

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
Сенченко П.В.  
«13» 12 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**  
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника и микропроцессорная техника**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**  
Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**  
Курс: **1**  
Семестр: **1, 2**  
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18		18	часов
Практические занятия	8		8	часов
Курсовой проект		18	18	часов
Самостоятельная работа	82	18	100	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость	144	36	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	1	5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	1
Курсовой проект	2

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сенченко П.В.  
Должность: Проректор по УР  
Дата подписания: 13.12.2023  
Уникальный программный ключ:  
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью курса является изучение принципов построения и разработки комплексных микропроцессорных систем (МПС) силовой электроники, особенностей расчетов и проектирования электронных систем управления на их основе и знакомство с отладочными средствами микропроцессорных устройств.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование способности проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ТЗ), разрабатывать проектно-конструкторскую документацию (КД) в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

2. Знакомство со всеми этапами проектирования и разработки электронного изделия: разработка и расчет параметров схемы в SCADA, разводка многослойной ВЧ платы под реальный тех процесс, 3D проектирование корпуса, любых радиаторов охлаждения и элементов печатной платы, формирование комплекта конструкторской документации для изготовления и монтажа, разработка программы для микроконтроллера на языке С, моделирование работы микропрограммы.

3. Разрабатывать и разводить силовые и информационные многослойные печатные платы с учетом корпусирования в системах сквозного проектирования уровня материнской платы ноутбука.

4. Получить навыки проведения комплексной отладки и тестирования МПС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

ПК-1. Способен самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронных схем, приборов и устройств электронной техники	ПК-1.1. Знает основные факты, базовые концепции, принципы, модели и методы в области силовых цепей; источники стандартов в областях электробезопасности и коммуникационных протоколов; современные базовые технологии прямого цифрового управления	Знает типовые схемные решения для проектирования микропроцессорных и компьютерных систем и формирует комплект конструкторской документации на изделие с учетом патентов.
	ПК-1.2. Умеет проводить имитационное моделирование устройств силовой электроники на современных САПР типа «Spice»; производить настройку программного обеспечения верхнего уровня; пользоваться средствами измерения показателей качества электроэнергии	Умеет рассчитывать, проектировать, конструировать микропроцессорные и компьютерные системы, устройства и изделия на их основе с использованием SCADA систем сквозного проектирования
	ПК-1.3. Владеет информацией о тенденциях и перспективах развития современных и инструментальных средств для решения практических и общенаучных задач в области силовой электроники	Владеет различными современными пакетами прикладных программ для проектирования, конструирования и расчетов электронных схем содержащих микропроцессоры и микроконтроллеры

ПК-4. Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	ПК-4.1. Знает методы подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	Знает типовые схемные решения для проектирования микропроцессорных и компьютерных систем и формирует комплект конструкторской документации на изделие с учетом патентов.
	ПК-4.2. Умеет анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	Умеет формировать техническое задание на разработку электронных устройств с микропроцессорным и микроконтроллерным управлением для решения научно-технической проблемы
	ПК-4.3. Владеет навыками анализа состояния наудотехнической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	Владеет навыками проведения комплексной отладки и тестирования МПС

#### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		1 семестр	2 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	44	26	18
Лекционные занятия	18	18	
Практические занятия	8	8	
Курсовой проект	18		18
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	100	82	18
Выполнение практического задания	70	70	
Подготовка к тестированию	12	12	
Написание отчета по курсовому проекту	18		18
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	36	36	
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	180	144	36
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	5	4	1

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>1 семестр</b>						
1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат.	2	2	-	10	14	ПК-1, ПК-4
2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов	4	2	-	16	22	ПК-1, ПК-4
3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами	4	2	-	18	24	ПК-1, ПК-4
4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат	4	2	-	18	24	ПК-1, ПК-4
5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки	4	-	-	20	24	ПК-1, ПК-4
Итого за семестр	18	8	0	82	108	
<b>2 семестр</b>						
6 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания	-	-	18	4	22	ПК-1, ПК-4
7 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства	-	-		2	2	ПК-1, ПК-4
8 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы	-	-		2	2	ПК-1, ПК-4
9 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной	-	-		4	4	ПК-1, ПК-4
10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы	-	-		4	4	ПК-1, ПК-4
11 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов	-	-		2	2	ПК-1, ПК-4
Итого за семестр	0	0	18	18	36	
Итого	18	8	18	100	144	

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
<b>1 семестр</b>			

1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат.	Демонстрация основных возможностей SCADa системы - Altium Designer для разработки, проектирования печатных плат. Современный технический процесс изготовления многослойных печатных плат (МПП). Особенности проектирования высокоскоростных линий передачи данных (DDR2,3;Ethernet;USB2,3), их расчета, особенностей расположения проводников на МПП.	2	ПК-1, ПК-4
	Итого	2	
2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов	Создание УГО элементов: резисторов, конденсаторов, микросхем и других элементов. Создание собственных футпринтов и загрузка готовых: SOIC, BGA и выводных элементов. Создание 3D модели элементов и загрузка готовых. Связь УГО и футпринта.	4	ПК-1, ПК-4
	Итого	4	
3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами	Создание проекта и схемных документов. Оформление схемных документов. Изменение атрибутов документа. Подключение внутренних и внешних библиотек. Размещение компонентов на поле схемного документа. Размещение линий групповой связи (шин). Реализация электрических связей. Размещение на схеме портов питания и имен цепей. Размещение директив. Присвоение позиционных обозначений. Компиляция проекта и проверка на ошибки	4	ПК-1, ПК-4
	Итого	4	

4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат	Определение микрополоска. Диэлектрические проницаемости различных материалов в многослойных печатных платах. Примеры расчета волнового сопротивления 50 Ом и 100 Ом для дифференциальных линий и одиночных проводников под конкретный тех процесс многослойной печатной платы.	4	ПК-1, ПК-4
	Итого	4	
5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки	Создание конструктива многослойной печатной платы. Установка правил проектирования под конкретный тех процесс. Размещение компонентов на плате. Интерактивная и автоматическая трассировка проводников, диф. линий. Работа с полигонами, надписями, шелкографией. Импорт 3D корпуса изделия и 3D элементов печатной платы. Автоматическая проверка по внесенным правилам (DRC). Генерация пакета документов для изготовления и монтажа.	4	ПК-1, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
<b>2 семестр</b>			
6 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания	Конкретизация технического задания	-	ПК-1, ПК-4
	Итого	-	
7 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства	Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства	-	ПК-1, ПК-4
	Итого	-	
8 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы	Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы	-	ПК-1, ПК-4
	Итого	-	
9 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной	Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной	-	ПК-1, ПК-4
	Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы	-	ПК-1, ПК-4
	Итого	-	
10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы	Рекомендации по разработке прикладной программы	-	ПК-1, ПК-4
	Итого	-	

11 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов	Пример оформления пояснительной записки и графических материалов	-	ПК-1, ПК-4
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		18	

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>1 семестр</b>			
1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат.	Демонстрация основных возможностей SCADa системы - Altium Designer для разработки, проектирования печатных плат. Современный технический процесс изготовления многослойных печатных плат (МПП). Особенности проектирования высокоскоростных линий передачи данных (DDR2,3;Ethernet;USB2,3), их расчета, особенностей расположения проводников на МПП.	2	ПК-1, ПК-4
	Итого	2	
2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов	Создание УГО элементов: резисторов, конденсаторов, микросхем и других элементов. Создание собственных футпринтов и загрузка готовых: SOIC, BGA и выводных элементов. Создание 3D модели элементов и загрузка готовых. Связь УГО и футпринта.	2	ПК-1, ПК-4
	Итого	2	



3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами	Создание проекта и схемных документов. Оформление схемных документов. Изменение атрибутов документа. Подключение внутренних и внешних библиотек. Размещение компонентов на поле схемного документа. Размещение линий групповой связи (шин). Реализация электрических связей. Размещение на схеме портов питания и имен цепей. Размещение директив. Присвоение позиционных обозначений. Компиляция проекта и проверка на ошибки	2	ПК-1, ПК-4
	Итого	2	
4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат	Выбор типа многослойной ВЧ печатной платы для конкретного производства и расчет проводников с контролем волнового сопротивления	2	ПК-1, ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>2 семестр</b>		
Курсовой пр. - Конкретизация технического задания	2	ПК-1, ПК-4
Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства	2	ПК-1, ПК-4
Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы	2	ПК-1, ПК-4
Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной	2	ПК-1, ПК-4
Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы	2	ПК-1, ПК-4
Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов	2	ПК-1, ПК-4

Компиляторы и симуляторы, принципы отладки и поиска ошибок	2	ПК-1, ПК-4
Подключение и управление периферийными устройствами с микроконтроллера (датчики измерения физических величин, двигатели, выключатели)	2	ПК-1, ПК-4
Классификация микропроцессоров, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования устройств и систем	2	ПК-1, ПК-4
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает восемь датчиков температуры и нагревателей. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до 40 °С. Индикация выходных сигналов на включение нагревателей — с помощью линейки светодиодов. На цифровое табло вывести температуру объекта, номер которого набран на программном переключателе.
2. Спроектировать измеритель частоты сети с точностью до десятых долей герца при времени измерения не более одной секунды. Информация должна дублироваться на выносном табло, связь с которым осуществляется с помощью трехпроводной линии связи.
3. Разработать устройство охранной сигнализации. Число охраняемых объектов — до 64. Устройство должно сохранять свою работоспособность при выключении сети. При нажатии кнопки «Запрос» на цифровые индикаторы последовательно выводятся номера объектов, в которых возникал сигнал «Тревога».
4. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения через мост. По запросу внешнего устройства выводит на цифровые индикаторы час пик и количество автомобилей, прошедших через мост в этот час.
5. Спроектировать устройство управления звонком на занятия. Должно реализовать реальную сетку расписания школьных звонков, индикацию текущего времени.
6. Спроектировать устройство для измерения потребляемой электроэнергии в любой сети постоянного тока (до 10 000 кВтч).
7. Разработать часы электронные со звуковым сигналом.
8. Разработать цифровой автомобильный спидометр (три десятичных разряда).
9. Частота импульсов на выходе генератора в герцах от 1 до 99 должна быть равна числу на программном переключателе и отображаться на цифровых индикаторах. Длительность импульсов — 100 мкс.
10. Спроектировать измеритель частоты вращения ротора двигателя. Диапазон измерения (100—10000 об/мин). Импульсный датчик вырабатывает 96 импульсов за каждый оборот. Время измерения — не более трех оборотов ротора.
11. Разработать электронное устройство управления инкубатором. Точность задания и стабилизации температуры — 0,1 °С. Через каждый час обеспечить изменение положения яиц путем поворота на 45°. Предусмотреть цифровую индикацию температуры. Для аналого-цифрового преобразования сигнала использовать метод двухтактного интегрирования.
12. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает четыре датчика температуры и нагревателя. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до 40 °С. Индикация выходных сигналов на включение нагревателей с помощью линейки светодиодов. Для аналого-цифрового преобразования использовать метод двухтактного интегрирования.
13. Разработать электронный таймер с индикацией в режиме обратного счета установленного времени в часах и минутах. В течение заданного временного отрезка должен быть включен исполнительный элемент (зарядное устройство).
14. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения автомобилей по автомагистрали. На цифровые индикаторы выводится текущее время и количество автомобилей, прошедших через магистраль с начала суток.

15. Разработать устройство охранной сигнализации квартир одного подъезда многоэтажного дома. Число охраняемых объектов — до 16.
16. Спроектировать шахматные электронные часы для блиц-турнира.
17. Спроектировать устройство управления гудком на заводе. Должно реализовать реальную сетку расписания смен, обеденных перерывов, индикацию текущего времени.
18. Спроектировать электронные весы. Фиксируют вес и стоимость расфасованной порции продукта.
19. Спроектировать измеритель частоты пульса человека. Время измерения — не более 3 секунд.
20. Спроектировать генератор пачек импульсов, следующих с частотой 10 Гц. Частота импульсов в пачке 10 кГц, число импульсов в пачке (от 1 до 100) набирается на лимбах программного переключателя и отображается на цифровых индикаторах. Длительность импульса — 10 мкс.
21. Спроектировать счетчик потребляемой тепловой энергии.
22. Спроектировать электронные весы. Фиксируют сначала вес тары (банки под сметану или растительное масло), а затем чистый вес продукта и его стоимость.
23. Разработать устройство управления СВЧ-печью (часы с таймерами).
24. Разработать светофор со временем зеленого света, пропорциональным интенсивности движения автомобилей через магистраль.

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>1 семестр</b>				
1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат.	Выполнение практического задания	8	ПК-1, ПК-4	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-4	Тестирование
	Итого	10		
2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов	Выполнение практического задания	14	ПК-1, ПК-4	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-4	Тестирование
	Итого	16		
3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами	Выполнение практического задания	16	ПК-1, ПК-4	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-4	Тестирование
	Итого	18		
4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат	Выполнение практического задания	16	ПК-1, ПК-4	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-4	Тестирование
	Итого	18		

5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки	Выполнение практического задания	16	ПК-1, ПК-4	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-4	Тестирование
	Итого	20		
Итого за семестр		82		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
<b>2 семестр</b>				
6 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1, ПК-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	4		
7 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства	Написание отчета по курсовому проекту	2	ПК-1, ПК-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	2		
8 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы	Написание отчета по курсовому проекту	2	ПК-1, ПК-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	2		
9 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1, ПК-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	4		
10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы	Написание отчета по курсовому проекту	4	ПК-1, ПК-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	4		
11 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов	Написание отчета по курсовому проекту	2	ПК-1, ПК-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	2		
Итого за семестр		18		
Итого		136		

#### **5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту, Практическое задание, Тестирование, Экзамен
ПК-4	+	+	+	+	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
<b>1 семестр</b>				
Практическое задание	15	20	20	55
Тестирование	5	5	5	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	25	25	100
Нарастающим итогом	20	45	70	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
<b>2 семестр</b>				
Отчет по курсовому проекту	30	30	40	100
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
$\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
$< 60\%$ от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Введение в методологию системо- и схмотехнического проектирования электронных и радиоэлектронных средств: Учебное пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры / Н. Н. Кривин - 2020. 250 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/9376>.

2. Методология системотехнического проектирования электронных и радиоэлектронных средств (в двух частях): Учебное пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры / Н. Н. Кривин - 2022. 589 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10141>.

3. Лопаткин, Александр Викторович. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer [Электронный ресурс] : учебное пособие для практических занятий / А. В. Лопаткин ; ред., худож. Д. А. Мовчан.- 2-е изд., испр. и доп.- Электрон.текстовые дан.- М. : ДМК Пресс, 2017.-554с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/97334/#2>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Ю. П. Кобрин - 2018. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7906>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Altium Designer. SolidWorks. Часть 1. Разработка элементной базы: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Д. В. Озеркин - 2012. 66 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1556>.

2. Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схмотехническое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Д. В. Озеркин - 2012. 50 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1554>.

3. Altium Designer. SolidWorks. Часть 3. Топологическое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Д. В. Озеркин - 2012. 95 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1558>.

4. Разработка конструкции функционального узла РЭС в системе САПР PCAD: Методическое пособие для выполнения практического занятия / А. К. Кондаков - 2010. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1049>.

5. Системы автоматизированного проектирования: Методические указания по выполнению курсовой работы / М. Е. Антипин - 2018. 7 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8750>.

6. Интерфейсы микропроцессорных систем: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / А. А. Зоркальцев - 2014. 5 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3922>.

7. Курсовой проект (работа): Методические указания по выполнению курсового проекта (работы) для студентов всех направлений и уровней подготовки / Г. В. Смирнов - 2024. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10856>.

8. Методические указания к выполнению курсовой работы: по дисциплине «Программирование микроконтроллеров» / А. А. Бомбизов - 2022. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10033>.

### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения

занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- Virtual PC 2007;
- VirtualBox;

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LTspice 4;
- VirtualBox;

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);



- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта**

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов ГЗ-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### **8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат.	ПК-1, ПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов	ПК-1, ПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами	ПК-1, ПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат	ПК-1, ПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки	ПК-1, ПК-4	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания	ПК-1, ПК-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
7 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства	ПК-1, ПК-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
8 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы	ПК-1, ПК-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
9 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной	ПК-1, ПК-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы	ПК-1, ПК-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
11 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов	ПК-1, ПК-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

#### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- Программатор JTAG позволяет:
  - Только программировать микроконтроллер
  - Программировать и проводить отладку
  - Использовать параллельное высоковольтное программирование
  - Только просматривать внутренне содержимое регистров МК
- Что реализует возможности возврата из подпрограммы к основной программе:
  - Прерывания
  - Стек
  - Программный счетчик
  - Таймер
- Стек в микроконтроллере работает по принципу:
  - последний пришел — первый ушел
  - первый пришел — последний ушел
  - первый пришел — первый ушел
  - последний пришел — последний ушел

4. Директива `.include`:
  - а) присваивает символьному имени некоторое числовое значение
  - б) указывает ассемблеру место окончания файла исходного текста
  - в) подставляет текстовый файл в то место программы, где происходит ее употребление
  - г) записывает переменную
5. Какая команда имеет больший приоритет вы выполнится первой «Побитное И(&)» либо «Побитное ИЛИ(∣)»:
  - а) Побитное И(&)
  - б) Побитное ИЛИ(∣)
  - в) Одинаковый приоритет
  - г) Нет верного ответа
6. Какие команды имеют больший приоритет и вы выполнятся первыми «Побитное отрицание (~) с Логическим отрицанием (!)» либо «Умножение (\*) с Делением (/)»:
  - а) Умножение (\*) с Делением (/)
  - б) Побитное отрицание (~) с Логическим отрицанием (!)
  - в) Одинаковый приоритет
  - г) Нет верного ответа
7. Что произойдет в микроконтроллере, если в результате выполнения операции произошел выход за границы байта, например, при умножении либо сложении?
  - а) Установится флаг переноса (C) в регистре состояния
  - б) Установится флаг отрицательного значения (N) в регистре состояния
  - в) Сбросится флаг потетрадного переноса (H) в регистре состояния
  - г) Произойдет зависание микроконтроллера
8. Что произойдет с переменной X в команде  $X\% = Y$ ?
  - а) Запишется процент от Y
  - б) Запишется логическое И
  - в) Запишется остаток от деления
  - г) Запишется целая часть от деления
9. Что будет записано в переменной X после деления  $X = 5/2$ , если X целое беззнаковое число
  - а) 2,5
  - б) 1
  - в) 2
  - г) 4
10. Что будет записано в переменной C после выполнения операции  $C = ((5 \ll 3) \gg 1)$ 
  - а) 0x03
  - б) 0x14
  - в) 0x20
  - г) 0x00
11. Что будет записано в переменной C после выполнения операции  $C = (1 \ll 6) \mid (1 \ll 3) \mid (1 \ll 1)$ , если в C было записано число 7.
  - а) 0b000100101
  - б) 0x74
  - в) 74
  - г) 0
12. Что будет записано в переменной PORTC после выполнения операции  $PORTC \mid = (1 \ll 2) \mid (1 \ll 3)$ , если в PORTC было записано число 7.
  - а) 0b00001111
  - б) 0b00011111
  - в) 0b00001011
  - г) 0b00000000
13. Что будет записано в переменной PORTA после выполнения операции  $PORTA \& = \sim (1 \ll 5) \mid (1 \ll 1)$ , если в PORTA было записано число 7.
  - а) 0b00010110
  - б) 0b00000101
  - в) 0b00101101
  - г) 0b00000000

14. Что будет записано в переменной C после выполнения операции `char stroka[6]="Hello"; C = stroka[1];`
- а) ASCII код буквы «е»
  - б) 0x0e
  - в) 0b00000101
  - г) 'H'
15. Какой порядок следования объявлений в структуре программы на языке Си ?
- а) `# include` , Прерывания { }, Функции { }, Объявление глобальных переменных, `int main() { }`
  - б) `# include` , Объявление глобальных переменных, `int main() { }` , Прерывания { }, Функции { },
  - в) `# include` , Объявление глобальных переменных, Функции { }, Прерывания { }, `int main() { }`
  - г) Прерывания { }, Функции { }, Объявление глобальных переменных, `int main() { }` , `# include` ,
16. Укажите запись, при написании которой произойдет изменение переменной C
- а) `// C = 0x8A`
  - б) `C = 0x8A //`
  - в) `/* C = 0x8A*/`
  - г) `A = C`
17. Укажите условие не бесконечного цикла
- а) `while(5){i++}`
  - б) `for(;;){i++}`
  - в) `while(i){i++}`
  - г) `if(i)`
18. Задачи компилятора:
- а) Трансляция программы, составленной на исходном языке высокого уровня, в эквивалентную программу на низкоуровневом языке
  - б) Трансляция и отладка программы, составленной на исходном языке высокого уровня, в эквивалентную программу на низкоуровневом языке
  - в) Проверка программы, составленной на исходном языке высокого уровня, в эквивалентную программу на низкоуровневом языке
  - г) Только программирование микроконтроллера
19. Что будет выставлено на порту B atmega 16 при записи `PORTB = dig[0];`
- а) Значение указателя, записанное в массиве `dig`, по номеру 0
  - б) Значение числа, записанное в массиве `dig`, по номеру 0
  - в) Значение массива
  - г) Порт будет установлен в 0 (GND).
20. Что произойдет при выполнении команды `PORTB |= (1<<PORTB0)` в atmega 16
- а) На выводе `PORTB0` появится напряжение питания микроконтроллера
  - б) На порту `PORTB` установится высокое состояние («единица»)
  - в) Вывод `PORTB0` будет настроен на выход
  - г) Вывод `PORTB0` будет настроен на вход
21. Что произойдет при выполнении команды `UDR = PINB` в atmega 16
- а) Произойдет настройка скорости UART передатчика
  - б) Считанные значения с восьми ножек порта в двоичном виде будут записаны в UART буфер
  - в) Такая команда не поддерживается
  - г) Сравнение переменных
22. Что произойдет при выполнении команды `TCCR2B = (1<<CS12) | (0<<CS11) | (1<<CS10)` в atmega 16
- а) Команда поддерживается только таймером 1
  - б) Произойдет настройка делителя таймера в 1024, что приведет к ускорению счета таймера в 1024 раза
  - в) Произойдет настройка делителя таймера в 1024, что приведет к замедлению счета таймера в 1024 раза
  - г) Считается значение таймера

23. Что произойдет при выполнении команды `if(TIFR & (1<<TOV1))` в atmega 16
  - а) Произойдет вызов прерывания
  - б) Проверка флага прерывания таймера
  - в) Произойдет сброс флага прерывания таймера 1
  - г) Установка флага прерывания
24. Что произойдет при выполнении команды `TIMSK |= (1<<TOIE0)` в atmega 16
  - а) Разрешение прерывания, когда таймер досчитает до 256
  - б) Разрешение прерывания, когда таймер досчитает до 65536
  - в) Разрешение прерывания по совпадению с уровнем 255
  - г) Запрещение прерывания
25. Что произойдет при выполнении команды `UCSRB = 0x08` в atmega 16
  - а) Произойдет разрешение приема и передачи данных в UART модуле
  - б) Сразу вызовется прерывание от приемопередатчика
  - в) При наличии данных в буфере приема / передачи UDR начнется их передача согласно настройкам
  - г) Сравнение переменных
26. Какая команда позволяет задержать дальнейшее выполнение команд микропрограммы, пока не будут отправлены все данные в UART в atmega 16
  - а) `If( !(UCSRA & (1<<RXC)) )`
  - б) `while ( !(UCSRA & (1<<RXC)) )`
  - в) `while ( !( UCSRA & (1<<UDRE)) )`
  - г) `while ( !( UCSRA | (1<<UDRE)) )`
27. Что увеличит относительное время паузы между передачами для синхронизации передаваемых данных в UART в atmega 16
  - а) Бит USBS в регистре UCSRC
  - б) Байты UBRRH и UBRRL, задания скорости
  - в) Бит UPM1 и UPM0, определяющие функционирование схем контроля и формирования четности
  - г) Регистр UCSRC
28. Какие настройки модуля АЦП позволят оцифровать входной сигнал амплитудой до 2,56В при отсутствии напряжения на ножке AREF в atmega 16
  - а) `ADMUX &= ~(1<<REFS1)|(1<<REFS0)`
  - б) `ADMUX |= (1<<REFS1)|(1<<REFS0)`
  - в) `ADMUX = 0x00 | (1<<REFS0)`
  - г) `ADMUX &= ~(1<<REFS1)`
29. Какое число нужно записать в настройки АЦП преобразователя, чтобы измеряемый сигнал был разностью на ножках ADC1 и ADC0 и был усилен в 10 раз в atmega 16
  - а) `ADMUX = 0x09`
  - б) `ADMUX = 0x00|(1<< ADC0)|(1<< ADC1)`
  - в) `ADCSRA = 0xCD`
  - г) `ADMUX = 10`
30. Установка какого бита позволяет настроить АЦП на автоматический перезапуск после окончания оцифровки в atmega 16
  - а) `ADMUX |= (1<< ADEN)`
  - б) `ADMUX |= (1<< ADEN)`
  - в) `ADMUX |= (1<< ADATE)`
  - г) `ADMUX &= (1<< ADATE)`

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Технологии изготовления многослойных печатных плат
2. Импеданс цепи, сопротивление, согласование длинных линий.
3. Этапы разработки от схемотехники до готовой печатной платы. Программы Altium, P-Cad, Ki-kad
4. Основы и особенности языка программирования AT-команд (интерфейс, физический, логический уровень)
5. Подключение к микроконтроллеру сложных готовых устройств (GSM модемов, Bluetooth модулей, радио модулей LoraWan)

6. Арифметические операции в Си. Описание, примеры, особенности
7. Операторы сравнения. Описание, примеры, особенности
8. Логические операции. Описание, примеры, особенности
9. `if(){}else{};` Описание, примеры, особенности
10. `while(){};` Описание, примеры, особенности
11. `for(;;){};` Описание, примеры, особенности
12. `switch(){};` Описание, примеры, особенности
13. Структура программы на языке Си
14. Наиболее часто используемые типы данных. Размерность, примеры.
15. Пример массива. Пример матрицы.
16. Описание функций-обработчиков прерываний
17. Составить 2 функции реализации параллельного интерфейса. Первая должна выводить в порт С данные из массива `char OUT[8]`, вторая считывать из порта С данные в массив `char IN[8]`. Размер отправляемых/принимаемых данных передается в функции.
18. Дана клавиатура с 8 кнопками, подключенными напрямую к порту А. Написать процедуру опроса с программной фильтрациейдребезга контактов, возвращающая статус кнопок (`return KeyStatus`).
19. Написать функцию, получающую двоичное число на вход и возвращающая (`return Led`) необходимый код семисегментного индикатора для отображения числа. Преобразование чисел от 0-9.
20. Дан массив `unsigned char X[] = "А,Г,Е,Ф,Л,О"`, представляющий собой ASCII код букв.
21. Вывести буквы на 6 разрядный сегментный индикатор. Подключение индикатора к микроконтроллеру произвольное. Модель и тип семисегментного индикатора любой.
22. Дан массив `unsigned char X` размера `n`. Оставить в массиве числа, удовлетворяющие условию `min < X[i] < max`, не удовлетворяющие удалить, сдвинув оставшиеся. Пример: "1,2,3,4,5,6,7,8,9,0" => удаляем 1 и 0 => "2,3,4,5,6,7,8,9"
23. Написать функцию, подсчитывающую среднее квадратичное целого массива `unsigned int X[128]`. Предварительно объявив и, при необходимости, инициализировав переменные. Массив представляет полученные значения с 16 разрядной АЦП.
24. Написать процедуру преобразования квадратной матрицы в массив. Задана матрица А размерностью `n*m`. Записать все элементы матрицы в одномерный массив В построчно, начиная с конца. Переменные `int`
25. Написать процедуру преобразования квадратной матрицы в массив. Задана матрица А размерностью `n*m`. Записать все элементы матрицы в одномерный массив В по столбцам, начиная с конца. Переменные `int`
26. Результаты оцифровки разных напряжений представлены в виде матрицы 5x3 (5 напряжений по 3 замера у каждого). Указать в одномерном отдельном массиве X, среднее значение каждого напряжения. Значения с АЦП представлены в «сыром» необработанном виде.
27. Результаты оцифровки разных напряжений представлены в виде матрицы 5x3 (5 напряжений по 3 замера у каждого). Указать в одномерном отдельном массиве MAX, максимальное значение каждого напряжения, а в массиве MIN минимальное. Значения с АЦП представлены в «сыром» необработанном виде.
28. Написать функцию, разбивающую 8-значное число на отдельные знаки и записать в массив. Например, число `K = 87654321` => преобразуем в массив, у которого `X[0]=8, X[1]=7, X[2]=6... X[7]=1`. Предполагая использовать функцию для вывода на 8значный семисегментный дисплей чисел.
29. Написать функцию, принимающую на вход ASCII код цифр и возвращающую (`return Znak`) ASCII код специальных символов. Предполагая использовать функцию для преобразования и вывода информации в графических LCD индикаторах. Массив `unsigned char Chisla[] = {"1", "2", "3", "4", "5", "6", "7", "8", "9", "0"}`, Массив `unsigned char Znak[] = {"!", "@", "#", "$", "%", "^", "&", "*", "(", ")"}`. Пример: «1» => !
30. Написать функцию, которая должна добавлять к массиву K (представляющему число, разбитое на отдельные знаки), справа ASCII код цифры D (D — целочисленное значение в диапазоне 0-9. Например, D=0. массив `X[0]=1, X[1]=5, X[2]=6` => добавляем код символа => `X[3]=48`. ASCII код 0 = 48, 1=49, 2=50, 3=51.... 9=57.
31. Написать функцию, в которой происходит непрерывное считывание данных с



последовательного интерфейса UART в переменную unsigned char BUF. Обновление данных в переменной BUF происходит с установлением флага unsigned char FLAG. Если в посылке встречается число 0xC0 (END), то со следующего числа начинать писать в массив unsigned char DATA[128], до тех пор, пока снова не встретится число 0xC0 (END). (Реализация протокола обмена SLIP)

32. Дан массив unsigned char BUF [64]. Скопировать в массив unsigned char DATA[256]. Если при копировании встретится число 0xC0 (END) заменить его двумя числами (0xDB, 0xDC). Если при копировании встретится число ESC (0xDB) — числами (0xDB, 0xDD). (Реализация протокола обмена SLIP) Пример: BUF[64] = {0xAA, 0xBB, 0xC0, 0xCC ...} => DATA[256]= {0xAA, 0xBB, 0xDB, 0xDC, 0xCC ...}

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Основные варианты архитектуры и структуры сложных устройств
2. Классификация современных микропроцессоров и микроконтроллеров по функциональному признаку
3. Общее описание процесса проектирования модульных систем
4. Классификация методик проектирования электронных схем
5. Области применения специализированных интегральных схем
6. Классификация современных микропроцессоров и микроконтроллеров по функциональному признаку
7. Общее описание процесса проектирования модульных систем
8. Классификация методик проектирования электронных схем
9. Области применения специализированных интегральных схем
10. Арифметические и логические операции
11. Операторы сравнения
12. Ходовые конструкции
13. Структура программы
14. Объявление переменных

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает восемь датчиков температуры и нагревателей. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до 40 °С. Индикация выходных сигналов на включение нагревателей — с помощью линейки светодиодов. На цифровое табло вывести температуру объекта, номер которого набран на программном переключателе.
2. Спроектировать измеритель частоты сети с точностью до десятых долей герца при времени измерения не более одной секунды. Информация должна дублироваться на выносном табло, связь с которым осуществляется с помощью трехпроводной линии связи.
3. Разработать устройство охранной сигнализации. Число охраняемых объектов — до 64. Устройство должно сохранять свою работоспособность при выключении сети. При нажатии кнопки «Запрос» на цифровые индикаторы последовательно выводятся номера объектов, в которых возникал сигнал «Тревога».
4. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения через мост. По запросу внешнего устройства выводит на цифровые индикаторы час пик и количество автомобилей, прошедших через мост в этот час.
5. Спроектировать устройство управления звонком на занятия. Должно реализовать реальную сетку расписания школьных звонков, индикацию текущего времени.
6. Спроектировать устройство для измерения потребляемой электроэнергии в любой сети постоянного тока (до 10 000 кВтч).
7. Разработать часы электронные со звуковым сигналом.
8. Разработать цифровой автомобильный спидометр (три десятичных разряда).
9. Частота импульсов на выходе генератора в герцах от 1 до 99 должна быть равна числу на программном переключателе и отображаться на цифровых индикаторах. Длительность импульсов — 100 мкс.
10. Спроектировать измеритель частоты вращения ротора двигателя. Диапазон измерения

- (100—10000 об/мин). Импульсный датчик вырабатывает 96 импульсов за каждый оборот. Время измерения — не более трех оборотов ротора.
11. Разработать электронное устройство управления инкубатором. Точность задания и стабилизации температуры —  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Через каждый час обеспечить изменение положения яиц путем поворота на  $45^{\circ}$ . Предусмотреть цифровую индикацию температуры. Для аналого-цифрового преобразования сигнала использовать метод двухтактного интегрирования.
  12. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает четыре датчика температуры и нагревателя. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Индикация выходных сигналов на включение нагревателей с помощью линейки светодиодов. Для аналого-цифрового преобразования использовать метод двухтактного интегрирования.
  13. Разработать электронный таймер с индикацией в режиме обратного счета установленного времени в часах и минутах. В течение заданного временного отрезка должен быть включен исполнительный элемент (зарядное устройство).
  14. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения автомобилей по автомагистрали. На цифровые индикаторы выводится текущее время и количество автомобилей, прошедших через магистраль с начала суток.
  15. Разработать устройство охранной сигнализации квартир одного подъезда многоэтажного дома. Число охраняемых объектов — до 16.
  16. Спроектировать шахматные электронные часы для блиц-турнира.
  17. Спроектировать устройство управления гудком на заводе. Должно реализовать реальную сетку расписания смен, обеденных перерывов, индикацию текущего времени.
  18. Спроектировать электронные весы. Фиксируют вес и стоимость расфасованной порции продукта.
  19. Спроектировать измеритель частоты пульса человека. Время измерения — не более 3 секунд.
  20. Спроектировать генератор пачек импульсов, следующих с частотой 10 Гц. Частота импульсов в пачке 10 кГц, число импульсов в пачке (от 1 до 100) набирается на лимбах программного переключателя и отображается на цифровых индикаторах. Длительность импульса — 10 мкс.
  21. Спроектировать счетчик потребляемой тепловой энергии.
  22. Спроектировать электронные весы. Фиксируют сначала вес тары (банки под сметану или растительное масло), а затем чистый вес продукта и его стоимость.
  23. Разработать устройство управления СВЧ-печью (часы с таймерами).
  24. Разработать светофор со временем зеленого света, пропорциональным интенсивности движения автомобилей через магистраль.

#### **9.1.5. Темы практических заданий**

1. Технологии изготовления многослойных печатных плат
2. Импеданс цепи, сопротивление, согласование длинных линий.
3. Этапы разработки от схемотехники до готовой печатной платы. Программы Altium, P-Cad, Ki-kad
4. Основы и особенности языка программирования АТ-команд (интерфейс, физический, логический уровень)
5. Подключение к микроконтроллеру сложных готовых устройств (GSM модемов, Bluetooth модулей, радио модулей LoraWan)

#### **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно

обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ  
протокол № 24 от « 8 » 11 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579- bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0- b2ab-bc9421935400

### РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ПрЭ	К.В. Бородин	Разработано, a125dd0b-6c3a-4a5b- b087-c233aa1fac6e
------------------	--------------	--