**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.
«18» _____02_____ 2022 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: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **1, 2**
Учебный план набора 2022 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 |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 4 | | 4 | часов |
| Курсовой проект | | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 82 | 18 | 100 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 36 | 180 | часов |
| | 4 | 1 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 1 |
| Курсовой проект | 2 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 65973

## 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 |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 65973

| | | |
|---|---|---|
| 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 научнотехнической 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 научнотехнической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников | Владеет навыками проведения комплексной отладки и тестирования МПС |
| ПК-11. Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований | ПК-11.1. Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства | Знает все этапы разработки современных электронных устройств при при формировании технического задания на проект |
| | ПК-11.2. Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники | Умеет рассчитывать, проектировать, конструировать микропроцессорные и компьютерные системы, устройства и изделия на их основе с использованием SCADA систем сквозного проектирования |
| | ПК-11.3. Владеет навыками разработки рабочей топологии и плана технологии монтажа и сборки электронной компонентной базы изделий микро- и наноэлектроники | Владеет различными современными пакетами прикладных программ для проектирования, конструирования и расчетов электронных схем содержащих микропроцессоры и микроконтроллеры |

## 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 |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 44 | 26 | 18 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 | |
| Практические занятия | 8 | 8 | |
| Курсовой проект | 18 | | 18 |

Согласована на портале № 65973

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 100 | 82 | 18 |
| Выполнение творческого задания | 30 | 30 | |
| Подготовка к тестированию | 52 | 52 | |
| Написание отчета по курсовому проекту | 18 | | 18 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 | |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 144 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | | | |
| 1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат. | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-11, ПК-4 |
| 2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов | 2 | 2 | - | 12 | 16 | ПК-11, ПК-4 |
| 3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами | 2 | 2 | - | 12 | 16 | ПК-11, ПК-4 |
| 4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат | 2 | 2 | - | 12 | 16 | ПК-11, ПК-4 |
| 5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки | 4 | 2 | - | 12 | 18 | ПК-11, ПК-4 |
| 6 Классификация микропроцессоров, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования устройств и систем | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-11, ПК-4 |
| 7 Компиляторы и симуляторы, принципы отладки и поиска ошибок | 2 | - | - | 8 | 10 | ПК-11, ПК-4 |
| 8 Подключение и управление периферийными устройствами с микроконтроллера (датчики измерения физических величин, двигатели, выключатели) | 2 | - | - | 10 | 12 | ПК-11, ПК-4 |
| Итого за семестр | 18 | 8 | 0 | 82 | 108 | |
| **2 семестр** | | | | | | |

Согласована на портале № 65973

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания | - | - | 18 | 2 | 20 | ПК-4 |
| 10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства | - | - | | 4 | 4 | ПК-4 |
| 11 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы | - | - | | 2 | 2 | ПК-4 |
| 12 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной | - | - | | 4 | 4 | ПК-4 |
| 13 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы | - | - | | 4 | 4 | ПК-4 |
| 14 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов | - | - | | 2 | 2 | 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 |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 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-4, ПК-11 |
| | 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-4, ПК-11 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 65973

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами | Создание проекта и схемных документов.<br>Оформление схемных документов.<br>Изменение атрибутов документа.<br>Подключение внутренних и внешних библиотек.<br>Размещение компонентов на поле схемного документа.<br>Размещение линий групповой связи (шин).<br>Реализация электрических связей.<br>Размещение на схеме портов питания и имен цепей.<br>Размещение директив.<br>Присвоение позиционных обозначений.<br>Компиляция проекта и проверка на ошибки | 2 | ПК-4, ПК-11 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат | Определение микрополоска.<br>Диэлектрические проницаемости различных материалов в многослойных печатных платах.<br>Примеры расчета волнового сопротивления 50 Ом и 100 Ом для дифференциальных линий и одиночных проводников под конкретный тех процесс многослойной печатной платы. | 2 | ПК-4, ПК-11 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки | Создание конструктива многослойной печатной платы.<br>Установка правил проектирования под конкретный тех процесс.<br>Размещение компонентов на плате.<br>Интерактивная и автоматическая трассировка проводников, диф.линий.<br>Работа с полигонами, надписями, шелкографией.<br>Импорт 3D корпуса изделия и 3D элементов печатной платы.<br>Автоматическая проверка по внесенным правилам (DRC).<br>Генерация пакета документов для изготовления и монтажа. | 4 | ПК-4, ПК-11 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 65973

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Классификация микропроцессоров, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования устройств и систем | Основные варианты архитектуры и структуры сложных устройств. Классификация современных микропроцессоров и микроконтроллеров по функциональному признаку. Общее описание процесса проектирования модульных систем. Классификация методик проектирования электронных схем. Области применения специализированных интегральных схем. | 2 | ПК-4, ПК-11 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Компиляторы и симуляторы, принципы отладки и поиска ошибок | Типовые конфигурации микропроцессорных систем. Основные этапы процедуры проектирования комплексного проекта. Средства проектирования и методы автономной отладки аппаратных средств микропроцессорных систем. Обзор средств разработки и отладки программного обеспечения. Отладчики и симуляторы. Прототипные платы. Отладочные мониторы. Мезонинная технология. Схемные эмуляторы. Интегрированные среды разработки. Программаторы. Логические анализаторы. Встроенные в микропроцессоры средства отладки. | 2 | ПК-4, ПК-11 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Подключение и управление периферийными устройствами с микроконтроллера (датчики измерения физических величин, двигатели, выключатели) | Примеры подключения и управление периферийными устройствами с микроконтроллера (датчики измерения физических величин, двигатели, выключатели, GPS/ГЛОНАС приемники, Bluetooth приемо/передатчики, радио модемы промышленного не лицензируемого диапазона частот 400-800МГЦ ) | 2 | ПК-4, ПК-11 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 18 | |
| **2 семестр** | | | |
| 9 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания | Конкретизация технического задания | - | ПК-4 |
| | Итого | - | |

Согласована на портале № 65973

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства | Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства | - | ПК-4 |
| | Итого | - | |
| 11 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы | Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы | - | ПК-4 |
| | Итого | - | |
| 12 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной | Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной | - | ПК-4 |
| | Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы | - | ПК-4 |
| | Итого | - | |
| 13 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы | Рекомендации по разработке прикладной программы | - | ПК-4 |
| | Итого | - | |
| 14 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов | Пример оформления пояснительной записки и графических материалов | - | 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 |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов | Использование готовых библиотек и создание собственных включая 3D вид. | 2 | ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами | Создание схемы устройства с использованием собственных библиотек | 2 | 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-4 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 65973

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки | Трассировка печатной платы с использованием рассчитанных параметров проводников и правил | 2 | 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 |
|---|---|---|
| **2 семестр** | | |
| Курсовой пр. - Конкретизация технического задания | 2 | ПК-4 |
| Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства | 4 | ПК-4 |
| Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы | 4 | ПК-4 |
| Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной | 4 | ПК-4 |
| Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы | 4 | 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

Согласована на портале № 65973

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 |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| 1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат. | Выполнение творческого задания | 6 | ПК-4, ПК-11 | Творческое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |

Согласована на портале № 65973

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Выполнение творческого задания | 4 | ПК-4 | Творческое задание |
| | Итого | 12 | | |
| 3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Выполнение творческого задания | 4 | ПК-4 | Творческое задание |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Выполнение творческого задания | 4 | ПК-4 | Творческое задание |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Выполнение творческого задания | 4 | ПК-4 | Творческое задание |
| | Итого | 12 | | |
| 6 Классификация микропроцессоров, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования устройств и систем | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 7 Компиляторы и симуляторы, принципы отладки и поиска ошибок | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 8 Подключение и управление периферийными устройствами с микроконтроллера (датчики измерения физических величин, двигатели, выключатели) | Выполнение творческого задания | 8 | ПК-4, ПК-11 | Творческое задание |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-4, ПК-11 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 82 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| **2 семестр** | | | | |
| 9 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания | Написание отчета по курсовому проекту | 2 | ПК-4 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 2 | | |

Согласована на портале № 65973

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства | Написание отчета по курсовому проекту | 4 | ПК-4 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 4 | | |
| 11 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы | Написание отчета по курсовому проекту | 2 | ПК-4 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 2 | | |
| 12 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной | Написание отчета по курсовому проекту | 4 | ПК-4 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 4 | | |
| 13 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы | Написание отчета по курсовому проекту | 4 | ПК-4 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 4 | | |
| 14 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов | Написание отчета по курсовому проекту | 2 | 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 учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности 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-4 | + | + | + | + | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту, Творческое задание, Тестирование, Экзамен |
| ПК-11 | + | | | + | Творческое 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

Согласована на портале № 65973

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| Тестирование | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Творческое задание | 15 | 15 | 25 | 55 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 30 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| 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 |
|---|---|
| ≥ 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 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 65973

### 7.1. Основная литература

1. 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.

2. В. Я. Хартов. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов - М. : Академия, 2010. - 352 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). - Библиогр.: с. 347-348. - ISBN 9785-7695-7028-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.).

3. Altium designer. Solidworks [Текст] : учебное пособие по практическим занятиям / Д. В. Озеркин ; Минобрнауки России (М.), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Изд-во ТУСУРа, 2017. - 280 с : рис., табл. эл. опт. диск (CD-ROM). - Библиогр.: с. 275-276. - ISBN 978-5-86889-764-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.).

4. 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. - on-line : цв. ил., рис., табл. - Библиогр.: с. 16. - ISBN 978-5-97060-509-7 : Б. ц. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/97334/#2.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Рождественский Д.А. Микропроцессорные устройства в системах управления: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. – 130 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 96 экз.).

2. Русанов В.В., Шевелев М.Ю. Микропроцессорные устройства и системы: Руководство к выполнению лабораторных работ для студентов специальности «Промышленная электроника». – Томск: ТУСУР, 2012. – 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/865.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интерфейсы микропроцессорных систем: Методические указания по проведению лабораторных работ для студентов всех форм обучения технических специальностей / О. В. Килина, А. А. Зоркальцев - 2022. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10193.

2. Интерфейсы микропроцессорных систем: Методические указания для самостоятельной работы студентам всех форм обучения технических специальностей / О. В. Килина, А. А. Зоркальцев - 2022. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10203.

3. 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.

4. 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.

5. Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схемотехническое 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.

6. 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.

7. 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.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц

Согласована на портале № 65973

**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

1. 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 Г3-54 (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 Г3-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;

Согласована на портале № 65973

- 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 Г3-54 (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 Г3-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- LTspice 4;
- VirtualBox;

### 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 Г3-54 (2 шт.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- ASIMEC;

Согласована на портале № 65973

- AVR Code Vision 3.31Evaluation;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;

### 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 возможностями здоровья и инвалидов

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) |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 65973

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Программный комплекс класса EDA, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат. | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Творческое задание | Примерный перечень тем для творческих заданий |
| 2 Разработка библиотек элементов и их футпринтов | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Творческое задание | Примерный перечень тем для творческих заданий |
| 3 Разработка электрических и принципиальных схем с несколькими листами | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Творческое задание | Примерный перечень тем для творческих заданий |
| 4 Расчет волновых сопротивлений проводников (импеданс) для многослойных ВЧ печатных плат | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Творческое задание | Примерный перечень тем для творческих заданий |
| 5 Проектирование многослойных ВЧ печатных плат под конкретный тех процесс с учетом правил трассировки | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Творческое задание | Примерный перечень тем для творческих заданий |
| 6 Классификация микропроцессоров, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования устройств и систем | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Компиляторы и симуляторы, принципы отладки и поиска ошибок | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Подключение и управление периферийными устройствами с микроконтроллера (датчики измерения физических величин, двигатели, выключатели) | ПК-11, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Творческое задание | Примерный перечень тем для творческих заданий |

Согласована на портале № 65973

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 Курсовой пр. - Конкретизация технического задания | ПК-4 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| 10 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке функциональной схемы устройства | ПК-4 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| 11 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке блок-схемы алгоритма программы | ПК-4 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| 12 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке схемы электрической принципиальной | ПК-4 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| 13 Курсовой пр. - Рекомендации по разработке прикладной программы | ПК-4 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| 14 Курсовой пр. - Пример оформления пояснительной записки и графических материалов | 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 |

Согласована на портале № 65973

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<br>Знать на уровне **ориентирования**, 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 **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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

1. Программатор JTAG позволяет:
   а) Только программировать микроконтроллер
   б) Программировать и проводить отладку
   в) Использовать параллельное высоковольтное программирование
   г) Только просматривать внутренне содержимое регистров МК
2. Что реализует возможности возврата из подпрограммы к основной программе:
   а) Прерывания
   б) Стек
   в) Программный счетчик
   г) Таймер
3. Стек в микроконтроллере работает по принципу:
   а) последний пришел — первый ушел
   б) первый пришел — последний ушел
   в) первый пришел — первый ушел
   г) 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 (/)»:

Согласована на портале № 65973

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 << 3)>>1)
    а) 0x03
    б) 0x14
    в) 0x20
    г) 0x00
11. Что будет записано в переменной C после выполнения операции C = (1 << 6) | (1 << 3) | (1 << 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 |= (1 << 2) | (1 << 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 &= ~ (1 << 5) | (1 << 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) ACSII код буквы «e»
    б) 0x0e
    в) 0b00000101
    г) 'H'
15. Какой порядок следования объявлений в структуре программы на языке Си ?
    а) # include , Прерывания { }, Фунцкции { }, Объявление глобальных переменных, int main() { }
    б) # include , Объявление глобальных переменных, int main() { }, Прерывания { }, Фунцкции { },
    в) # include , Объявление глобальных переменных, Фунцкции { }, Прерывания { }, int main() { }

Согласована на портале № 65973

г) Прерывания { }, Фунцкции { }, 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

Согласована на портале № 65973

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 UBRRL и UBRRH, 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 изготовление 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)
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

Согласована на портале № 65973

IN[8]. Размер отправляемых/принимаемых данных передается в функции.

18. Дана клавиатура с 8 кнопками, подключенными напрямую к порту A. Написать процедуру опроса с программной фильтрацией дребезга 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[] = “A,Г,E,F,L,O”, 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 A размерностью n*m. Записать все элементы матрицы в одномерный массив B построчно, начиная с конца. Переменные int
25. Написать процедуру преобразования квадратной матрицы в массив. Задана матрица A размерностью n*m. Записать все элементы матрицы в одномерный массив B 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

Согласована на портале № 65973

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 □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

Согласована на портале № 65973

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. Примерный перечень тем для творческих заданий

1. Разработка схемы электрической принципиальной в программном комплексе сквозного проектирования печатных плат
2. Расчет волнового сопротивления одиночного проводника или дифференциальной пары
3. Трассировка печатной платы в программном комплексе сквозного проектирования печатных плат с формированием комплекта конструкторской документации
4. Изучение контуров печатной платы, окон, диэлектрических барьеров и крепежных отверстий в программном комплексе сквозного проектирования печатных плат
5. 3D проектирование корпуса устройства для печати на 3d принтере с загрузкой 3d модели в среду сквозного проектирования.

## 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;

Согласована на портале № 65973

– 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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;

Согласована на портале № 65973

– 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.

Согласована на портале № 65973

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 15 от «28» 10 2021 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 | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**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 |

Согласована на портале № 65973