

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: Директор департамента образования  
Дата подписания: 31.05.2021 18:05:19  
Уникальный программный ключ:  
1cb4f9edcd6d31e931c556ddfa3b57ba443565a5419cb5e3965cc668ec8658b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования  
М.С. Куприянов  
«30» мая 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА»

для подготовки магистров

по направлению

28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

по направлению

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

по программам

«Микроволновая и телекоммуникационная электроника»;

«Электронные приборы и устройства»;

«Электронное приборостроение»;

«Физическая электроника»;

«Радиофотоника»;

«Микро- и наноэлектронные системы»;

«Наноэлектроника и фотоника»;

«Полупроводниковая электроника»;

«Квантовая и оптическая электроника»;

«Солнечная гетероструктурная фотоэнергетика»

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик  
проф., д.т.н., доц.

А.А. Ухов

Рецензент  
к.т.н., доц.

Б.В. Иванов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПУ  
\_\_ . \_\_ . \_\_ г., протокол № \_\_.

Зав. каф. ЭПУ  
д.т.н., проф.

Н.Н. Потрахов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ \_\_ . \_\_ . \_\_ г., протокол № \_\_.

Председатель УМК ФЭЛ  
к.ф.-м.н., доц.

О.А. Александрова

**Согласовано:**

Начальник ОМОЛА  
к.т.н., доц.

С.А. Галунин

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	711-19, 712-19, 715-19, 717-19, 718-19, 722-19, 723-19, 731-19, 735-19, 736-19, 755-19, 756-19
Обеспечивающий факультет:	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра:	ЭПУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	1
Семестр	1
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Все аудиторные занятия (академ. часов)	68
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (семестр)	1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА»**

Основной целью изучения дисциплины «Микропроцессорная техника» является ознакомление студентов с современными семействами микропроцессоров и микроконтроллеров, изучение принципов конструирования микропроцессорных устройств, а также выработка навыков программирования микропроцессорных устройств. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с элементной базой микропроцессорных устройств, а также учатся использовать кросс-средства разработки программного обеспечения этих устройств на языке C.

## **SUBJECT SUMMARY «MICROPROCESSOR TECHNIQUES»**

The main purpose of studying the discipline «Microprocessor techniques» is to familiarize students with modern families of microprocessors and microcontrollers, to study the principles of designing microprocessor devices, as well as to develop skills in programming microprocessor devices. In the course of studying the discipline, students are familiar with the element base of microprocessor devices, and also learn to use cross-software development tools for these devices in the C language.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Обеспечить освоение знаний в области электроники; изучение особенностей внутренней структуры микропроцессоров и микроконтроллеров; элементной базы и особенностей применения, специализированных больших интегральных схем и микросхем памяти в системах на основе микропроцессоров и микроконтроллеров.

2. Сформировать умения разрабатывать управляющие модули с использованием микроконтроллеров семейства ARM; разрабатывать программы для микропроцессоров и микроконтроллеров с использованием языка С.

3. Достичь овладения навыками использования кросс-средств для разработки программного обеспечения микропроцессорных систем.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета, и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Встраиваемые системы управления» (для УП № 712-19);
2. «Компьютерные технологии в разработке электронных приборов и устройств» (для УП № 712-19);
3. «Датчики в электронных устройствах» (для УП № 712-19);
4. «Современные проблемы электроники» (для УП № 711-19, 712-19, 715-19, 717-19, 718-19, 722-19, 723-19, 731-19, 735-19, 736-19);
5. «Процессы микро- и нанотехнологии».

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции
	УП № 711-19, 712-19, 715-19, 717-19, 718-19, 722-19, 723-19, 731-19, 735-19, 736-19
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ОПК-4	Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач
	УП № 755-19, 756-19
ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов
ОПК-5	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов

В Приложении к рабочей программе дисциплины представлены Фонды оценочных средств проверки степени сформированности компетенций. Фонды оценочных средств предназначены для проверки сформированности компетенций после окончания периода обучения по дисциплине и представляют собой тесты с вариантами ответов.

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### **Введение** (2 академ. часа)

Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Роль и значение микропроцессоров и микроконтроллеров в современных автоматизированных системах измерения, контроля и управления технологическими процессами электронного производства. Краткая историческая справка о развитии микропроцессорной техники.

#### **Тема 1. Общие сведения о микропроцессорных системах** (42 академ. часа)

Системы счисления. Классификация микропроцессоров по областям применения и архитектурам. Общие сведения о микропроцессорных системах управления. Основные сигналы и внутренняя структура обобщенной МП системы. Логический элемент с третьим состоянием и интерфейсные микросхемы на его основе - шинные формирователи и буферные регистры. Язык программирования С – основные конструкции языка. Структура программы на языке С. Константы. Основные типы данных. Типы переменных. Операции. Функции. Препроцессор. Использование языка С для программирования и микроконтроллерных устройств.

#### **Тема 2. Микроконтроллеры семейства ARM** (40 академ. часов)

Основные характеристики микроконтроллеров семейства ARM. Внутренняя структура и назначение выводов микроконтроллера семейства ARM на примере LPC2368. Программная модель микроконтроллера LPC2368. Основные регистры специальных функций. Тактовый генератор, режим пониженного энергопотребления. Формирователи сигнала сброса, супервизоры питания, сторожевой таймер. Порты параллельного ввода/вывода, внутренняя структура, способы программирования. Измерение временных интервалов, таймеры мик-

роконтроллера, внутренняя структура, способы программирования. Формирование сигналов широтно-импульсной модуляции. Использование прерываний в микропроцессорных системах. Источники прерывания микроконтроллера. Интерфейс последовательного ввода/вывода SPI. Аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи микроконтроллера, характеристики, принципы программирования.

### **Тема 3. Средства ввода/вывода в микропроцессорных системах** (32 академ. часа)

Применение параллельного ввода/вывода для управления дискретными устройствами. Подключение клавиатур к микроконтроллерам. Общие принципы последовательной передачи информации. Синхронная и асинхронная передача информации. Интерфейс RS232. Стандартные скорости передачи информации. Интерфейсы RS485, RS422. Синхронные интерфейсы ИС и SPI. Сопряжение микроконтроллеров с устройствами отображения дискретной информации, символьной и графической информации. Подключение исполнительных устройств к микроконтроллерам - электромагнитные исполнительные механизмы, шаговые и линейные электродвигатели.

### **Тема 4. Запоминающие устройства (11 академ. часов)**

Основные сведения, назначение, классификация. Микросхемы статических оперативных запоминающих устройств (ОЗУ). Внутренняя структура, принципы функционирования, тактовая диаграмма. Подключение статических ОЗУ к МП системе. Микросхемы динамических оперативных запоминающих устройств (ДОЗУ). Внутренняя структура, принципы функционирования, тактовая диаграмма ДОЗУ. Современные типы ДОЗУ, перспективы развития, принципы ускоренного доступа к данным в ДОЗУ. Микросхемы постоянных запоминающих устройств (ПЗУ). Внутренняя структура, принципы функционирования, тактовая диаграмма ПЗУ. Масочные ПЗУ. ПЗУ с УФ и электрическим стиранием. Подключение ПЗУ к МП системе.



## **Тема 5. Конструирование микропроцессорных систем (15 академ. часов)**

Основные принципы конструирования микропроцессорных систем управления. Сопряжение микроконтроллеров с внешними цифровыми датчиками и устройствами. Сопряжение микроконтроллеров с внешними аналого-цифровыми и цифроаналоговыми преобразователями. Повышение помехоустойчивости микропроцессорных систем, особенности конструирования печатных плат для микроконтроллеров. Выбор компонентов системы в соответствии с требованиями по точности и быстродействию.

### **Заключение (2 академ. часа)**

Перспективы развития микропроцессорной техники.

### **4.2 Перечень лабораторных работ**

1. Ознакомление с компилятором языка С для ПК.
2. Изучение принципов разработки и отладки программ на языке С с использованием компилятора на ПК.
3. Изучение кросс-компилятора для микроконтроллера ARM.
4. Исследование портов ввода/вывода в режиме вывода.
5. Исследование портов ввода/вывода в режиме ввода.
6. Внешние прерывания.
7. Таймер.
8. Алфавитно-цифровой жидкокристаллический модуль.

### **4.3 Перечень практических занятий**

1. Системы счисления. Основные конструкции языка С.
2. Структура программы на языке С. Основные типы и размеры данных. Указатели. Массивы. Постоянные и временные переменные. Инициализация переменных.
3. Определение функции. Вызов функции. Функция main. Функция printf. Функция scanf.

4. Операторы switch, while, do-while, for, break, continue, return. Условный оператор if-else.
5. Арифметические операции. Операция присваивания. Операции отношения. Логические операции. Побитовые операции.
6. Структуры. Инициализация структуры. Доступ к элементам структуры.
7. Замена идентификаторов. Макросы. Включение файлов. Условная компиляция. Особенности использования языка C для микроконтроллеров.
8. Основные алгоритмы дискретного вывода в микроконтроллерных системах.
9. Основные алгоритмы обработки данных в микроконтроллерных системах.
10. Основные алгоритмы дискретного ввода в микроконтроллерных системах.
11. Особенности использования клавиатур и энкодеров в микроконтроллерных системах.
12. Алгоритмы подавления дребезга контактов клавиатур.
13. Особенности использования прерываний в микроконтроллерных системах.
14. Особенности использования таймеров в микроконтроллерных системах.
15. Программирование секундомеров и часов с использованием таймеров в микроконтроллерных системах.
16. Вывод алфавитно-цифровой информации на жидкокристаллический модуль.
17. Программирование последовательного интерфейса SPI.
18. Программирование периферийных микросхем с последовательным интерфейсом SPI.

## 5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библи.
<b>Основная литература</b>			
1	Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2000.	1	137
2	Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.	1	204
3	Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.	1	21
4	Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.	1	66
5	Ухов А.А., Герасимов В.А., Кострин Д.К., Лавреев М.В., Селиванов Л.М. Применение микроконтроллеров семейства ARM Cortex [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. + 1 эл. опт. диск	1	ЭБС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
6	Ухов А.А., Кострин Д.К. Микроконтроллеры [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. + 1 эл. опт. диск	1	ЭБС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
7	Ухов А.А., Герасимов В.А., Селиванов Л.М., Симон В.А., Кострин Д.К. Цифровая схемотехника. Устройства на логических элементах и триггерах [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. + 1 эл. опт. диск	1	ЭБС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Александров Е.К., Грушвицкий Р.И., Куприянов М.С. и др. Микропроцессорные системы: учеб. пособие – СПб.: Политехника, 2002.	1	98
2	Аргудяев С.В., Герасимов В.А., Кострин Д.К., Ухов А.А., Селиванов Л.М., Шишов Д.И. Программирование встраиваемых систем [Электронный ресурс]. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. + 1 эл. опт. диск	1	ЭБС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

**5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины**

№	Электронный адрес
1	<a href="http://electronix.ru/forum">http://electronix.ru/forum</a> (форум по микроконтроллерам)
2	<a href="http://chipinfo.ru/">http://chipinfo.ru/</a> (сайт по электронным компонентам)

## **6 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Методические материалы; описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплины доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

## 7 ОПИСАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

№	Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
1	Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, маркерная доска	Windows 7 и выше Adobe Acrobat Reader Microsoft Office
2	Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест - в соответствии с контингентом, лабораторный стенд (не менее чем 1 стенд на 2 обучающихся) для изучения микроконтроллеров семейства ARM Cortex, управляемый компьютером (не менее чем 1 ПК на 2 обучающихся), рабочее место преподавателя, мультимедийная система, проектор, экран, маркерная доска	Windows 7 и выше, Adobe Acrobat Reader, Microsoft Office, AWR Design Environment 11 и выше, KiCAD 4.0.7 и выше, Far Manager 3 и выше, Google Chrome, Microsoft Visual Studio Professional
3	Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест - в соответствии с контингентом, лабораторный стенд (не менее чем 1 стенд на 2 обучающихся) для изучения микроконтроллеров семейства ARM Cortex, управляемый компьютером (не менее чем 1 ПК на 2 обучающихся), рабочее место преподавателя, проектор, экран, маркерная доска	Windows 7 и выше, Adobe Acrobat Reader, Microsoft Office, AWR Design Environment 11 и выше, KiCAD 4.0.7 и выше, Far Manager 3 и выше, Google Chrome, Microsoft Visual Studio Professional

## **8 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. ОМОЛА