

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.07.2023 12:24:11
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Информационные технологии
проектирования свч устройств»



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»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

«Информационные технологии проектирования свч устройств»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Матвеев А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС
09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	10
Лабораторные занятия (академ. часов)	10
Практические занятия (академ. часов)	40
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	61
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	119
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА»

Дисциплина посвящена изучению методов и средств сбора и обработки данных в реальном времени, используемых в телеметрических системах. На примере восьмиразрядных микроконтроллеров с ядром MCS51 изучается архитектура, и программирование микроконтроллеров.

Обсуждаются параллельные и последовательные интерфейсы связи. Рассматриваются алгоритмы обработки информационных потоков.

SUBJECT SUMMARY

«MICROPROCESSOR DEVICES»

The subject devoted to the study of methods and means of collecting and processing real-time data used in telemetry systems. We consider eight-bit microcontroller MCS51, studied architecture, and programming.

Discusses the parallel and serial communication interfaces. The algorithms of processing of information flows.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины -изучение архитектуры и возможностей современных микропроцессоров, получение знаний об алгоритмах обработки данных, умений рационально использовать протоколы и аппаратные средства связи между микропроцессорами первичной обработки и периферийными устройствами, а также навыков распределения решаемых задач между аппаратными и программными средствами.

2. Задачи дисциплины: освоение методики проектирования аппаратных и программных средств с использованием микропроцессоров, навыков распределения решаемых задач между аппаратными и программными средствами и рационального использования протоколов и аппаратных средств связи между микропроцессорами первичной обработки и периферийными устройствами.

3. Получение знаний об алгоритмах обработки данных.

4. Приобретение умений рационально использовать протоколы и аппаратные средства связи между микропроцессорами первичной обработки и периферийными устройствами.

5. Формирование навыков распределения решаемых задач между аппаратными и программными средствами.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информатика»

2. «Схемотехника цифровых устройств»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

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/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-5	Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями
<i>ПК-5.1</i>	<i>Знает нормативные требования к разработке проектно-конструкторской документации</i>
<i>ПК-5.2</i>	<i>Умеет использовать стандарты и нормативные требования при разработке документации</i>
<i>ПК-5.3</i>	<i>Владеет навыками разработки документации для организации выпуска изделий</i>
СПК-2	Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, работающих в диапазоне сверхвысоких частот с использованием информационных технологий
<i>СПК-2.1</i>	<i>Знает принципы работы электронных средств, работающих в диапазоне сверхвысоких частот</i>
<i>СПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить расчеты параметров и характеристик электронных средств, работающих в диапазоне сверхвысоких частот</i>
<i>СПК-2.3</i>	<i>Владеет навыками использования методов компьютерного проектирования и моделирования электронных средств, работающих в диапазоне сверхвысоких частот</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Архитектура микропроцессоров	1	2	0	0	6
2	Однокристалльные микроконтроллеры. Семейство MCS51	1	4	0	0	6
3	Способы адресации данных	1	4	2	0	8
4	Форматы команд	0	2	0	0	6
5	Система команд	0	2	1	0	6
6	Директивы ассемблера	0	2	1	0	6
7	Формирование циклических программ	1	2	2	0	10
8	Схемотехника портов ввода-вывода	1	2	1	0	8
9	Система прерываний однокристалльной микро ЭВМ MCS51.	1	2	0	0	6
10	Принцип работы аппаратных таймеров	1	4	2	0	12
11	Принцип работы массива программируемых счётчиков	1	4	1	0	10
12	Формирование и измерение временных интервалов	0	2	0	1	7
13	Последовательные интерфейсы связи	0	2	0	0	6
14	Использование макросов в программах обработки данных	0	1	0	0	4
15	Алгоритмы цифровой фильтрации	1	2	0	0	6
16	Вычисление тригонометрических и степенных функций. Алгоритм Волдера	1	2	0	0	6
17	Вычисления с промежуточным масштабированием	0	1	0	0	6
	Итого, ач	10	40	10	1	119
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Архитектура микропроцессоров	Шинная организация. Шина адреса, шина данных, шина управления. Минимально-необходимый набор БИС для построения ЭВМ.
2	Однокристальные микроконтроллеры. Семейство MCS51	Структурная схема микроконтроллера. Назначение его основных узлов. Внутренняя память, порты ввода/вывода, таймер, организация прерываний.
3	Способы адресации данных	Методы адресации данных: непосредственная, прямая, регистровая, косвенно-регистровая, относительная косвенная регистровая, базовая индексная, относительная базовая индексная, стековая адресация. Методы адресации переходов: внутрисегментный прямой, внутрисегментный косвенный, межсегментный прямой, межсегментный косвенный короткий переходы.
4	Форматы команд	Число байт в командах. Код операции и машинные коды команд. Адресация операндов. Машинные циклы.
5	Система команд	Система команд однокристальных микропроцессоров: команды передачи данных, арифметические команды, логические команды,
6	Директивы ассемблера	Формирование объектного кода из ассемблерного текста программы, размещение объектного кода в памяти команд. Формирование таблиц данных.
7	Формирование циклических программ	Конечные и бесконечные циклы. Циклы с окончанием по счётчику, по условию
8	Схемотехника портов ввода-вывода	Функциональная схема одного разряда порта ввода-вывода. Нагрузочная способность порта. Команды вывода по типу «чтение-модификация-запись»
9	Система прерываний однокристальной микро ЭВМ MCS51.	Источники прерываний, программирование системы прерываний, приоритеты источников, вектора прерываний.
10	Принцип работы аппаратных таймеров	Аппаратные таймеры микро-ЭВМ. Режимы работы и программирование.
11	Принцип работы массива программируемых счётчиков	Режимы работы и программирование. Верхняя и нижняя границы измеряемых интервалов. Формирование частоты. Цифроаналоговое преобразование методом ШИМ.
12	Формирование и измерение временных интервалов	Программное формирование временных интервалов. Формирование временных интервалов с помощью таймеров и массива программируемых счётчиков. Верхние и нижние границы формирования. Измерение интервала времени аппаратными средствами микроконтроллера. Ограничения на измеряемые интервалы.
13	Последовательные интерфейсы связи	Классификация последовательных каналов связи, принцип асинхронной передачи данных, скорость передачи данных, принцип асинхронного приема данных. I2C и SPI интерфейсы. UART интерфейс.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
14	Использование макросов в программах обработки данных	Описание и использование макросов. Условное ассемблирование.
15	Алгоритмы цифровой фильтрации	Программная реализация фильтров. Фильтры с "конечной" и "бесконечной" импульсной характеристикой. Медианный фильтр
16	Вычисление тригонометрических и степенных функций. Алгоритм Волдера	Реализация микроконтроллером алгоритма "цифра за цифрой".
17	Вычисления с промежуточным масштабированием	Вычисление с промежуточным масштабированием на примере обработки данных платинового термометра.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Основные режимы работы микропроцессора, практическое программирование на языке ассемблер.	2
2. Адресация данных. Обработка данных микропроцессором	2
3. Система ввода-вывода. Цифровые способы формирования аналоговых сигналов с амплитудной, фазовой и частотной модуляцией	2
4. Режимы работы и методы программирования таймеров. Формирование временных интервалов	2
5. Режимы работы массива программируемых счетчиков. Измерение временных интервалов. Формирование аналогового сигнала с использованием ШИМ.	2
Итого	10

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Сравнение архитектуры микропроцессоров и однокристальных микроконтроллеров	2
2. Адресация данных в микроконтроллере	4
3. Форматы команд	4
4. Система команд	2
5. Директивы ассемблера.	2
6. Директивы ассемблера.	2
7. Периферийные устройства ввода-вывода. Схемотехника портов микроконтроллера	2
8. Способы реагирования на внешние и внутренние события. Система прерываний	2
9. Структура и принцип работы аппаратных таймеров	4

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
10. Массив программируемых счётчиков. Структура, программирование	4
11. Возможности микроконтроллера по формированию и измерению временных интервалов.	2
12. Связь с периферийными устройствами по последовательным интерфейсам.	2
13. Примеры организации часто повторяющихся вычислений. Использование программных макросов	1
14. Структура цифровых фильтров. Алгоритмы, программная реализация	2
15. Тригонометрические вычисления, промежуточное масштабирование данных	5
Итого	40

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

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.

Консультирование предполагает 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.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	14
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
ИТОГО СРС	119

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Каспер, Эрни. Программирование на языке Ассемблера для микроконтроллеров семейства i8051 [Текст] / Э. Каспер, 2004. -191 с	29
2	Микропроцессоры в автоматизированных системах контроля и управления РЭС [Текст] : Учеб. пособие / [А.К.Артемьев, А.В.Матвеев, И.С.Минченко, Ю.В.Сентябрев], 2003. -59 с.	204
3	Бунтов, Владимир Дмитриевич. Цифровые и микропроцессорные радиотехнические устройства [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов 654200 "Радиотехника" и бакалавров по направлению 552500 "Радиотехника" / В.Д. Бунтов, С.Б. Макаров, 2005. -398 с.	23
Дополнительная литература		
1	Пухальский, Геннадий Иванович. Проектирование микропроцессорных систем [Текст] : Учеб. пособие для специалистов 654200, а также бакалавров и магистров 552500 "Радиотехника" / Г.И.Пухальский, 2001. -544 с.	171

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Е. В. Моисейкин Микроконтроллеры семейства MCS-51. Теория и практика https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/52389/1/978-5-7996-2167-4_2017.pdf
2	Микроконтроллеры семейства MCS-51 https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SHIRYAEV/Disciplines/vs_viit/Tab1/mk_mcs51.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12016>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Микропроцессорные устройства» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Условием допуска к зачёту является выполнение лабораторных и контрольных работ. Зачёт проводится по результатам защиты лабораторных работ и результатам контрольных работ.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Минимальная структура микропроцессорного комплекта
2	Предназначение ПЗУ, ОЗУ, устройств ввода вывода
3	Предназначение шины данных, шины адреса, шины управления
4	Функциональная схема центрального процессора
5	Функциональная схема базовой микросхемы микро ЭВМ семейства MCS51
6	Способы адресации данных
7	Форматы команд
8	Быстродействие микро ЭВМ, время выполнения команды, машинный цикл
9	Регистровая модель внутреннего ОЗУ
10	Команды пересылок
11	Арифметические команды
12	Логические команды
13	Команды битовых операций
14	Команды передачи управления
15	Организация циклических программ. Циклы с окончанием по счётчику, с окончанием по условию
16	Схемотехника портов ввода вывода
17	Система прерываний, назначение, программирование прерываний
18	Приоритеты источников прерываний
19	Аппаратные таймеры микро ЭВМ. Структура и программирование
20	Формирование интервала времени таймерами T0 и T1
21	Измерение длительности импульса таймерами T0 и T1
22	Формирование и измерение интервала времени таймером T2
23	Массив программируемых счётчиков. Структура, программирование
24	Режимы работы модулей PCA
25	Формирование и измерение интервалов времени модулем PCA
26	Организация "сторожевого" таймера модулем PCA
27	Использование макросов в программах, написанных на ассемблере
28	Принципы работы последовательных интерфейсов UART, I2C, SPI
29	Принципы цифровой фильтрации

30	Программная реализация рекурсивного цифрового фильтра
31	Программная реализация медианного фильтра
32	Фильтрация методом "скользящего среднего"
33	Вычисление тригонометрических функций по методу "цифра за цифрой"
34	Вычисление тригонометрических функций по методу "цифра за цифрой"
35	Особенности вычислений с промежуточным масштабированием

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа №1

Вариант 1.

Перепад 1/0 на контакте P3.2 сопровождается поступление восьмиразрядных данных на входы порта P1. Вычислить среднее арифметическое 32 поступивших чисел. Вывести результат через порт P2. Вариант 4.

Вариант 4.

Написать программу периодического формирования с помощью ЦАП, подключенного к порту P1, нарастающего пилообразного напряжения с регулируемой амплитудой. Код максимума амплитуды считывать из внешней среды через порт P3. Минимальный код пилы – 00h.

Контрольная работа №2

Вариант 7.

Частота генератора микро ЭВМ $F_{кв} = 12$ МГц. На вход микро ЭВМ поступает сигнал, который единичным уровнем разрешает вырабатывать на выводе микро ЭВМ сигнал звуковой частоты 2000 Гц (электронный звонок с кнопкой). Вход и выход выбрать самостоятельно.

Вариант 10.

Частота генератора микро ЭВМ $F_{кв} = 12$ МГц. Написать подпрограмму обработки прерываний таймера 1, в которой на выводах P2.7 и P2.6 вырабатываются прямой (единичный) и инверсный (нулевой) импульсы длительностью

5 микросекунд. Частота следования импульсов – 10 кГц. Импульсы начинаются и заканчиваются одновременно.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Способы адресации данных	
2	Система команд	
3	Формирование циклических программ	
4		
5		Контрольная работа
6	Принцип работы аппаратных таймеров	
7	Принцип работы массива программируемых счётчиков	
8	Формирование и измерение временных интервалов	
9		Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференциальный зачет.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Микропроцессорные устройства» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, алгоритму выполнения задания и его программной реализации. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработ-

ку, либо подписывается к защите.

Студенту предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифференциальный зачет.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференциальный зачет.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

контрольные работы

Выполняются студентами в аудитории в течение 45 минут по индивидуальным вариантам. Результатом контрольной работы является программа на ассемблере.

Критерии оценки:

Оценка **ОТЛИЧНО** - выставляется при отсутствии ошибок.

Оценка **ХОРОШО** - выставляется при наличии в программе синтаксических ошибок.

Оценка **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО** - ставится при наличии в программе смысловых ошибок, приводящих к существенным погрешностям решения задачи.

Оценка **НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО** - алгоритм решения задачи не реализован.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, Меловая или маркерная доска, проектор, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, Рабочее место преподавателя. Доска, проектор, ноутбук, 10 лабораторных стендов "Микро ЭВМ MCS51"	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест в соответствии с контингентом. Рабочее место преподавателя. Меловая или маркерная доска.	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА