МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
_____ Ю.В. Бородач
(подпись)
«__26__» ____09____ 2024 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике»

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и элетротехника

Профиль: Электроснабжение

Северодонецк – 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электроснабжение») – 39 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике» разработана в соответствии федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:
к.т.н., доцент Ткачев Р.Ю.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники «_05_» _сентября_ 2024 г., протокол №_1_.

Заведующий кафедрой ИТПЭ _____ В.Г. Чебан

Переутверждена: «____» _____ 20___г., протокол №___.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «_16_» _сентября_ 2024 г., протокол №_1_.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля» _____ Ю.В. Бородач

© Ткачев Р.Ю., 2024 г.
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

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 объектами электропотребления или для автоматизации систем управления электроснабжением; 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 автоматики энергосистем.

Задачи: изучить виды и классификацию современных отечественных и импортных микропроцессоров, которые используются в электроприводе или для автоматизации систем управления электроснабжением; 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 автоматики энергосистем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина *«Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике»* 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 объектами электропотребления или для автоматизации систем управления электроснабжением; 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», «Силовая электроника» и

служит основой для освоения дисциплины «Микропроцессорные системы релейной защиты и автоматики».

Дисциплина «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике» 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
ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	**знать:** виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении объектами электропотребления или для автоматизации систем управления электроснабжением; 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: 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;
		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.

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)	**180 (5 зач. ед)**	**180 (5 зач. ед)**	**180 (5 зач. ед)**
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	**68**		**18**
Лекции	34		6
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	17		6
Лабораторные работы	34		6
Самостоятельная работа студента (всего) в том числе:	**95**		**162**
Курсовая работа (курсовой проект)	36		36
Другие формы и методы организации образовательного процесса (*расчетно-графические работы,* индивидуальные задания *и т.п.)*	-		-
Форма аттестации	экзамен	экзамен	экзамен

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. Сроки 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-миразрядних 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	**2**		**2**
2.	Позиционные системы счисления. Выполнение логических и арифметических операций. Реализация математических функций.	**2**		
3.	Архитектура AVR-микроконтроллеров. Обзор возможностей. Структурная схема.	**2**		
4.	Организация памяти. Память программ и память данных. Регистры общего назначения и регистры специальных функций.	**2**		
5.	Процесс выполнения программы. Работа тактового генератора и выполнение микропроцессором команд программной памяти.	**2**		
6.	Процесс выполнения подпрограммы и обработка прерываний. Стек и вызов подпрограмм. Аппаратные прерывания и обработчики прерываний.	**2**		
7.	Типы данных. Декларирование констант и переменных в языке Arduino C	**2**		**2**
8.	Группа команд ветвления и передачи управления в языке Arduino C	**2**		
9.	Операторы языка C	**2**		
10.	Функции преобразования типов переменных в языке Arduino C	**2**		
11.	Сроки и массивы языка Arduino C	**2**		
12.	Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C	**2**		
13.	Функции и процедуры, и обработчики прерываний Arduino C	**2**		**2**
14.	Процессы и задачи языка Arduino C	**2**		
15.	Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR-микроконтроллеров. Регистры управления портами (PORTn, DDRn и PINn).	**2**		
16.	Восьмиразрядные таймер/счетчики T/C0 и T/C2 в составе AVR – микроконтроллеров. Архитектура таймер/счетчиков T/C0 и T/C2.	**2**		
17.	Шестнадцатиразрядный таймер/счетчик T/C1 в составе AVR – микроконтроллеров. Архитектура таймер/счетчика T/C1.	**1**		
18.	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:		**34**		**6**

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.	**1**		
2	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы опроса датчиков на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
3	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы временного реагирования светодиодов на нажатие кнопок управления на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		**1**
4	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы охранной звуковой и световой сигнализации на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
5	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы генерации с управлением частотой прямоугольных импульсов на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
6	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы динамической индикации на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		**1**
7	Разработка алгоритма работы вычислительной микропроцессорной системы с индикацией на жидкокристаллическом индикаторе на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
8	Разработка алгоритма работы контрольно-измерительной микропроцессорной системы с выводом результатов на жидкокристаллический индикатор на базе микроконтроллера ATMega16	**1**		
9	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		**1**
10	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью частотной модуляции на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
11	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью фазоимпульсной модуляции на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		**1**
12	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения	**1**		

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
	трехфазного асинхронного двигателя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)			
13	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**		
14	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного мостового выпрямителя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
15	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного нулевого выпрямителя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		**1**
16	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного нулевого выпрямителя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
17	Разработка алгоритма работы микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P) Обзор программаторов для AVR-микроконтроллеров. Защита лабораторных работ. Подведение итогов.	**1**		**1**
Итого:		**17**		**6**

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 опроса датчиков на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		**2**
3.	Микропроцессорная система временного реагирования светодиодов на нажатие кнопок управления на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		

№	Название темы	Объем часов		
4.	Микропроцессорная система охранной звуковой и световой сигнализации на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
5.	Микропроцессорная система генерации с управлением частотой прямоугольных импульсов на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
6.	Микропроцессорная система динамической индикации на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		**2**
7.	Вычислительная микропроцессорная система с индикацией на жидкокристаллическом индикаторе на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
8.	Контрольно-измерительная микропроцессорная система с выводом результатов на жидкокристаллический индикатор на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
9.	Микропроцессорная система управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
10.	Микропроцессорная система управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью частотной модуляции на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
11.	Микропроцессорная система управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью фазоимпульсной модуляции на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
12.	Микропроцессорная система фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		**2**
13.	Микропроцессорная система фазового регулирования скоростью вращения двигателя постоянного тока с однофазным мостовым выпрямителем на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
14.	Микропроцессорная система фазового регулирования скоростью вращения двигателя постоянного тока с трехфазным мостовым выпрямителем на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
15.	Микропроцессорная система регулирования	**2**		

№	Название темы	Объем часов		
	скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного нулевого выпрямителя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)			
16.	Микропроцессорная система регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного нулевого выпрямителя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**2**		
17.	Микропроцессорная система фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя на базе микроконтроллерной платы Arduino UNO (микроконтроллер ATmega328P)	**1**		
18.	Обзор программаторов для AVR-микроконтроллеров. Защита лабораторных работ. Подведение итогов.	**1**		
Итого:		**34**		**6**

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	3		7
2.	Программирование микропроцессорной системы временного реагирования светодиодов на нажатие кнопок управления	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	3		7
3.	Программирование микропроцессорной системы охранной звуковой и световой сигнализации	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	3		8
4.	Программирование микропроцессорной системы генерации с управлением частотой прямоугольных импульсов	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	3		8
5.	Программирование микропроцессорной системы динамической индикации	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	3		8
6.	Программирование вычислительной микропроцессорной системы с индикацией на жидкокристаллическом	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
	индикаторе				
7.	Программирование контрольно-измерительной микропроцессорной системы с выводом результатов на жидкокристаллический индикатор	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
8.	Программирование микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
9.	Программирование микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью частотной модуляции	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
10.	Программирование микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью фазоимпульсной модуляции	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
11.	Программирование микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
12.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного мостового выпрямителя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
13.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного мостового	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
	выпрямителя				
14.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного нулевого выпрямителя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
15.	Программирование микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного нулевого выпрямителя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
16.	Программирование микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4		8
17.	Курсовая работа на тему: «Разработка микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ»	выполнение курсовой работы (проекта)	36		36
Итого:			**95**		**162**

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике».

Тематика курсовых работ по вариантам:

1. Разработка микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью ШИМ.
2. Разработка микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью частотной модуляции.
3. Разработка микропроцессорной системы управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с помощью фазоимпульсной модуляции.
4. Разработка микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя.
5. Разработка микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного мостового выпрямителя.
6. Разработка микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием трехфазного нулевого выпрямителя.
7. Разработка микропроцессорной системы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с фазовым регулированием однофазного нулевого выпрямителя.
8. Разработка микропроцессорной системы фазового регулирования скорости вращения трехфазного асинхронного двигателя.

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 радиолюбительской 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 системы управления в электроэнергетике» 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
Аудиоплейер	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 системы управления в электроэнергетике»

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	**ПК-2** Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	**Пороговый**	**знать:** виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении объектами электропотребления или для автоматизации систем управления электроснабжением; 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:** 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;
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; 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), очно/заочно
1	ПК-2	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Позиционные системы счисления. Терминология микропроцессорной техники.	5/8
				Тема 2. Архитектура AVR-микроконтроллеров	5/8
				Тема 3. Процесс выполнения программы, подпрограммы и обработка прерываний	5/8
				Тема 4. Типы данных. Ветвление и передача управления в языке Arduino C	5/8
				Тема 5. Операторы языка Arduino C	5/8
				Тема 6. Сроки и массивы языка Arduino C	5/8
				Тема 7. Указатели, перечисления и структуры данных на языке Arduino C	5/8
				Тема 8. Функции, процедуры и обработчики прерываний языка Arduino C	5/8
				Тема 9. Периферийные устройства ввода и вывода информации AVR -микроконтроллеров	5/8
				Тема 10. Таймер/счетчики в составе AVR - микроконтроллеров	5/8

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.	**ПК-2** Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования	**знать:** виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров, которые могут использоваться в управлении объектами электропотребления или для автоматизации систем управления электроснабжением; структурные, функциональные схемы и архитектуру микропроцессоров и их блоков; режимы работы различных блоков микропроцессора; систему команд языка высокого уровня микропроцессоров; цикл разработки программ управления;	Тема 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 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 Тема 8. Функции, процедуры и обработчики прерываний языка Arduino C Тема 9. Периферийные	тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации 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;		тестовые задания к лабораторным работам

№ п/п	Код ком-петен-ции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
		ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования 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 микропроцес-сорной системы; навыками прошивки программного кода в реальный микроконтроллер (встроенную память микропроцессора) с использованием встроенного программатора.	устройства ввода и вывода информации AVR -микроконтрол-леров Тема 10. Таймер/счетчики в составе AVR – микроконтрол-леров	тестовые задания к лабораторным работам

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике»

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике» 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

1. Какие регистры предназначены для настройки порта B на ввод и вывод информации в AVR-микроконтроллерах?
   а) DDRB; б) PortB; в) PinB; г)TCCR1B; д) верного ответа нет
2. Рассчитайте количество циклов горения индикатора в 2 с. при частоте мерцания сдвоенного 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

3. 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
4. Рассчитайте при тактовой частоте процессора 1 МГц, 8-разрядном ШИМ и коэффициенте предделителя 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;
5. 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

1. Какое встроенное устройство используется для синхронизации работы AVR-микроконтроллера с частотой сети, например при фазовом управлении АД?
   а) АЦП; б) Таймер/счетчик1; в) Аналоговый компаратор;
   г) Тактовый генератор; д) верного ответа нет;
2. Как задекларировать беззнаковые 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
3. 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)
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);
```

```
б)
PORTD=code_d;
digitalWrite(PB0,LOW);
digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (18);
digitalWrite(PB0,HIGH);
digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (2);
PORTD= code_e;
digitalWrite (PB0,HIGH);
digitalWrite (PB1, LOW);
delay (18);
```

```
в)
PORTD=code_d;
digitalWrite(PB0,LOW);
digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (4);
digitalWrite(PB0,HIGH);
digitalWrite(PB1,HIGH);
delay (1);
PORTD= code_e;
digitalWrite (PB0,HIGH);
digitalWrite (PB1, LOW);
delay (4);
```

```
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 (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);
```

д) верного ответа нет

4. Рассчитайте минимальный коэффициент предделителя АЦП при тактовой частоте f=1 МГц и выберите, какая директива библиотеки directADC реализует запись этого коэффициента?
   а) ADC_setPrescaler(64); б) ADC_setPrescaler(8); в) ADC_setPrescaler(32);
   г) ADC_setPrescaler(16); д) верного ответа нет;
5. 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?**

```
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)){ }   }
```

```
void INT_0() {
 if (OCR1A<998) OCR1A=OCR1A+25;
 else OCR1A=1022;
 delay(500);
}
```

Тест №3

1. Как на языке C-ARDUINO для AVR-микроконтроллеров определить разрядность встроенного ШИМ на базе таймера/счетчика1?
   а) TCCR1A|=(1<<COM1A1)|(0<<COM1A0); б) TCCR1A|=(0<<COM1B1)|(0<<COM1B0);
   в) TCCR1A|=(1<<WGM10)|(1<<WGM11); г) TCCR1B|=(1<<CS11)|(1<<CS10);
   д) верного ответа нет;
2. Рассчитайте выдержку времени t для фазового угла α=72° при частоте сети f=50 Гц и количества шагов управления k=20 и укажите, какой код на C-ARDUINO осуществит ее?
   а) delayMicroseconds(1000); б) delayMicroseconds(8000); в) delayMicroseconds(4000);
   г) delayMicroseconds(2000); д) 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 светодиоды семисегментного индикатора (PD0–a, PD1–b, … , PD7–h), а общий катод соединен с общим выводом („земля”). Какую нужно выполнить команду для зажжения „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);
…
…
```

```
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("t=");
lcd.print(t_str);
lcd.print("C   ");
delay(1000);
}
```

Тест №4

1. Какой директивой на языке С-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 светодиоды – 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

1. Какая команда установит бит 0 порта B 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
2. 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
3. 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.
4. 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;

5. В сегменте нижеприведенного кода программы укажите команду, которая выполняется следующей за ***digitalWrite(PB0, HIGH);*** в подпрограмме **PP1. Объясните почему?**

```
void PP1()
{
…
digitalWrite(PB0, HIGH);
}
void PP2()
{
…
}
```

```
void setup()
{
DDRD=0xFF;
DDRB=0x00;
…
}
void loop()
{
if (digitalRead(button1)==false) PP1();
delay (9);
…
}
```

Тест №6

1. Какие регистры порта В предназначены для введения информации в AVR-микроконтроллер?
   а) DDRB; б) PortB; в) PinB; г)TCCR1B; д) верного ответа нет
2. 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++)
{…
}

д) верного ответа нет

3. 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
4. Рассчитайте при тактовой частоте процессора 4 МГц, 9-разрядном ШИМ и коэффициенте предделителя 64, какая будет частота на выходе OC1A для ATMtga328?
   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

1. 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;
2. 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
3. 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)	б)	в)	г)

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);
	PORTD=code_d;
	digitalWrite(PB0,LOW);
	digitalWrite(PB1,HIGH);
	delay (18);
	digitalWrite(PB0,HIGH);
	digitalWrite(PB1,HIGH);
	delay (2);
	
	PORTD= code_e;
	digitalWrite (PB0,HIGH);
	digitalWrite (PB1, LOW);
	delay (18);
	digitalWrite(PB0,HIGH);
	digitalWrite(PB1,HIGH);
	delay (2);
		PORTD=code_d;
		digitalWrite(PB0,LOW);
		digitalWrite(PB1,HIGH);
		delay (4);
		digitalWrite(PB0,HIGH);
		digitalWrite(PB1,HIGH);
		delay (1);
		
		PORTD= code_e;
		digitalWrite (PB0,HIGH);
		digitalWrite (PB1, LOW);
		delay (4);
		digitalWrite(PB0,HIGH);
		digitalWrite(PB1,HIGH);
		delay (1);
			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 (36);
			digitalWrite(PB0,HIGH);
			digitalWrite(PB1,HIGH);
			delay (4);

   д) верного ответа нет
4. Рассчитайте минимальный коэффициент предделителя 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<<CS
11)|(1<<CS10);
  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

1. Как на языке C-ARDUINO для AVR-микроконтроллеров определить коэффициент предделителя частоты встроенного ШИМ на базе таймера/счетчика1?
   а) TCCR1B|=(0<<WGM12)|(0<<WGM13); б) TCCR1A|=(0<<COM1B1)|(0<<COM1B0);
   в) TCCR1A(1<<WGM10)|(1<<WGM11); г) TCCR1B|=(1<<CS11)|(1<<CS10);
   д) верного ответа нет;
2. Рассчитайте выдержку времени t для фазового угла α=36° при частоте сети f=50 Гц и количества шагов управления k=25 и укажите, какой код на языке C-ARDUINO осуществит ее?
   а) delayMicroseconds(1000); б) delayMicroseconds(8000); в) delayMicroseconds(4000);
   г) delayMicroseconds(2000); д) верного ответа нет

3. Как проверить нажата ли кнопка на выводе PD3 (#define PB3 3), если при нажатии придет логическая 1, при отпущенном состоянии придет – 0?
   а) if (digitalRead(PD4)==true) {} б) if (digitalRead(PD4)==false) {}
   в) if (digitalRead(PD4)!=true) {} г) if (!digitalRead(PB4)) {}
   д) верного ответа нет
4. С выводами порта В соединены катодами светодиоды семисегментного индикатора (PB0 – a, PB1–b, … , PB7 – h), а общий анод соединен с выводом питания +5В. Какую нужно выполнить команду для зажжения „9” на семисегментном индикаторе?
   а) PORTB=0x6F; б) PORTB=0x09; в) PORTB=0x90;
   г) PORTB=0xF6; д) верного ответа нет
5. К каким изменениям в нижеприведенном программном коде приведет замена измерительного диапазона на диапазон от -20 к +130°С 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

1. 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;?
   а) lcd.begin(16, 2); б) lcd.setCursor(0, 0); в) dtostrf(U, 4, 1, U_str);
   г) LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7); д) верного ответа нет
2. Какой регистр таймера/счетчика 1 определяет разрядность широтно-импульсной модуляции?
   а) OCR1B; б) TIMSK; в) TCCR1A; г) TCCR1B; д) 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 B 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 предделителя 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()
{
…
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 (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)

Задания к выполнению курсовой работы:

Таблица 1. Задания по вариантам (часть 1)

Вариант	Тип управления	Тип преобразователя	Вентиль	Тип двигателя	Тип двигателя/ напряжение	Мощность двигателя, кВт	Скорость двигателя, об/мин	к.п.д./cos φ/kI
1.	ШИМ	Неуправляемый однофазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН225МУХЛ4 220 В	7,5	1500	77
2.	ФИМ	Неуправляемый однофазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН225МУХЛ4 220 В	11	600	79,5
3.	ЧМ	Неуправляемый однофазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН225МУХЛ4 220 В	15	750	80,5
4.	ФУ	Управляемый однофазный мостовой выпрямитель	Тиристор	ДПТ	2ПН225МУХЛ4 220 В	22	1000	82
5.	ФУ	Управляемый симистор (1 фаза)	Симистор	АД	АИРЕ 80В2 220 В	2,2	2800	77/ 0,95/ 4,8
6.	ШИМ	Неуправляемый однофазный выпрямитель с выводом средней точки трансформатора	Диод	ДПТ	2ПН225МУХЛ4 220 В	37	1500	86,5
7.	ФИМ	Неуправляемый однофазный выпрямитель с выводом средней точки трансформатора	Диод	ДПТ	2ПН225LУХЛ4 220 В	18,5	750	83
8.	ЧМ	Неуправляемый однофазный выпрямитель с выводом средней точки трансформатора	Диод	ДПТ	2ПН225LУХЛ4 220 В	30	1060	84,5
9.	ФУ	Управляемый однофазный выпрямитель с выводом средней точки трансформатора	Тиристор	ДПТ	2ПН225LУХЛ4 220 В	45	1500	87,5
10.	ФУ	Управляемый симистор (1 фаза)	Симистор	АД	АИРЕ 80В2 220 В	3,0	2800	78/ 0,98/

Вариант	Тип управления	Тип преобразователя	Вентиль	Тип двигателя	Тип двигателя/ напряжение	Мощность двигателя, кВт	Скорость двигателя, об/мин	к.п.д./cos φ/kI
								5,2
11.	ШИМ	Неуправляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН250МУХЛ4 220 В	55	1500	87
12.	ФИМ	Неуправляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН250LУХЛ4 220 В	75	1500	89
13.	ЧМ	Неуправляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2П0200LУХЛ4 220 В	17	1500	89
14.	ФУ	Управляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Тиристор	ДПТ	2П0200LУХЛ4 220 В	24	2360	90
15.	ФУ	Управляемый симистор (3 фазы)	Симистор	АД	4А160S2У3 220/380 В	15	3000	88/ 0,91/ 7,5
16.	ШИМ	Неуправляемый трехфазный выпрямитель с выводом нулевой точки трансформатора	Диод	ДПТ	2П0200LУХЛ4 440 В	7,5	750	83,5
17.	ФИМ	Неуправляемый трехфазный выпрямитель с выводом нулевой точки трансформатора	Диод	ДПТ	2П0200LУХЛ4 440 В	11	1000	87
18.	ЧМ	Неуправляемый трехфазный выпрямитель с выводом нулевой точки трансформатора	Диод	ДПТ	2ПФ200LУХЛ4 440 В	15	800	83,5
19.	ФУ	Управляемый трехфазный выпрямитель с выводом нулевой точки трансформатора	Тиристор	ДПТ	2ПФ250МУХЛ4 440 В	22	600	80
20.	ФУ	Управляемый симистор (3 фазы)	Симистор	АД	4А200М4У3 220/380 В	37	1500	91/ 0,9/ 7,0

Вариант	Тип управления	Тип преобразователя	Вентиль	Тип двигателя	Тип двигателя/ напряжение	Мощность двигателя, кВт	Скорость двигателя, об/мин	к.п.д./cos φ/kI
21.	ШИМ	Неуправляемый однофазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН250LУХЛ4 440 В	28	750	83
22.	ФИМ	Неуправляемый однофазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН225LУХЛ4 440 В	18,5	750	83
23.	ЧМ	Неуправляемый однофазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН225LУХЛ4 440 В	30	1060	84,5
24.	ФУ	Управляемый однофазный мостовой выпрямитель	Тиристор	ДПТ	2ПН250LУХЛ4 440 В	45	1000	85,5
25.	ФУ	Управляемый симистор (3 фазы)	Симистор	АД	4А20015У3 220/380 В	22	750	88,5/ 0,84/ 6,0
26.	ШИМ	Неуправляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН250МУХЛ4 440 В	55	1700	87
27.	ФИМ	Неуправляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПН250LУХЛ4 440 В	71	1500	88,5
28.	ЧМ	Неуправляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Диод	ДПТ	2ПФ250МУХЛ4, 440 В	50	1500	87
29.	ФУ	Управляемый трехфазный мостовой выпрямитель	Тиристор	ДПТ	2ПН315LУХЛ4 440 В	75	800	88
30.	ФУ	Управляемый симистор (3 фазы)	Тиристор	АД	4А250S6У3 220/380 В	45	1000	91,5/ 0,89/ 7,0
31.	ЧУ	Однофазный мостовой инвертор тока	Транзистор	АД	АИРЕ 80В2 220 В	3,0	2800	78/ 0,98/ 5,2
32.	ЧУ	Однофазный мостовой инвертор напряжения	Транзистор	АД	АИРЕ 80А2 220 В	1,5	2800	76/ 0,95/ 4,8
33.	ЧУ	Однофазный мостовой инвертор тока	Транзистор	АД	АИРЕ 90L4 220 В	2,2	1400	76/ 0,95/ 4,8

Вариант	Тип управления	Тип преобразователя	Вентиль	Тип двигателя	Тип двигателя/ напряжение	Мощность двигателя, кВт	Скорость двигателя, об/мин	к.п.д./cos φ/kI
34.	ЧУ	Однофазный мостовой инвертор напряжения	Тиристор	АД	АИРЕ 80А4 220 В	1,1	1400	71/ 0,95/ 4,0
35.	ФУ	Управляемый симистор (3 фазы)	Симистор	АД	4А112М2У3 220/380 В	7,5	3000	88,0/ 0,9/ 7,5
36.	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор тока	Транзистор	АД	4А1Э2М4У3 220/380 В	11	1500	87,5/ 0,87/ 7,0
37.	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор напряжения	Транзистор	АД	4А160S2Y3 220/380 В	15	3000	88/ 0,91/ 7,5
38.	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор тока	Транзистор	АД	4А100S4Y3 220/380 В	3,0	1500	82,0/ 0,83/ 6,5
39.	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор напряжения	Транзистор	АД	4А180S2Y3 220/380 В	22	1000	88,5/ 0,84/ 6,0
40.	ФУ	Управляемый симистор (3 фазы)	Тиристор	АД	4А1Э2М4У3 220/380 В	11	1500	87,5/ 0,87/ 7,0
41.	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор тока	Транзистор	АД	4А112МВ6У3 220/380 В	4,0	1000	82,0/ 0,81/ 6,0
42	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор напряжения	Транзистор	АД	4А1Э2М8У3 220/380 В	5,5	750	83,0/ 0,74/ 6,0
43.	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор тока	Транзистор	АД	4А112М2У3 220/380 В	7,5	3000	87,5/ 0,88/ 7,5
44.	ЧУ	Трехфазный мостовой инвертор напряжения	Транзистор	АД	4А160М4У3 220/380 В	18,5	1500	89,5/ 0,88/ 7,0
45.	ФУ	Управляемый симистор (3 фазы)	Симистор	АД	4А160М6У3 220/380 В	15	1000	87,5/ 0,87/ 6,0

Примечание: ШИМ – широтно-импульсная модуляция; ФИМ– фазоимпульсная модуляция; ЧМ – частотная модуляция; ФУ – фазовое управление; ЧУ – частотное управление; ДПТ – двигатель постоянного тока; АД – асинхронный двигатель.

Таблица 2. Задания по вариантам (часть 2)

Задания к выполнению курсового проекта при регулировании ШИМ

Вариант	Коэффициент предделителя	Разрядность ШИМ	Шаг ступени регулирования ШИМ	**диапазоны контролируемых параметров**				**наличие матричной клавиатуры**
				ΔU, *В*	ΔI, *А*	Δn, *об / мин*	Δt, *А*	
1.	1	10	40	**5..** U_{max}	**1..** I_{max}	**0..** n_{max}	**-40..100**	Да
6.	256	8	10	**10..** U_{max}	**2..** I_{max}	**25..** n_{max}	**-35..110**	Нет
11.	64	9	20	**15..** U_{max}	**2,5..** I_{max}	**75..** n_{max}	**-30..105**	Да
16.	8	10	50	**25..** U_{max}	**3,5..** I_{max}	**125..** n_{max}	**-25..115**	Нет
21.	1024	8	5	**30..** U_{max}	**4,5..** I_{max}	**50..** n_{max}	**-20..120**	**ДА**
26.	256	9	15	**35..** U_{max}	**0..** I_{max}	**100..** n_{max}	**-15..125**	Нет

U_{max}, I_{max}, n_{max} *– максимальные расчетные значения (см. разд. 5.2.)*

Если минимальное значение тока по отношению к I_{max} *более 10%, необходимо разделить минимальное значение на 10.*

Задания к выполнению курсового проекта при регулировании ФИМ

Вариант	Коэффициент предделителя	Совпадение/ переполнение	Шаг ступени регулирования ФИМ	**диапазоны контролируемых параметров**				**наличие матричной клавиатуры**
				ΔU, *В*	ΔI, *А*	Δn, *об / мин*	Δt, *А*	
2.	1	С	600	**7..** U_{max}	**1,2..** I_{max}	**0..** n_{max}	**-40..102**	Да
7.	256	П	500	**12..** U_{max}	**2,2..** I_{max}	**27..** n_{max}	**-37..112**	Нет
12.	64	С	400	**17..** U_{max}	**2,7..** I_{max}	**77..** n_{max}	**-32..107**	Да
17.	8	П	700	**27..** U_{max}	**3,7..** I_{max}	**127..** n_{max}	**-27..117**	Нет
22.	1024	С	800	**32..** U_{max}	**4,7..** I_{max}	**52..** n_{max}	**-22..120**	ДА
27.	256	П	900	**37..** U_{max}	**0..** I_{max}	**102..** n_{max}	**-17..122**	Нет

U_{max}, I_{max}, n_{max} *– максимальные расчетные значения (см. разд. 5.2.)*

Если минимальное значение тока по отношению к I_{max} *более 10%, необходимо разделить минимальное значение на 10.*

Задания к выполнению курсового проекта при регулировании ЧМ

Вариант	Коэффициент предделителя	Совпадение/ переполнение	Шаг ступени регулировани я ФИМ	**диапазоны контролируемых параметров**				**наличие матричной клавиатуры**
				ΔU, *В*	ΔI, *А*	Δn, *об / мин*	Δt, *А*	
3.	256	П	650	**3..** U_{max}	**1,1..** I_{max}	**0..** n_{max}	**-40..105**	Да
8.	8	С	550	**6..** U_{max}	**2,1..** I_{max}	**21..** n_{max}	**-16..111**	Нет
13.	1024	П	450	**9..** U_{max}	**2,6..** I_{max}	**71..** n_{max}	**-36..101**	Да
18.	256	С	750	**12..** U_{max}	**3,6..** I_{max}	**121..** n_{max}	**-31..116**	Нет
23.	64	П	850	**15..** U_{max}	**4,6..** I_{max}	**51..** n_{max}	**-26..121**	ДА
28.	1	С	950	**20..** U_{max}	**0..** I_{max}	**101..** n_{max}	**-11..119**	Нет

U_{max}, I_{max}, n_{max} *– максимальные расчетные значения (см. разд. 5.2.)*

Если минимальное значение тока по отношению к I_{max} *более 10%, необходимо разделить минимальное значение на 10.*

Задания к выполнению курсового проекта при фазовом регулировании скорости ДПТ выпрямителями

Вариант	Прерывание по INT0	Прерывание по INT0	Количество ступеней регулирования	**диапазоны контролируемых параметров**				**наличие матричной клавиатуры**
				ΔU, *В*	ΔI, *А*	Δn, *об / мин*	Δt, *А*	
4.	Ф	С	40	**9..** U_{max}	**1,4..** I_{max}	**0..** n_{max}	**-40..102**	Да
9.	С	Ф	20	**14..** U_{max}	**2,4..** I_{max}	**29..** n_{max}	**-39..112**	Нет
14.	Ф	Ф	30	**19..** U_{max}	**2,9..** I_{max}	**79..** n_{max}	**-34..109**	Да
19.	С	С	50	**29..** U_{max}	**3,9..** I_{max}	**129..** n_{max}	**-29..119**	Нет
24.	Ф	С	25	**34..** U_{max}	**4,4..** I_{max}	**54..** n_{max}	**-24..120**	**ДА**
29.	С	Ф	45	**39..** U_{max}	**0..** I_{max}	**104..** n_{max}	**-19..122**	Нет

U_{max}, I_{max}, n_{max} *– максимальные расчетные значения (см. разд. 5.2.)*

Ф – прерывание по фронту; С – прерывание по спаду.

Задания к выполнению курсового проекта при фазовом регулировании скорости асинхронных двигателей

Вариант	Прерывание по INT0	Прерывание по INT0	Количество ступеней регулирования	**диапазоны контролируемых параметров**				**наличие матричной клавиатуры**
				ΔU, *В*	ΔI, *А*	Δn, *об / мин*	Δt, *А*	
5.	Ф	С	40	**8..** U_{max}	**1,3..** I_{max}	**0..** n_{max}	**-40..102**	Да
10.	С	Ф	20	**13..** U_{max}	**2,3..** I_{max}	**28..** n_{max}	**-38..112**	Нет
15.	Ф	Ф	30	**18..** U_{max}	**2,8..** I_{max}	**78..** n_{max}	**-33..109**	Да
20.	С	С	50	**28..** U_{max}	**3,8..** I_{max}	**128..** n_{max}	**-28..119**	Нет
25.	Ф	С	25	**33..** U_{max}	**4,8..** I_{max}	**53..** n_{max}	**-23..120**	**ДА**
30.	С	Ф	45	**38..** U_{max}	**0..** I_{max}	**103..** n_{max}	**-18..122**	Нет
35.	Ф	Ф	55	**48..** U_{max}	**4,3..** I_{max}	**138..** n_{max}	**-27..105**	**ДА**
40.	С	С	60	**43..** U_{max}	**5,3..** I_{max}	**63..** n_{max}	**-24..123**	Нет
45.	Ф	С	65	**53..** U_{max}	**3,5..** I_{max}	**113..** n_{max}	**-17..115**	Да

U_{max}, I_{max}, n_{max} *– максимальные расчетные значения (см. разд. 5.2.)*

Ф – прерывание по фронту; С – прерывание по спаду. Если минимальное значение тока по отношению к I_{max} *более 10%, необходимо разделить минимальное значение на 10.*

Задания к выполнению курсового проекта при частотном регулировании скорости асинхронных двигателей

Вариант	Прерывание по INT0	Прерывание по INT0	Диапазон частот регулирования кГц	**диапазоны контролируемых параметров**				**наличие матричной клавиатуры**
				ΔU, *В*	ΔI, *А*	Δn, *об / мин*	Δt, *А*	
31.	Ф	С	1..10	**2..** U_{max}	**0,1..** I_{max}	**0..** n_{max}	**-40..102**	Да
32.	С	Ф	0,5..5	**4..** U_{max}	**0,2..** I_{max}	**11..** n_{max}	**-39..103**	Нет
33.	Ф	Ф	2..20	**6..** U_{max}	**0,3..** I_{max}	**12..** n_{max}	**-38..104**	Да
34.	С	С	1,5..15	**8..** U_{max}	**0,4..** I_{max}	**13..** n_{max}	**-37..105**	Нет

Вариант	Прерывание по INT0	Прерывание по INT0	Диапазон частот регулирования кГц	диапазоны контролируемых параметров				наличие матричной клавиатуры
				ΔU, В	ΔI, А	Δn, об / мин	Δt, А	
36.	Ф	С	2,5..25	**10..** U_{max}	**0,5..** I_{max}	**14..** n_{max}	**-36..120**	**ДА**
37.	С	Ф	0,5..9	**12..** U_{max}	**2..** I_{max}	**15..** n_{max}	**-35..119**	Нет
38.	Ф	Ф	2..11	**14..** U_{max}	**3..** I_{max}	**16..** n_{max}	**-34..118**	**ДА**
39.	С	С	1,5..12	**16..** U_{max}	**4..** I_{max}	**17..** n_{max}	**-33..117**	Нет
41.	Ф	С	2,5..13	**18..** U_{max}	**0,9..** I_{max}	**118..** n_{max}	**-32..110**	Да
42.	С	Ф	5..15	**19..** U_{max}	**1,3..** I_{max}	**119..** n_{max}	**-31..111**	Нет
43.	Ф	Ф	3..13	**20..** U_{max}	**1,2..** I_{max}	**120..** n_{max}	**-30..112**	Да
44.	С	С	7..20	**22..** U_{max}	**1,1..** I_{max}	**121..** n_{max}	**-29..113**	Нет

U_{max}, I_{max}, n_{max} *– максимальные расчетные значения (см. разд. 5.2.)*

Ф – прерывание по фронту; С – прерывание по спаду.

Если минимальное значение тока по отношению к I_{max} *более 10%, необходимо разделить минимальное значение на 10.*

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству курсовая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Курсовая работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы на защите курсовой работы даны на 90-100% тестов)
хорошо (4)	Курсовая работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы на защите курсовой работы на 75-89% тестов)
удовлетворительно (3)	Курсовая работа выполнена на низком уровне (правильные ответы на защите курсовой работы даны на 50-74% тестов)
неудовлетворительно (2)	Курсовая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы на защите курсовой работы 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 чтение (EEARH, EEARL, EEDR, EEDR).

Практические задания

1. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет поочередно зажигать все светодиоды, подключенные анодами к порту B микроконтроллера ATmega328P с интервалом 2,0 сек.

2. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет поочередно зажигать светодиоды, подключенные катодами к порту B микроконтроллера ATmega328P с интервалом 1,5 сек.

3. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет на выводе 0 порта B 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 B 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 B 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 B 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 B 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..100oC) 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 B 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 B 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 x (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 B микроконтроллера ATmega328P с интервалом 1,9 сек.

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

20. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет формировать на выводе 1 порта B 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 B 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 B микроконтроллера ATmega328P с интервалом 1,3 сек.

23. Написать подпрограмму на языке Arduino C, которая позволяет формировать на выводе 7 порта B 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 B 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 x (11 цифр), которые вводится последовательно с матричной клавиатуры в восьмеричном формате.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («экзамен»)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме 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.
хорошо (4)	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.
удовлетворительно (3)	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.
неудовлетворительно (2)	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

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