

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

Утверждаю:

Проректор по учебной работе

Павлов В. Н.

2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.01 - «Информатика и вычислительная техника»

Санкт-Петербург

2018

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ учебного плана:	930
Обеспечивающий факультет:	компьютерных технологий и информатики
Обеспечивающая кафедра:	систем автоматизированного проектирования
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	8

Виды занятий

Лекции (академ. часов)	36
Практические занятия (академ. часов)	18
Лабораторные занятия (академ. часов)	36
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	90
Самостоятельная работа (академ. часов)	90
Всего (академ. часов)	180

Вид промежуточной аттестации

Дифференцированный зачет (семестр)	8
------------------------------------	---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования 12.04.18, протокол № 4.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета компьютерных технологий и информатики 19.04.18, протокол № 4.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ»

Дисциплина нацелена на освоение теоретических основ проектирования цифровых устройств, а также практическое знакомство с основными платформами, используемыми при разработке встраиваемых цифровых систем. Предполагает знание студентами на базовом уровне цифровой схемотехники, организации ЭВМ, программирования на языке Си или его производных, что обеспечивает быстрое и осознанное овладение предлагаемым курсом. Материал дисциплины подобран в соответствии положением в отрасли разработки встраиваемых систем, которое наблюдается в настоящее время и в ближней перспективе, что обеспечивает актуальность и конкурентные преимущества курса. Вводятся понятия встраиваемой системы, микроконтроллера, ПЛИС, рассматриваются особенности архитектуры цифровых платформ, их применения и программирования.

SUBJECT SUMMARY «DIGITAL DEVICES DESIGN»

The subject is dedicated to theoretical fundamentals of digital devices design as well as practical acquaintance with common embedded systems platforms. Requires the students to have basic knowledge in digital circuit design, computer architecture, C language (or its derivatives) programming, that provides comprehended familiarization with the training course. Content of the subject is developed according to modern trends in embedded systems design, that makes it actual and competitive. Concepts of embedded system, microcontroller, FPGA are introduced, features of digital platforms application, hardware and software are considered.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование у обучаемых структурированных знаний и базовых навыков в области разработки цифровых устройств широкого спектра применения, в том числе встраиваемых систем управления и обработки сигналов, с помощью современных технических и программных средств.

Задачи дисциплины:

1. Получение знаний об особенностях разработки и применения наиболее распространенных цифровых платформ: Arduino, ARM, ПЛИС.
2. Выработка умений решать на каждой из платформ стандартные при разработке цифровых устройств задачи;
3. Формирование системных навыков разработки законченных устройств с осознанным выбором той или иной аппаратной платформы.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Проектирование цифровых устройств» относится к вариативной части ООП. Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Программирование»;
2. «Организация ЭВМ и систем»;
3. «Схемотехника»;
4. «Теоретические основы электротехники»,

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Автоматизация конструкторского проектирования»;
2. «Автоматизация функционально-логического проектирования»;
3. «Автоматизация проектирования больших интегральных схем»;
4. «Интегрированные системы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры».

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение. Место цифровых систем в науке и технике (2 академ. часа)

Описание предмета дисциплины, краткая характеристика теоретических и практических аспектов курса. Дается понятие цифровых систем, встраиваемых систем. Описывается исторический контекст, начиная с ранних попыток автоматизации на основе механических регуляторов, краткий экскурс в аналоговое моделирование, история развития цифровых вычислительных устройств с точки зрения применения их во встраиваемых системах (БЦВМ). Краткий обзор современного состояния предметной области, сравнение Arduino, ARM, ПЛИС и других платформ. Обзор литературы.

Тема 1. Микроконтроллеры AVR и платформа Arduino (17 академ. часов)

Описание архитектуры микроконтроллеров AVR, основных периферийных устройств: таймеры, АЦП, компаратор. Сравнение языков Ассемблера и Си для программирования. Система команд. Регистры: общего назначения, специальные. Система прерываний. Интерфейс SPI. Введение в Arduino: мотивация, исторический обзор, описание платформы.

Тема 2. Среда программирования Arduino (20 академ. часов)

Рассматривается среда программирования. Основные языковые конструкции, работа с документацией и примерами. Прошивка программ в микроконтроллер на плате Arduino Uno. Демонстрация работы тестовой программы с подробным построчным разбором кода.

Тема 3. Типовые приложения Arduino. Платы расширения Shield (17 академ. часов)

Вводится понятие платы расширения Shield, совместимой с базовым модулем Arduino. Дается обзор основных видов шилдов. Приводятся примеры проектов, выполняемых в учебных, производственных и научных целях на основе платформы Arduino: устройства из области робототехники, системы сбора данных, системы «Умный дом» и т.д.

Тема 4. Архитектура ARM. Семейство микроконтроллеров STM32
(17 академ. часов)

Недостатки 8-битных контроллеров. 32-битные контроллеры и ядро ARM. Микроконтроллеры STM32: краткий исторический экскурс, современное состояние. Сравнение ядер линейки F0, F1, F4, F7. Отладочные платформы серии DISCOVERY.

Тема 5. Генератор кода STM32CUBE и среда программирования System Workbench for STM32 (17 академ. часов)

Рассматриваются автогенератор проектов STM32CUBE. Настройка периферийных устройств. Понятие репозитория. Среда программирования SW4STM32 как расширение Eclipse. Основные языковые конструкции и приемы работы в среде. Демонстрация работы тестовой программы с подробным построчным разбором кода.

Тема 6. Операционные системы реального времени (17 академ. часов)

Понятие ОС реального времени: мотивация, основные понятия, виды. Запуск FreeRTOS на STM32 из STM32CUBE, типовые приемы и конструкции программирования.

Тема 7. Программируемые логические схемы (17 академ. часов)

Введение в ПЛИС. Отличие микроконтроллеров от ПЛИС, сравнение с точки зрения областей применения. Языки описания аппаратуры: Verilog, VHDL. Типовые конструкции языка Verilog. Обзор основных производителей: Altera, Xilinx, сравнение семейств. Изучение характеристик отладочной платы Terasic DE0-Nano с установленной ПЛИС Altera Cyclone IV.

Тема 8. Среда программирования Quartus и система моделирования Modelsim (17 академ. часов)

Система графического программирования среды Quartus. BDF-файлы. Настройка тактирования. Понятие синтезируемого подмножества языка HDL. RTL-диаграммы. Прошивка ПЛИС. Создание проекта в Modelsim. Отладка с помощью тестбенчей. Настройка параметров диаграмм, входных сигналов.

Тема 9. Конечные автоматы и софт-процессоры (17 академ. часов)

Введение в теорию конечных автоматов. Применение концепции конечных автоматов для создания цифровых устройств на ПЛИС. Процессор как конечный автомат. Реализация на ПЛИС простейшего процессора (софт-процессора). Софт-процессор NIOS компании Altera. Процессоры с открытым исходным кодом.

Тема 10. Арифметические операции на ПЛИС (20 академ. часов)

Понятие арифметики с фиксированной запятой. Масштабирование чисел. Умножители. Алгоритмы семейства CORDIC: тригонометрические функции, экспонента и логарифм, деление. Цифровая фильтрация на ПЛИС. Структуры фильтров, выбор коэффициентов. Инструменты автоматизации.

Заключение (2 академ. часа)

Ретроспектива основных пройденных тем с комментариями по поводу достигнутых студентами результатов в практической части курса. Анализ полученных компетенций. Обзор новейших достижений в отрасли, актуальной ситуации на рынке труда в России и в мире.

Перечень лабораторных работ

1. Платформа Arduino: загрузка скетчей, цифровой ввод-вывод.
2. Платформа Arduino: аналоговый ввод-вывод, COM-порт.
3. Платформа Arduino: подключение шилдов и модулей.
4. Платформа STM32: знакомство с IDE и отладочной платой.
5. Платформа STM32: работа с ОС реального времени.
6. Платформа ПЛИС: верификация кодов в среде Modelsim.
7. Платформа ПЛИС: текстовое и графическое программирование.
8. Платформа ПЛИС: ввод-вывод цифровых и аналоговых сигналов.

Перечень практических занятий

1. Изучение среды программирования Arduino, прошивка примеров.
2. Платформа Arduino: GPIO, светодиоды, прерывания по смене уровней.
3. Платформа Arduino: таймеры и ШИМ.
4. Изучение тулчейна разработки для STM32, прошивка и отладка тестовых задач.
5. Платформа STM32: встроенные АЦП и ЦАП, прием и выдача сигналов с помощью встроенных средств платформы.
6. Платформа STM32: последовательные протоколы, DMA.
7. Платформа STM32: обработка звука в реальном времени.
8. Изучение среды Quartus. Схемы стандартной логики на ПЛИС. Режим программной эмуляции.
9. Настройка тактирования. Прошивка ПЛИС. Отладка с помощью тестбенчей. Настройка параметров диаграмм, входных сигналов.
10. Аппаратная арифметика на ПЛИС. Алгоритмы CORDIC.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библ. (на каф.)
Основная литература			
1	Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики [Текст] / В.Б. Бродин, А.В.Калинин. - М. : ЭКОМ, 2002. - 399 с.	8	54 (0)
2	Проектирование цифровых устройств на БИС Altera : учеб. пособие / Д.В. Гайворонский, Т.Я. Новосельцева ; СПбГЭТУ "ЛЭТИ" . - СПб. : Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2010. - 99, [1] с. : ил., табл. - Библиогр.: 99 с.	8	98 (0)
3	Каримов Т. И., Андреев В. С., Бутусов Д. Н. Проектирование цифровых устройств: методические указания к лабораторным работам, практическим занятиям и курсовому проектированию. [https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1538]	8	База ЭОР ЭИОС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
Дополнительная литература			
1	Проектирование цифровых устройств [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 210400 - "Радиотехника" / Г. И. Пухальский , Т. Я. Новосельцева. - СПб. : Лань, 2012. - 888 с.	8	10 (0) <i>ЭБС СПбГЭТУ</i>
2	Аппаратно- программные средства для проектирования цифровых устройств [Текст] : учеб. пособие / В.В. Березин, Ш.С. Фахми ; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ" . - СПб. : Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2005. - 60 с.	8	67 (0)
3	Цифровая схемотехника : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 230100 "Информатика и вычисл. техника" / Е.П. Угрюмов. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 797 с.	8	66 (0)
4	Изучаем Arduino®: инструменты и методы технического волшебства [Текст] = Exploring Arduino®.Tools and techniques for Engineering Wizardry / Д. Блум ; [пер. с англ. В. Петина]. - СПб. : БХВ-Петербург, 2015. - 336 с.	8	12 (0)

Зав. отделом учебной литературы

Киселева Т.В. Киселева

08.06.18

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

№	Электронный адрес
1	http:// we.easyelectronics.ru
2	http://habrahabr.ru
3	http://www.marsohod.org

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины в методических указаниях к лабораторным работам, учебных пособиях к практическим занятиям.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине и методика текущего контроля содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

К.Т.Н., доц.



Андреев В.С.

Рецензент

К.Т.Н., доц.



Курдииков Б.А.

Зав. каф. САПР

К.Т.Н., доц.



Рыжов Н.Г.

Декан ФКТИ

д.т.н., проф.



Куприянов М.С.

Согласовано

Председатель УМК ФКТИ

К.Т.Н., доц.



Михалков В.А.

Начальник МО

д.т.н., проф.



Грязнов А.Ю.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. МО
1					