокого уровня, реализующий алгоритм работы микропроцессорной системы. Вопросы высокого уровня диагностируют владение навыками программирования, компиляции и отладки программ, написанных на языке высокого уровня, анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ, написанных на языке высокого уровня, моделирования в программном симуляторе работы микропроцессорной системы, прошивки программного кода в реальный микроконтроллер (встроенную память микропроцессора) с использованием встроенного программатора.

Тест №1

- Какие регистры предназначены для настройки порта В на ввод и вывод информации в AVR-микроконтроллерах?
а) DDRB; б) PortB; в) PinB; г) TCCR1B; д) верного ответа нет
- Рассчитайте количество циклов горения индикатора в 2 с. при частоте мерцания вдвоенного семисегментного индикатора $f=50$ Гц. Укажите блок операторов, которые реализуют эти циклы?
а) **for**(byte i=0; i<20, i++) б) **for**(byte i=0; i<40, i++) в) **for**(byte i=0; i<50, i++) г) **for**(byte i=0; i<100, i++)
{...} {...} {...} {...}
д) верного ответа нет
- Рассчитайте, какой код для регистра ADCSR настраивает аналогово-цифровой преобразователь для работы в циклическом режиме без прерываний и без деления частоты процессора?
а) ADCSR|=0x0C; б) ADCSR|=0xE0; в) ADCSR|=0xC0; г) ADCSR|=0xE8;
д) верного ответа нет
- Рассчитайте при тактовой частоте процессора 1 МГц, 8-разрядном ШИМ и коэффициенте делителя 8, какая будет частота на выходе OC1A в ATmega328?
а) $f=245,1$ Гц; б) $f=122,07$ Гц; в) $f=1960,8$ Гц; г) $f=3906,3$ Гц;
д) верного ответа нет;
- Какая команда в сегменте нижеприведенного кода программы выполняется перед выполнением команды **delayMicroseconds(x)** блока **ISR**. **Объясните почему?**

```
void loop()
{
    noInterrupts();
    digitalWrite(PULSE_OUT, LOW);
    while (digitalRead(ON_OFF)) { }
    while (!digitalRead(ON_OFF)) { }
    interrupts();
    while (digitalRead(ON_OFF)) { }
    while (!digitalRead(ON_OFF)) { }
}
```

```
ISR(ANALOG_COMP_vect)
{
    delayMicroseconds(x);
    digitalWrite(PULSE_OUT, true);
    delayMicroseconds(200);
    digitalWrite(PULSE_OUT, false);
}
```

Тест №2

- Какое встроенное устройство используется для синхронизации работы AVR-микроконтроллера с частотой сети, например при фазовом управлении АД?
 - АЦП;
 - Таймер/счетчик1;
 - Аналоговый компаратор;
 - Тактовый генератор;
 - верного ответа нет;
- Как задекларировать беззнаковые переменные целого типа (16 бит)?
 - byte x, z;
 - :word x, z;
 - integer x, z;
 - float x, z;
 - верного ответа нет
- Рассчитайте выдержку времени горения одного знакоместа для частоты мерцания сдвоенного семисегментного индикатора $f=50$ Гц, при частоте процессора $f=1$ МГц. Определите блок команд в циклах, которые реализуют эту динамическую индикацию?

а)	б)	в)	г)
PORTD=code_d;	PORTD=code_d;	PORTD=code_d;	PORTD=code_d;
digitalWrite(PB0,LOW);	digitalWrite(PB0,LOW);	digitalWrite(PB0,LOW);	digitalWrite(PB0,LOW);
digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (9);	delay (18);	delay (4);	delay (36);
digitalWrite(PB0,HIGH);	digitalWrite(PB0,HIGH);	digitalWrite(PB0,HIGH);	digitalWrite(PB0,HIGH);
digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (1);	delay (2);	delay (1);	delay (4);
PORTD= code_e;	PORTD= code_e;	PORTD= code_e;	PORTD= code_e;
digitalWrite (PB0,HIGH);	digitalWrite (PB0,HIGH);	digitalWrite (PB0,HIGH);	digitalWrite (PB0,HIGH);
digitalWrite (PB1, LOW);	digitalWrite (PB1, LOW);	digitalWrite (PB1, LOW);	digitalWrite (PB1, LOW);
delay (9);	delay (18);	delay (4);	delay (36);
digitalWrite(PB0,HIGH);	digitalWrite(PB0,HIGH);	digitalWrite(PB0,HIGH);	digitalWrite(PB0,HIGH);
digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);	digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (1);	delay (2);	delay (1);	delay (4);

 - верного ответа нет
- Рассчитайте минимальный коэффициент делителя АЦП при тактовой частоте $f=1$ МГц и выберите, какая директива библиотеки directADC реализует запись этого коэффициента?
 - ADC_setPrescaler(64);
 - ADC_setPrescaler(8);
 - ADC_setPrescaler(32);
 - ADC_setPrescaler(16);
 - верного ответа нет;
- Какая команда в сегменте нижеприведенного кода программы выполняется перед выполнением команды **if (OCR1A<998)** в блоке **void INT_0()**, если было разрешено прерывание командой **attachInterrupt(0, INT_0, RISING)**. **Объясните почему?**

<pre>void loop() { TCCR1B = 0x00; noInterrupts(); while (digitalRead(ON_OFF)) { } while (!digitalRead(ON_OFF)){ } TCCR1B =(0<<WGM12) (0<<WGM13) (1<<CS 11) (1<<CS10); interrupts(); while (digitalRead(ON_OFF)) { } while (!digitalRead(ON_OFF)){ } }</pre>	<pre>void INT_0() { if (OCR1A<998) OCR1A=OCR1A+25; else OCR1A=1022; delay(500); }</pre>
---	--

Тест №3

- Как на языке C-ARDUINO для AVR-микроконтроллеров определить разрядность встроенного ШИМ на базе таймера/счетчика1?
 - TCCR1A|=(1<<COM1A1)|(0<<COM1A0);
 - TCCR1A|=(0<<COM1B1)|(0<<COM1B0);
 - TCCR1A|=(1<<WGM10)|(1<<WGM11);
 - TCCR1B|=(1<<CS11)|(1<<CS10);
 - верного ответа нет;
- Рассчитайте выдержку времени t для фазового угла $\alpha=72^\circ$ при частоте сети $f=50$ Гц и количества шагов управления $k=20$ и укажите, какой код на C-ARDUINO осуществит ее?
 - delayMicroseconds(1000);
 - delayMicroseconds(8000);
 - delayMicroseconds(4000);
 - delayMicroseconds(2000);
 - верного ответа нет

3. Как проверить нажата ли кнопка на выводе PD4 (`#define PB4 4`), если при нажатии придет логический 0, при отпущенном состоянии придет – 1?
- а) `if (digitalRead(PD4)==true) {}` б) `if (digitalRead(PD4)==false) {}`
 в) `if (!digitalRead(PD4)==false) {}` г) `if (digitalRead(PB4)!=false) {}`
 д) верного ответа нет
4. С выводами порта D соединены анодами светодиода семисегментного индикатора (PD0–a, PD1–b, ... , PD7–h), а общий катод соединен с общим выводом („земля”). Какую нужно выполнить команду для зажигания „0” на семисегментном индикаторе?
- а) `PORTD=0x06;` б) `PORTD=0x3F;` в) `PORTD=0xFC;`
 г) `PORTD=0xF3;` д) верного ответа нет
5. К каким изменениям в нижеприведенном программном коде приведет замена переменной с плавающей точкой `t` на целочисленную переменную `t` и вывод результата на верхнюю строку LCD?

```

void loop() {
  td = analogRead( A3 );
  t = float(td)*165/1023-40;
  dtostrf(t, 4, 1, t_str);
  ...
  ...
}

```

Тест №4

1. Какой директивой на языке C-ардуино для AVR-микроконтроллеров подключается библиотека жидкокристаллического индикатора с параллельным подключением?
- а) `#define LCD16;` б) `#include <LiquidCrystal_I2C.h>` в) `#include <LiquidCrystal.h>`
 г) `#include <avr/eeprom.h>` д) верного ответа нет
2. Какой регистр таймера/счетчика 1 определяет тактовую частоту широтно-импульсной модуляции?
- а) `OCR1A;` б) `TIMSK;` в) `TCCR1A;` г) `TCCR1B;` д) верного ответа нет
3. Какой командой на языке C-ARDUINO можно разрешить прерывание INT0 по падающему фронту?
- а) `attachInterrupt(0, INT_0, RISING);` б) `attachInterrupt(0, INT_0, LOW);`
 в) `attachInterrupt(0, INT_0, CHANGE);` г) `attachInterrupt(0, INT_0, FALLING);`
 д) верного ответа нет.
4. С выводами порта B соединены анодами светодиода – 8 шт. Все катоды соединены с общим выводом. Какой байтовой командой можно зажечь светодиоды VD1, VD4, VD7?
- а) `DDRB=0x$8F;` б) `PORTB=0x8F;` в) `PORTB=0x49;` г) `PORTD=0x49;`
 д) верного ответа нет
5. К каким изменениям в нижеприведенном программном коде приведет замена сдвоенного семисегментного индикатора с общим катодом (см. схему лабораторной установки) на индикатор с общим анодом (оптическая развязка PC817 между анодами и выводами PC отсутствует, как при написании программного кода лабораторной работы)?
- ```

for (byte i = 0; i<50; i++)
{
 PORTD=code_d;
 digitalWrite(PB0,LOW);
 digitalWrite(PB1,HIGH);
 delay (9);

 digitalWrite(PB0,HIGH);
 digitalWrite(PB1,HIGH);
 delay (1);
}

```
- ```

PORTD= code_e;
digitalWrite (PB0, HIGH);
digitalWrite (PB1, LOW);
delay (9);

digitalWrite(PB0,HIGH);
digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (1);
}

```

Тест №5

- Какая команда установит бит 0 порта В в состояние логической 1 в AVR-микроконтроллерах, если выполнена директива **#define PB0 8**?
 а) `digitalWrite(PB0, LOW);` б) `digitalWrite(PB0, HIGH);` в) `digitalRead(PB0);`
 г) `pinMode(PB0, INPUT);` д) верного ответа нет
- Какой директивой на языке C-ARDUINO для AVR-микроконтроллеров подключается расширенная библиотека для работы со встроенным аналого-цифровым преобразователем?
 а) `#include <directADC.h>` б) `#include <SD.h>` в) `#include <LiquidCrystal.h>`
 г) `#include <avr/eeprom.h>` д) верного ответа нет
- Какой командой на языке C-ARDUINO можно разрешить прерывание INT1 по переключению логического уровня?
 а) `attachInterrupt(1, INT_1, RISING);` б) `attachInterrupt(1, INT_1, LOW);`
 в) `attachInterrupt(1, INT_1, CHANGE);` г) `attachInterrupt(1, INT_1, FALLING);`
 д) верного ответа нет.
- Рассчитайте код для регистра статуса и управления аналогового компаратора ACSR, который разрешает прерывание по падающему фронту выхода компаратора для ATtiny2313?
 а) `ACSR|=0x0A;` б) `ACSR|=0x50;` в) `ACSR|=0x8A;`
 г) `ACSR|=0x51;` д) верного ответа нет;
- В сегменте нижеприведенного кода программы укажите команду, которая выполняется следующей за ***digitalWrite(PB0, HIGH);*** в подпрограмме PP1. **Объясните почему?**

<pre>void PP1() { ... digitalWrite(PB0, HIGH); } void PP2() { ... }</pre>	<pre>void setup() { DDRD=0xFF; DDRB=0x00; ... } void loop() { if (digitalRead(button1)==false) PP1(); delay (9); ... }</pre>
--	--

Тест №6

- Какие регистры порта В предназначены для введения информации в AVR-микроконтроллер?
 а) `DDRB;` б) `PortB;` в) `PinB;` г) `TCCR1B;` д) верного ответа нет
- Рассчитайте количество циклов горения индикатора в 5 с. при частоте мерцания сдвоенного семисегментного индикатора $f=80$ Гц. Укажите блок операторов, которые реализуют эти циклы?
 а) **for**(byte i=0; i<20, i++) б) **for**(byte i=0; i<400, i++) в) **for**(byte i=0; i<50, i++) г) **for** (byte i=0; i<100, i++)

<pre>{... }</pre>	<pre>{... }</pre>	<pre>{... }</pre>	<pre>{... }</pre>
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

 д) верного ответа нет
- Рассчитайте, какой код для регистра ADCSR настраивает аналогово-цифровой преобразователь для работы в режиме однократного преобразования без прерываний и без деления частоты процессора?
 а) `ADCSR|=0xE0;` б) `ADCSR|=0xC0;` в) `ADCSR|=0x0E;` г) `ADCSR|=0xC8;`
 д) верного ответа нет
- Рассчитайте при тактовой частоте процессора 4 МГц, 9-разрядном ШИМ и коэффициенте предделителя 64, какая будет частота на выходе OC1A для ATmega328?
 а) $f=245,1$ Гц; б) $f=122,07$ Гц; в) $f=3913,9$ Гц; г) $f=61,15$ Гц;
 д) верного ответа нет;

5. В сегменте нижеприведенного кода программы укажите команды, которые формируют импульс, который открывает оптосимистор в схеме управления.

```

void loop()
{
  noInterrupts();
  digitalWrite(PULSE_OUT, LOW);
  while (digitalRead(ON_OFF)) { }
  while (!digitalRead(ON_OFF)){ }
  interrupts();
  while (digitalRead(ON_OFF)) { }
  while (!digitalRead(ON_OFF)){ }
}

void INT_0() {
  if (x<9200) x=x+500;
  else x=9700;
  delayMicroseconds(500000);
}

ISR(ANALOG_COMP_vect)
{
  delayMicroseconds(x);
  digitalWrite(PULSE_OUT, true);
  delayMicroseconds(200);
  digitalWrite(PULSE_OUT, false);
}

```

Тест №7

- Какой бит в регистре статуса и управления аналогового компаратора ACSR позволяет работу аналогового компаратора в AVR-микроконтроллерах?
а) ACD; б) ACO; в) ACI; г) ACIE; д) верного ответа нет;
- Как задекларировать знаковые переменные целого типа (16 бит)?
а) byte x, z; б) :word x, z; в) integer x, z; г) float x, z; д) верного ответа нет
- Рассчитайте выдержку времени горения одного знакоместа для частоты мерцания сдвоенного семисегментного индикатора $f=100$ Гц, при частоте процессора $f=8$ МГц. Определите блок команд в циклах, которые реализуют эту динамическую индикацию?

а) PORTD=code_d; digitalWrite(PB0,LOW); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (9); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (1);	б) PORTD=code_d; digitalWrite(PB0,LOW); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (18); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (2);	в) PORTD=code_d; digitalWrite(PB0,LOW); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (4); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (1);	г) PORTD=code_d; digitalWrite(PB0,LOW); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (36); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (4);
PORTD= code_e; digitalWrite (PB0,HIGH); digitalWrite (PB1, LOW); delay (9); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (1);	PORTD= code_e; digitalWrite (PB0,HIGH); digitalWrite (PB1, LOW); delay (18); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (2);	PORTD= code_e; digitalWrite (PB0,HIGH); digitalWrite (PB1, LOW); delay (4); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (1);	PORTD= code_e; digitalWrite (PB0,HIGH); digitalWrite (PB1, LOW); delay (36); digitalWrite(PB0,HIGH); digitalWrite(PB1,HIGH); delay (4);

д) верного ответа нет
- Рассчитайте минимальный коэффициент делителя АЦП при тактовой частоте процессора $f=8$ МГц и выберите, какая директива библиотеки directADC реализует запись этого коэффициента?
а) ADC_setPrescaler(32); б) ADC_setPrescaler(8); в) ADC_setPrescaler(64);
г) ADC_setPrescaler(16); д) верного ответа нет;

5. Какая команда в сегменте нижеприведенного кода программы выполняется перед выполнением команды **if (OCR1A>25)** в блоке **void INT_1()**, если было разрешено прерывание командой **attachInterrupt(1, INT_1, RISING)**. **Объясните почему?**

```
void loop() {
    TCCR1B = 0x00;
    noInterrupts();
    while (digitalRead(ON_OFF)) { }
    while (!digitalRead(ON_OFF)) { }
    TCCR1B |= (0 << WGM12) | (0 << WGM13) | (1 << CS10) | (1 << CS11);
    interrupts();
    while (digitalRead(ON_OFF)) { }
    while (!digitalRead(ON_OFF)) { } }

void INT_1()
{
    if (OCR1A > 25) OCR1A = OCR1A - 25;
    else OCR1A = 1;
    delay(500);
}
```

Тест №8

- Как на языке C-ARDUINO для AVR-микроконтроллеров определить коэффициент делителя частоты встроенного ШИМ на базе таймера/счетчика 1?
 - TCCR1B |= (0 << WGM12) | (0 << WGM13);
 - TCCR1A |= (0 << COM1B1) | (0 << COM1B0);
 - TCCR1A |= (1 << WGM10) | (1 << WGM11);
 - TCCR1B |= (1 << CS11) | (1 << CS10);
 - верного ответа нет;
- Рассчитайте выдержку времени t для фазового угла $\alpha = 36^\circ$ при частоте сети $f = 50$ Гц и количества шагов управления $k = 25$ и укажите, какой код на языке C-ARDUINO осуществит ее?
 - delayMicroseconds(1000);
 - delayMicroseconds(8000);
 - delayMicroseconds(4000);
 - delayMicroseconds(2000);
 - верного ответа нет
- Как проверить нажата ли кнопка на выводе PD3 (#define PB3 3), если при нажатии придет логическая 1, при отпущенном состоянии придет – 0?
 - if (digitalRead(PD4) == true) { }
 - if (digitalRead(PD4) == false) { }
 - if (digitalRead(PD4) != true) { }
 - if (!digitalRead(PB4)) { }
 - верного ответа нет
- С выводами порта В соединены катодами светодиоды семисегментного индикатора (PB0 – а, PB1 – b, ... , PB7 – h), а общий анод соединен с выводом питания +5В. Какую нужно выполнить команду для зажигания „9” на семисегментном индикаторе?
 - PORTB = 0x6F;
 - PORTB = 0x09;
 - PORTB = 0x90;
 - PORTB = 0xF6;
 - верного ответа нет
- К каким изменениям в нижеприведенном программном коде приведет замена измерительного диапазона на диапазон от -20 к +130°C и вывод результата на верхнюю строку LCD?


```
void loop() {
    ...
    td = analogRead( A3 );
    ...
    t = float(td)*165/1023-40;
    ...
    dtostrf(t, 4, 1, t_str);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("t=");
    lcd.print(t_str);
    lcd.print("C ");
}
```

Тест №9

- Какой директивой на языке C-ARDUINO для AVR-микроконтроллеров определяется соответствие выводов ARDUINO выводам жидкокристаллического индикатора, при объявлении констант: const int rs = 1, en = 2, d4 = 3, d5 = 4, d6 = 5, d7 = 6;?
 - lcd.begin(16, 2);
 - lcd.setCursor(0, 0);
 - dtostrf(U, 4, 1, U_str);
 - LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
 - верного ответа нет
- Какой регистр таймера/счетчика 1 определяет разрядность широтно-импульсной модуляции?
 - OCR1B;
 - TIMSK;
 - TCCR1A;
 - TCCR1B;
 - верного ответа нет

3. Какой командой на языке C-ARDUINO можно разрешить прерывание INT1 по нарастающему фронту?
- а) `attachInterrupt(0, INT_1, RISING);` б) `attachInterrupt(1, INT_1, LOW);`
 в) `attachInterrupt(1, INT_1, CHANGE);` г) `attachInterrupt(0, INT_1, FALLING);`
 д) верного ответа нет.
4. С выводами порта В соединенные катодами светодиоды – 8 шт. Все аноды соединены с выводом питания +5В. Какой байтовой командой можно зажечь светодиоды VD2, VD5, VD8?
- а) `DDRB=0x6D;` б) `PORTB=0x6D;` в) `PORTB=0x92;` г) `DDRB=0x92;`
 д) верного ответа нет
5. К каким изменениям в нижеприведенном программном коде приведет замена сдвоенного семисегментного индикатора с общим катодом (см. схему лабораторной установки) на индикатор с общим анодом?
- ```

byte code(byte x)
{switch (x)
{
 case 1:return 0x06; break;
 case 2:return 0x5B; break;
 case 3:return 0x4F; break;
 case 4:return 0x66; break;
 case 5:return 0x6D; break;
 case 6:return 0x7D; break;
 case 7:return 0x07; break;
 case 8:return 0x7F; break;
 case 9:return 0x6F; break;
 case 0:return 0x3F; break;
}
}

```

### Тест №10

1. Какая команда установит бит 1 порта В в состояние логической 0 в AVR-микроконтроллерах, если выполнена директива **#define PB1 9**?
- а) `digitalWrite(PB1, LOW);`                      б) `digitalWrite(PB1, HIGH);`                      в) `digitalRead(PB1);`  
 г) `pinMode(PB1, INPUT);`                      д) верного ответа нет
2. Какой директивой на языке C-ARDUINO для AVR-микроконтроллеров определяется коэффициент делителя частоты аналого-цифрового преобразователя, если установлена библиотека **DirectADC**?
- а) `ADC_enable();`                      б) `ADC_setPrescaler(64);`    в) `ADC_setReference(ADC_VCC);`  
 г) `setAnalogMux(ADC_A4);`                      д) верного ответа нет
3. Какой командой на языке C-ARDUINO можно разрешить прерывание INT0 по низкому логическому уровню?
- а) `attachInterrupt(0, INT_1, RISING);`                      б) `attachInterrupt(1, INT_1, LOW);`  
 в) `attachInterrupt(1, INT_1, CHANGE);`                      г) `attachInterrupt(0, INT_1, FALLING);`  
 д) верного ответа нет.
4. Рассчитайте код для регистра статуса и управления аналогового компаратора ACSR, который разрешает прерывание по нарастающему фронту выхода компаратора для ATtiny2313?
- а) `ACSR|=0x0A;`                      б) `ACSR|=0x50;`                      в) `ACSR|=0x8A;`  
 г) `ACSR|=0x0B;`                      д) верного ответа нет;

5. Сколько байт стека в оперативной памяти будет задействовано под адреса возврата, когда будет выполняться команда **PORTB:=0x00** в подпрограмме **PP2** в сегменте нижеприведенного кода программы:4

```

void PP1() void setup()
{
...
digitalWrite(PB0, HIGH);
PP2();
}
void PP2()
{
...
PORTB:=0x00;
}

```

```

void setup()
{
 DDRD=0x01;
 DDRB=0xFF;
 ...
}
void loop()
{
 if (digitalRead(button1)==false) PP1();
 delay (9);
 ...
}

```

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания к лабораторным работам»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                             |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)                    |
| 4                                     | Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)                     |
| 3                                     | Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)                      |
| 2                                     | Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов) |

## Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

### Теоретические вопросы

1. Позиционные системы счисления
2. Общие сведения о AVR – микроконтроллерах. (Отличные особенности, архитектура)
3. Схемотехника портов AVR-микроконтроллеров и их альтернативы.
4. Выполнение математических операций AVR-микроконтроллерами.
5. Выполнение подпрограмм и стек.
6. Источники прерываний и подпрограммы обработки прерываний.
7. Сброс в AVR - микроконтроллерах. Обработка сигналов сброса.
8. Прерывание в таймерах-счетчиках. Регистры TIFR и TIMSK.
9. Режимы энергосбережения в AVR - микроконтроллерах.
10. Таймер-счетчик0, архитектура. Регистры данных, управления и совпадения.
11. Таймер - счетчик 2, архитектура. Регистры данных, управления и совпадения.
12. Работа таймера -счетчика 0 в режиме широтно-импульсной модуляции
13. Работа таймера - счетчика 2 в режиме широтно-импульсной модуляции.
14. Асинхронная работа таймера - счетчика 0.
15. Таймер/счетчик 1. Архитектура, регистры данных, управления и совпадения.
16. Работа таймера - счетчика 1 в режиме широтно-импульсной модуляции.
17. Сторожевой таймер (Watchdog Timer) в AVR – микроконтроллерах.

18. Аналоговый компаратор в AVR - микроконтроллерах.
19. Аналого-цифровой преобразователь в AVR - микроконтроллерах.
20. Последовательный периферийный интерфейс SPI (serial peripheral interface).
21. Универсальный асинхронный приемопередатчик – UART (universal asynchronous receiver-transmitter)
22. Выполнение логических операций микроконтроллерами
23. Выполнение арифметических операций сложения и вычитания.
24. Выполнение арифметических операций умножения и деления.
25. Выполнение математических операций (sin, exp, 10x...).
26. Обращение к EEPROM при записи и чтении ( EEARH, EEARL, EEDR, EEDR).

## **Практические задания**

1. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет поочередно зажигать все светодиоды, подключенные анодами к порту В микроконтроллера ATmega328P с интервалом 2,0 сек.
2. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет поочередно зажигать светодиоды, подключенные катодами к порту В микроконтроллера ATmega328P с интервалом 1,5 сек.
3. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет на выводе 0 порта В формировать двухтактный сигнал (1200Гц и 600Гц), на базе микроконтроллера ATmega328P с интервалами звучания 1,0 и 0,75 сек.
4. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет формировать на выводе 0 порта В двухтактный сигнал (1500Гц и 800Гц), на базе микроконтроллера ATmega328P с интервалами звучания 1,5 и 0,75 сек.
5. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет формировать на выводе 0 порта В двухтактный сигнал (2000Гц и 1000Гц), на базе микроконтроллера ATmega328P с интервалами звучания 2,0 и 1,25 сек.
6. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать динамическую индикацию с частотой 50 Гц. С выводами порта В соединены анодами светодиоды сдвоенного семисегментного индикатора (PB0 - a, PB1 - b, PB7 - h), а общие катоды соединены с PD5 и PD6.
7. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать динамическую индикацию с частотой 40 Гц. С выводами порта В соединены анодами светодиоды сдвоенного семисегментного индикатора (PB0 - a, PB1 - b, PB7 - h), а общие катоды соединены с PD5 и PD6.
8. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать формирование целого числа x (10 цифр), которое вводится последовательно с матричной клавиатуры в десятичном формате.
9. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет измерять четыре параметра: напряжение(0-280В), ток(0-30А), частоту вращения (0- 1000RPM) и температуру (- 40..100оС) и отобразить их целую часть на жидкокристаллическом индикаторе(2x16).
10. Написать блок основной программы и подпрограмму обработчика прерываний по аналоговому компаратору на языке Arduino C, которые позволяют синхронизировать работу AVR -микроконтроллера с сетевой частотой при фазовом управлении асинхронным двигателем.
11. Написать подпрограмму обработчика прерываний по сигналу INT1 и связать с ним часть основной программы на языке Arduino C, которые позволяют уменьшить на 10 ступеней скорость вращения двигателя постоянного тока, управляемого широтно-импульсным модулятором в составе AVR.
12. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать динамическую индикацию с частотой 60 Гц. С выводами порта В соединены анодами

светодиоды сдвоенного семисегментного индикатора (PB0 - a, PB1 - b, PB7 - h), а общие катоды соединены с выводами PD5 и PD6.

13. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать динамическую индикацию с частотой 30 Гц. С выводами порта В соединены анодами светодиоды сдвоенного семисегментного индикатора (PB0-a, PB1-b, PB7-h), а общие катоды соединены с PD5 и PD6.

14. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать формирование целого числа х (8 цифр), которое вводится последовательно с матричной клавиатуры в шестнадцатеричном формате.

15. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет измерять четыре параметра напряжение (0-660 В), ток(0-75 А), частоту вращения (0-1500 RPM) и температуру (- 40..140oC) и отобразить их целую часть на жидкокристаллическом индикаторе(2x16).

16. Написать подпрограмму обработчика прерываний по сигналу INT0 и связать с ним часть основной программы на языке Arduino C, которые позволяют увеличить на 10 ступеней скорость вращения двигателя постоянного тока, управляемого широтно-импульсным модулятором в составе AVR.

17. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет измерять четыре параметра напряжение (0-440В), ток(0-55А), частоту вращения (0-3000RPM) и температуру (- 25..125oC) и отобразить их (тип данных - float) на жидкокристаллическом индикаторе(2x16).

18. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет поочередно зажигать все нечетные светодиоды, подключенные анодами к порту В микроконтроллера ATmega328P с интервалом 1,9 сек.

19. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет поочередно зажигать четные светодиоды, подключенные катодами к порту В микроконтроллера ATmega328P с интервалом 1,4 сек.

20. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет формировать на выводе 1 порта В двухтактный сигнал (1200Гц и 400Гц), на базе микроконтроллера ATmega328P с интервалами звучания 1,0 и 0,75 сек.

21. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет формировать на выводе 4 порта В двухтактный сигнал (1300Гц и 800Гц), на базе микроконтроллера ATmega328P с интервалами звучания 1,2 и 0,75 сек.

22. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет поочередно зажигать в обратном порядке все светодиоды, подключенные катодами к порту В микроконтроллера ATmega328P с интервалом 1,3 сек.

23. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет формировать на выводе 7 порта В двухтактный сигнал (2500Гц и 1600Гц), на базе микроконтроллера ATmega328P с интервалами звучания 2,5 и 1,6 сек.

24. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать динамическую индикацию с частотой 80 Гц. С выводами порта В соединены катодами светодиоды сдвоенного семисегментного индикатора (PB0 - a, PB1 - b, PB7 - h), а общие аноды соединены с PD0 и PD1.

25. Написать подпрограмму обработчика прерываний по сигналу INT1 и связать с ним часть основной программы на языке Arduino C, которые позволяют увеличить на 17 ступеней скорость вращения двигателя постоянного тока, управляемого широтно-импульсным модулятором в составе AVR.

26. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет реализовать формирование целого числа х (11 цифр), которые вводится последовательно с матричной клавиатуры в восьмеричном формате.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет)

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено                               | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
|                                       | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |
|                                       | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |
| Не зачтено                            | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы                            |

### Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры<br>(кафедр), на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись<br>(с расшифровкой)<br>заведующего кафедрой<br>(заведующих кафедрами) |
|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |