МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые устройства и микропроцессоры

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Аудиовизуальная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
4	Самостоятельная работа	84	84	часов
5	Всего (без экзамена)	144	144	часов
6	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6319

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 33 от «19» 10 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ТУ _____ Булдаков А. Н.

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Эксперты:

профессор каф. ТУ _____ Шалимов В. А.

Согласована на портале № 6319

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение возможностей и основных тенденций развития цифровой и микропроцессорной техники;

структур управляющих микропроцессоров;

общих принципов построения цифровых устройств.

1.2. Задачи дисциплины

- освоение студентами законов функционирования основных узлов цифровых устройств;
- усвоение методов проектирования комбинационных схем;
- умение студентов разбираться в структуре и возможностей микропроцессоров для решения поставленной задачи;
- алгоритмов работы микропроцессорных управляющих устройств;
- разработки и отладки программ для микропроцессоров на языке ассемблер.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровые устройства и микропроцессоры» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Дискретная математика, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** методы синтеза и анализа комбинационных схем; функциональные схемы типовых узлов цифровых устройств - дешифраторов, мультиплексоров, сумматоров, регистров, счетчиков, запоминающих устройств; структурную схему микропроцессора и назначение его основных узлов; принципы подключения устройств к микропроцессору; основами составления программ для микропроцессора и их отладки.
- **уметь** задать булеву функцию, минимизировать и построить схему на логических элементах в заданном базисе; строить схемы цифровых устройств с использованием готовых цифровых узлов; составлять и отлаживать программы микропроцессоров на языке ассемблера;
- **владеть** методиками проектирования и анализа комбинационных схем; типовыми способами проектирования цифровых узлов и контроля их работы; принципы составления и отладки программ для микропроцессора;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Практические занятия	36	36

Согласована на портале № 6319

Самостоятельная работа (всего)	84	84
Проработка лекционного материала	28	28
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	56	56
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Двоичная система счисления, представление числовых данных, арифметические операции с двоичными числами; Логические основы цифровых устройств, способы задания булевых функций, построение комбинационных схем в заданных базисах;	4	8	18	30	ОПК-7, ПК-1
2	Виды триггеров. Цифровые схемы дешифраторов, мультиплексоров, сумматора, счетчиков, регистров. Принцип построения запоминающих устройств.	6	8	18	32	ОПК-7, ПК-1
3	Структурная схема микропроцессора. Назначение основных узлов микропроцессора - АЛУ, память программ и данных, шины адреса, данных, управления, порты ввода-вывода, регистры управления, таймеры-счетчики.	6	4	12	22	ОПК-7, ПК-1
4	Работа микропроцессора в программном режиме работы, программное управление внутренними узлами, организация взаимодействия с внешними устройствами через порты ввода-вывода. Система команд микропроцессора и составление программ на языке ассемблера, Отладка программ.	4	10	18	32	ОПК-7, ПК-1
5	Работа микропроцессоров в режиме прерываний.	4	6	18	28	ОПК-7, ПК-1

Согласована на портале № 6319

	Итого	24	36	84	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Двоичная система счисления, представление числовых данных, арифметические операции с двоичными числами; Логические основы цифровых устройств, способы задания булевых функций, построение комбинационных схем в заданных базисах;	Принципы Фон-Неймана. Представление чисел в двоичной и шестнадцетиричной системах счисления. Прямой и дополнительный код двоичных чисел. Сложение и вычитание двоичных чисел. Принцип выполнения умножения и деления двоичных чисел. Основные законы и теоремы булевой алгебры. Способы задания булевых функций. Минимизация БФ. Построение комбинационной схемы по БФ. Понятие базиса. Реализация комбинационных схем в разных базисах.	4	ОПК-7, ПК-1
	Итого	4	
2 Виды триггеров. Цифровые схемы дешифраторов, мультиплексоров, сумматора, счетчиков, регистров. Принцип построения запоминающих устройств.	Законы работы триггеров R-S, D-триггера, JK-триггера. Обозначение триггеров на схемах. Диаграммы работы триггеров. Дешифраторы, их БФ, схемы дешифраторов, обозначения на схемах. Мультиплексоры, их БФ, схемы мультиплексоров, обозначения на схемах. Реализация БФ с помощью дешифраторов и мультиплексоров. Разложение БФ по переменным для реализации на мультиплексорах. Регистры, схемы регистров, обозначение регистров на схемах. Сумматоры, БФ сумматора и полусумматора, схемы сумматоров, обозначения на схемах. Принцип организации запоминающих устройств с произвольной выборкой.	6	ОПК-7, ПК-1
	Итого	6	
3 Структурная схема микропроцессора. Назначение основных узлов микропроцессора - АЛУ, память программ и данных, шины адреса, данных, управления,	Обобщенная структура микропроцессора по Фон-Нейману. АЛУ, регистры общего назначения. Шины, порты ввода-вывода. Двух и трех шинная архитектура	6	ОПК-7, ПК-1

Согласована на портале № 6319

порты ввода-вывода, регистры управления, таймеры-счетчики.	микропроцессоров. Гарвардская архитектура микроконтроллера МК-51. Резидентная и внешняя памяти программ и данных. Устройство управления микроконтроллера, Таймеры-счетчики, регистры управления. Порт последовательной передачи данных, регистры управления. Параллельные порты ввода-вывода, управления портами, альтернативные значения порта ввода-вывода.		
	Итого	6	
4 Работа микропроцессора в программном режиме работы, программное управление внутренними узлами, организация взаимодействия с внешними устройствами через порты ввода-вывода. Система команд микропроцессора и составление программ на языке ассемблера, Отладка программ.	Программный режим работы микроконтроллера. Система команд, основы языка ассемблера. Составление программ и отладка программ.	4	ОПК-7, ПК-1
	Итого	4	
5 Работа микропроцессоров в режиме прерываний.	Понятие режима прерываний. Внутренние и внешние прерывания. Вектор прерываний. Регистры управления прерываниями. Программы обработки прерываний.	4	ОПК-7, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
		1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины						
1	Дискретная математика	+	+			
2	Цифровая обработка сигналов			+		

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 6319

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-7	+		+	Опрос на занятиях, Зачет, Отчет по практике
ПК-1	+	+	+	Опрос на занятиях, Зачет, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Двоичная система счисления, представление числовых данных, арифметические операции с двоичными числами; Логические основы цифровых устройств, способы задания булевых функций, построение комбинационных схем в заданных базисах;	Перевод десятичных чисел в двоичные. Представление чисел в прямом и дополнительном кодах. Арифметические операции сложения и вычитания. Принцип умножения и деления двоичных чисел. Задание булевых функций таблицами истинности. минимизация БФ. Синтез комбинационных схем по БФ в базисах И, ИЛИ, Не, И-Не, ИЛИ-Не.	8	ПК-1
	Итого	8	
2 Виды триггеров. Цифровые схемы дешифраторов, мультиплексоров, сумматора, счетчиков, регистров. Принцип построения запоминающих устройств.	Изучение работы счетчиков, мультиплексоров, сумматоров, Сумматоров, АЛУ, ОЗУ, регистров.Реализация БФ с помощью дешифраторов и мультиплексоров. Разложение БФ по переменным. Реализация БФ. Построение схем счетчиков-делителей с переменным коэффициентом деления.Изучение работы регистров с параллельной и последовательной передачей данных.	8	ПК-1
	Итого	8	

Согласована на портале № 6319

3 Структурная схема микропроцессора. Назначение основных узлов микропроцессора - АЛУ, память программ и данных, шины адреса, данных, управления, порты ввода-вывода, регистры управления, таймеры-счетчики.	Изучение структуры микроконтроллера МК-51 на симуляторе. Простейшиее управление узлами микроконтроллера.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Работа микропроцессора в программном режиме работы, программное управление внутренними узлами, организация взаимодействия с внешними устройствами через порты ввода-вывода. Система команд микропроцессора и составление программ на языке ассемблера, Отладка программ.	Изучение системы команд МК-51.Изучение основ языка ассемблер. Составление простейших программ. Отладка программ на симуляторе. Программное управление таймерами-счетчиками. Управление портами ввода-вывода. Программы взаимодействия микроконтроллера через порты ввода-вывода с внешними устройствами.	10	ПК-1
	Итого	10	
5 Работа микропроцессоров в режиме прерываний.	Составление программ для работы микроконтроллера в режиме прерываний. Технология реализации режима прерывания.	6	ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Двоичная система счисления, представление числовых данных, арифметические операции с двоичными числами; Логические основы цифровых устройств, способы задания булевых функций, построение комбинационных схем в заданных базисах;	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	18		
2 Виды триггеров. Цифровые схемы дешифраторов,	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практике

Согласована на портале № 6319

мультиплексоров, сумматора, счетчиков, регистров. Принцип построения запоминающих устройств.	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	18		
3 Структурная схема микропроцессора. Назначение основных узлов микропроцессора - АЛУ, память программ и данных, шины адреса, данных, управления, порты ввода-вывода, регистры управления, таймеры-счетчики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1, ОПК-7	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
4 Работа микропроцессора в программном режиме работы, программное управление внутренними узлами, организация взаимодействия с внешними устройствами через порты ввода-вывода. Система команд микропроцессора и составление программ на языке ассемблера, Отладка программ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	18		
5 Работа микропроцессоров в режиме прерываний.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ПК-1, ОПК-7	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	18		
Итого за семестр		84		
Итого		84		

9.1. Тематика практики

1. Выполнить на примерах перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную, шестнадцетиричную.
2. Перевести числа в двоичную систему счисления и выполнить операцию сложения с использованием прямых и дополнительных кодов (+15-9, -12+6, -9-11, +7+10).
3. Задать математическую модель комбинационной схемы в виде булевой функции с помощью таблицы истинности в формах ДНФ и КНФ, выполнить минимизацию с помощью карт Вейча. Составить комбинационную схему, реализующую БФ в базисе И, ИЛИ, Не. Преобразовать БФ для реализации БФ в базисах И-Не, ИЛИ-Не. Составить схему.
4. Рассмотреть структуру программируемой логической матрицы и реализацию системы булевых функций.
5. Разобрать работу микроконтроллера в режиме прерываний от внутренних и внешних

Согласована на портале № 6319

устройств.

6. Составить и отладить программу реакции микроконтроллера на внутренние прерывания от таймера счетчика и на прерывания от внешних устройств. Детально рассмотреть работу стека, счетчика команд, работу векторов прерывания.

7. Изучить принцип работы счетчика команд, регистров управления внутренними узлами микроконтроллера МК-51..

8. Уяснить влияние каждого бита регистров управления на конфигурацию внутренних узлов микроконтроллера МК-51.

9. Установить на своем компьютере свободно распостраняемую моделирующую программу Single-Chip Machine.

10. Изучить технологию набора программы, ее компиляцию и исполнение.

11. Набрать простые программы, запустить ее и выполнить по шагам, контролируя изменение содержимого внутренних узлов..

12. Примеры программ:

13. 1. Записать константу в память программ, в порт;

14. 2. Сконфигурировать таймеры-счетчикив разные режимы работы, запустить их, контролировать процесс счета и переполнение;

15. 3. Составить программу установление таймера-счетчика в режим делителя частоты с произвольным коэффициентом деления.

16. Задать БФ от трех и четырех пременных..

17. Реализовать БФ на 3-х, 4-х разрядных дешифраторах с прямыми и инверсными выходами.

18. Реализовать БФ на мультиплексорах 8 на 1, 16 на 1.

19. Разложить БФ по одной переменной и реализовать на мультиплексорах 2 на 1, или 4 на 1, или 8 на 1.

20. Составить схему двоичного 4-х разрядного счетчика, подключить к ней комбинационную схему, нарисовать диаграмму работы счетчика и выхода комбинационной схемы.

21. Составить схему счетчика делителя частоты с произвольным коффициентом деления на основе двоичного счетчика.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

22. Изучить работу триггеров разных типов, научиться строить диаграммы работы при изменении входных воздействий (R-S триггер, D-триггер, J-K триггер.

23. Изучить задание БФ для дешифратора, мультиплексора, сумматора и их схемы.

24. Изучить реализацию БФ с помощью дешифраторов и мультиплексоров.

25. Изучить метод разложения БФ по одной и двум переменным для реализации их на мультиплексорах.

26. Изучить систему команд микроконтроллера в терминах мнемокодов для использования в составлении программ.

27. Усвоить работу микроконтроллера в режиме прерываний.

28. Изучить настройку микроконтроллера на разные режимы прерываний.

29. Уяснить алгоритм перевода чисел из одной системы счисления в другую, представление чисел в прямом и дополнительном кодах, алгоритмы сложения чисел со знаками.

30. Изучить основные законы булевой алгебры, способы задания булевых функций (БФ), формы БФ и их минимизации, преобразование БФ в разные базисы и построение комбинационных схем.

31. Уяснить обобщенную структуру микропроцессора, различие двух и трех шинной структур.

32. Изучить структурную схему микроконтроллера МК-51, назначение АЛУ, таймеров счетчиков, портов ввода-вывода,

33. регистров управления узлами.

Согласована на портале № 6319

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
5 семестр				
Зачет	10	10	22	42
Опрос на занятиях	2	2	6	10
Отчет по практике	12	12	24	48
Итого максимум за период	24	24	52	100
Нарастающим итогом	24	48	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Потехин, Виктор Ананьевич. Схемотехника цифровых устройств [Текст] : учебное пособие / В. А. Потехин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск :

Согласована на портале № 6319

Издательство ТУСУРа, 2015. - 501 с : рис., табл. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-86889-709-2 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Потехин, Виктор Ананьевич Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / В. А. Потехин ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра телевидения и управления. - Томск : ТМЦДО, 2002 - . Ч. 1. - Томск : ТМЦДО, 2002. - 263, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 262-263. УДК 681.325.5-181.4(075.8) 621.382.049.77.037.372(075.8) Экземпляры всего: 16 (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Потехин, Виктор Ананьевич Цифровые устройства и микропроцессоры : учебно-методическое пособие / Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра телевидения и управления. - Томск : ТМЦДО, 2002 - . Ч. 1. - Томск : ТМЦДО, 2002. - 45, [3] с. : ил. - Б. ц. УДК 621.382.049.77.037.372(075.8) 681.325.5-181.4(075.8) (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)
3. Потехин, Виктор Ананьевич. Схемотехника цифровых устройств [Текст] : учебное пособие / В. А. Потехин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Издательство ТУСУРа, 2015. - 501 с : рис., табл. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-86889-709-2 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
4. Кормилин, Валерий Анатольевич Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / В. А. Кормилин ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра телевидения и управления. - Томск : ТМЦДО, 2000 - . Ч. 2 . - Томск : ТМЦДО, 2000. - 164 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 163-164. - 82.00 р., 130.00 р. УДК 004.318-181.48(075.8) (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
5. Интегральные микросхемы : справочник / Б. В. Тарабрин [и др.] ; ред. Б. В. Тарабрин. - М. : Радио и связь, 1983. - 528 с. : ил., табл. - 02.00 р. УДК 621.382.049.77(03) (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)
6. Зельдин, Евсей Аронович. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре / Е. А. Зельдин. - Л. : Энергоатомиздат, 1986. - 280 с. : ил. - Загл. на корешке : Цифровые интегральные микросхемы. - Библиогр.: с. 276-277. - 84.00 р., 01.20 р. УДК 621.382.049.77:621.317.7 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
7. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы : Справочник / С. В. Якубовский [и др.] ; ред. С. В. Якубовский. - М. : Радио и связь, 1989. - 495[1] с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 484. - ISBN 5-256-00259-7 : 02.00 УДК 621.382.049.77(035.5) (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)
8. Микроэлектроника: Учебное пособие / Шарапов А. В. - 2007. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/833, свободный.

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Цифровые устройства и микропроцессоры: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Потехин В. А. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2514, свободный.
2. Методические рекомендации для самостоятельной подготовки студентов: Для студентов всех направлений подготовки и специальностей / Покровская Е. М. - 2016. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5887, свободный.
3. Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие / Шарапов А. В. - 2008. 240 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/834, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Информационно-поисковая система Google.
2. Свободно распространяемая программа моделирования микроконтроллер Single-Chip Machine.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная лаборатория 209 каф. Ту с установленным свободно распостранямого ПО Open-Office, Single-Chip Machine.

Согласована на портале № 6319

Учебная лаборатория 218 с макетами изучения схем цифровых узлов.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 6319

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Цифровые устройства и микропроцессоры

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Аудиовизуальная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- доцент каф. ТУ Булдаков А. Н.

Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6319

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен знать методы синтеза и анализа комбинационных схем; функциональные схемы типовых узлов цифровых устройств - дешифраторов, мультиплексоров, сумматоров, регистров, счетчиков, запоминающих устройств; структурную схему микропроцессора и назначение его основных узлов; принципы подключения устройств к микропроцессору; основами составления программ для микропроцессора и их отладки.; Должен уметь задать булеву функцию, минимизировать и построить схему на логических элементах в заданном базисе; строить схемы цифровых устройств с использованием готовых цифровых узлов; составлять и отлаживать программы микропроцессоров на языке ассемблера;; Должен владеть методиками проектирования и анализа комбинационных схем; типовыми способами проектирования цифровых узлов и контроля их работы; принципы составления и отладки программ для микропроцессора;;
ПК-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие	Обладает диапазоном практических умений,	Берет ответственность за завершение задач в

Согласована на портале № 6319

	понятия в пределах изучаемой области	требуемых для решения определенных проблем в области исследования	исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основы построения цифровых вычислительных устройств. Основные архитектуры современных микропроцессорных устройств. Возможности применения микроконтроллеров в устройствах управления и контроля.	Проектировать комбинационные схемы, заданные таблицей истинности, и анализировать их работу. Применять цифровые узлы для построения комбинационных устройств. Проектировать цифровые схемы с использованием триггеров и анализировать их работу. Применить управляющий микропроцессор для решения поставленной задачи.	Навыками проектирования и анализа цифровых устройств. Методиками составления булевых функций, описывающих цифровое устройство и преобразования булевых функций для решения поставленных задач. Навыками составления и отладки программ для микроконтроллера.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;	• Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 6319

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Математические основы теории проектирования и анализа комбинационных схем. Типовые методики построения функциональной модели схемы. Работу типовых автоматов - регистров, счетчиков с разными коэффициентами деления. Типовые структурные схемы микропроцессоров. Режимы работы выбранного микроконтроллера, в том числе режим прерываний. Основы программирования микроконтроллера на языке ассемблера.	Осуществлять переход от задания работы схемы к формальному описанию в виде таблицы истинности булевой функции. Выполнять переход от таблицы к формуле. Синтезировать комбинационную схему по формуле в разных базисах. Составлять диаграммы работы комбинационных схем и простейших автоматов (счетчиков). Пользоваться системой команд микроконтроллера для создания программ на языке ассемблера. Отлаживать программы с использованием	Навыками синтеза и анализа комбинационных схем.Методами преобразования булевых выражений для перевода их в разные базисы. Методикой построения диаграмм работы цифровых устройств. Навыками составления программ на языке ассемблера для выбранного микроконтроллера и отладки программ с помощью интегрированного пакета.

Согласована на портале № 6319

	Методику моделирования работы микроконтроллера интегрированным пакетом Single-Chip Machine.	интегрированного пакета.	
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;	• Опрос на занятиях; • Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;	• Зачет; • Отчет по практике; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Зачёт

– Получить таблицу истинности булевой функции. Записать БФ в форме СДНФ или СКНФ. Минимизировать БФ. Преобразовать БФ в базисы И-Не/ИЛИ-Не. Составить комбинационную схему по полученной БФ.

– Получить таблицу истинности булевой функции. Реализовать БФ с помощью 2-х, 3-х, 4-х разрядных полных управляемых дешифраторах.

– Получить таблицу истинности булевой функции. Реализовать БФ с помощью

Согласована на портале № 6319

мультиплексоров. Разложить БФ по двум переменным и реализовать с помощью мультиплексоров.

– Получить систему булевых функций и реализовать на ПЛМ.

– На основе четырех разрядного счетчика создать счетчики делители частоты на 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 (по заданию преподавателя).

– Нарисовать структурную схему модуля запоминающего устройства с прямой выборкой емкостью 1 Кбайт, 10 Кбайт, 20 Кбайт. Пояснить работу ЗУ.

– Нарисовать обобщенную структурную схему микроконтроллера и описать назначение основных узлов (по заданию преподавателя) - АЛУ, шин адреса/данных, регистра флагов, регистров общего назначения, таймеров/счетчиков и управляющих регистров, портов ввода-вывода, регистров управления прерываниями.

– Дать определения микропроцессоров Фон-Неймановской и гарвардской архитектур, принципов их работы, достоинства и недостатки.

– Пояснить работу микроконтроллера в программном режиме работы.

– Пояснить работу микроконтроллера в режиме работы с прерываниями от таймеров/счетчиков.

– Пояснить работу микроконтроллера в режиме работы с прерываниями от внешних устройств.

– Составить программу по следующим заданиям: записать константу в порт; записать константу в ячейку памяти; записать программу конфигурации таймера/счетчика в режим 0, 1, 2, 3 и запуска его на счет от внутреннего или внешнего генератора; записать программу реакции на внутренее прерывание от таймера/счетчика или от внешнего устройства.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Изучить работу триггеров разных типов, научиться строить диаграммы работы при изменении входных воздействий (R-S триггер, D-триггер, J-K триггер.

– Изучить задание БФ для дешифратора, мультиплексора, сумматора и их схемы.

– Изучить реализацию БФ с помощью дешифраторов и мультиплексоров.

– Изучить метод разложения БФ по одной и двум переменным для реализации их на мультиплексорах.

– Изучить систему команд микроконтроллера в терминах мнемокодов для использования в составлении программ.

– Усвоить работу микроконтроллера в режиме прерываний.

– Изучить настройку микроконтроллера на разные режимы прерываний.

– Уяснить алгоритм перевода чисел из одной системы счисления в другую, представление чисел в прямом и дополнительном кодах, алгоритмы сложения чисел со знаками.

– Изучить основные законы булевой алгебры, способы задания булевых функций (БФ), формы БФ и их минимизации, преобразование БФ в разные базисы и построение комбинационных схем.

– Уяснить обобщенную структуру микропроцессора, различие двух и трех шинной структур.

– Изучить структурную схему микроконтроллера МК-51, назначение АЛУ, таймеров счетчиков, портов ввода-вывода,

– регистров управления узлами.

– Разобрать работу микроконтроллера в режиме прерываний от внутренних и внешних устройств.

– Составить и отладить программу реакции микроконтроллера на внутренние прерывания от таймера счетчика и на прерывания от внешних устройств. Детально рассмотреть работу стека, счетчика команд, работу векторов прерывания.

– Изучить принцип работы счетчика команд, регистров управления внутренними узлами микроконтроллера МК-51..

– Уяснить влияние каждого бита регистров управления на конфигурацию внутренних узлов микроконтроллера МК-51.

– Установить на своем компьютере свободно распостраняемую моделирующую программу

Согласована на портале № 6319

Single-Chip Machine.

– Изучить технологию набора программы, ее компиляцию и исполнение.

– Набрать простые программы, запустить ее и выполнить по шагам, контролируя изменение содержимого внутренних узлов..

– Примеры программ:

– 1. Записать константу в память программ, в порт;

– 2. Сконфигурировать таймеры-счетчикив разные режимы работы, запустить их, контролировать процесс счета и переполнение;

– 3. Составить программу установление таймера-счетчика в режим делителя частоты с произвольным коэффициентом деления.

– Задать БФ от трех и четырех пременных..

– Реализовать БФ на 3-х, 4-х разрядных дешифраторах с прямыми и инверсными выходами.

– Реализовать БФ на мультиплексорах 8 на 1, 16 на 1.

– Разложить БФ по одной переменной и реализовать на мультиплексорах 2 на 1, или 4 на 1, или 8 на 1.

– Составить схему двоичного 4-х разрядного счетчика, подключить к ней комбинационную схему, нарисовать диаграмму работы счетчика и выхода комбинационной схемы.

– Составить схему счетчика делителя частоты с произвольным коффициентом деления на основе двоичного счетчика.

– Выполнить на примерах перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную, шестнадцетиричную.

– Перевести числа в двоичную систему счисления и выполнить операцию сложения с использованием прямых и дополнительных кодов (+15-9, -12+6, -9-11, +7+10).

– Задать математическую модель комбинационной схемы в виде булевой функции с помощью таблицы истинности в формах ДНФ и КНФ, выполнить минимизацию с помощью карт Вейча. Составить комбинационную схему, реализующую БФ в базисе И, ИЛИ, Не. Преобразовать БФ для реализации БФ в базисах И-Не, ИЛИ-Не. Составить схему.

– Рассмотреть структуру программируемой логической матрицы и реализацию системы булевых функций.

3.3 Тематика практики

– Составить и отладить программу реакции на внутренние от таймера счетчика прерывания и на прерывания от внешних устройств. Задать БФ от трех и четырех пременных.. Реализовать БФ на 3-х, 4-х разрядных дешифраторах с прямыми и инверсными выходами. Реализовать БФ на мультиплексорах 8 на 1, 16 на 1. Разложить БФ по одной переменной и реализовать на мультиплексорах 2 на 1, или 4 на 1, или 8 на 1. Составить схему двоичного 4-х разрядного счетчика, подключить к ней комбинационную схему, нарисовать диаграмму работы счетчика и выхода комбинационной схемы. Составить схему счетчика делителя частоты с произвольным коффциентом деления на основе двоичного счетчика. Установить на своем компьютере свободно распостраняемую моделирующую программу Single-Chip Machine. Изучить технологию набора программы, ее компиляцию и исполнение. Набрать простые программы, запустить ее и выполнить по шагам, контролируя изменение содержимого внутренних узлов.. Примеры программ: 1. Записать константу в память программ, в порт; 2. Сконфигурировать таймеры-счетчикив разные режимы работы, запустить их, контролировать процесс счета и переполнение; 3. Составить программу установление таймера-счетчика в режим делителя частоты с произвольным коэффициентом деления. Изучить принцип работы счетчика команд, регистров управления внутренними узлами микроконтроллера МК-51.. Уяснить влияние каждого бита регистров управления на конфигурацию внутренних узлов микроконтроллера МК-51. Уяснить обобщенную структуру микропроцессора, различие двух и трех шинной структур. Изучить структурную схему микроконтроллера МК-51, назначение АЛУ, таймеров счетчиков, портов ввода-вывода, регистров управления узлами. Выполнить на примерах перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную, шестнадцетиричную. Перевести числа в двоичную систему счисления и выполнить операцию сложения с использованием прямых и дополнительных кодов

Согласована на портале № 6319

(+15-9, -12+6, -9-11, +7+10). Задать математическую модель комбинационной схемы в виде булевой функции с помощью таблицы истинности в формах ДНФ и КНФ, выполнить минимизацию с помощью карт Вейча. Составить комбинационную схему, реализующую БФ в базисе И, ИЛИ, Не. Преобразовать БФ для реализации БФ в базисах И-Не, ИЛИ-Не. Составить схему. Усвоить работу микроконтроллера в режиме прерываний. Изучить настройку микроконтроллера на разные режимы прерываний. Изучить систему команд микроконтроллера в терминах мнемокодов для использования в составлении программ. Изучить работу триггеров разных типов, научиться строить диаграммы работы при изменении входных воздействий (R-S триггер, D-триггер, J-K триггер. Изучить задание БФ для дешифратора, мультиплексора, сумматора и их схемы. Изучить реализацию БФ с помощью дешифраторов и мультиплексоров. Изучить метод разложения БФ по одной и двум переменным для реализации их на мультиплексорах. Уяснить алгоритм перевода чисел из одной системы счисления в другую, представление чисел в прямом и дополнительном кодах, алгоритмы сложения чисел со знаками. Изучить основные законы булевой алгебры, способы задания булевых функций (БФ), формы БФ и их минимизации, преобразование БФ в разные базисы и построение комбинационных схем.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Потехин, Виктор Ананьевич. Схемотехника цифровых устройств [Текст] : учебное пособие / В. А. Потехин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Издательство ТУСУРа, 2015. - 501 с : рис., табл. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-86889-709-2 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Потехин, Виктор Ананьевич Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / В. А. Потехин ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра телевидения и управления. - Томск : ТМЦДО, 2002 - . Ч. 1. - Томск : ТМЦДО, 2002. - 263, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 262-263. УДК 681.325.5-181.4(075.8) 621.382.049.77.037.372(075.8) Экземпляры всего: 16 (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

2. Потехин, Виктор Ананьевич Цифровые устройства и микропроцессоры : учебно-методическое пособие / Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра телевидения и управления. - Томск : ТМЦДО, 2002 - . Ч. 1. - Томск : ТМЦДО, 2002. - 45, [3] с. : ил. - Б. ц. УДК 621.382.049.77.037.372(075.8) 681.325.5-181.4(075.8) (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

3. Потехин, Виктор Ананьевич. Схемотехника цифровых устройств [Текст] : учебное пособие / В. А. Потехин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Издательство ТУСУРа, 2015. - 501 с : рис., табл. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-86889-709-2 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4. Кормилин, Валерий Анатольевич Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / В. А. Кормилин ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра телевидения и управления. - Томск : ТМЦДО, 2000 - . Ч. 2 . - Томск : ТМЦДО, 2000. - 164 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 163-164. - 82.00 р., 130.00 р. УДК 004.318-181.48(075.8) (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

5. Интегральные микросхемы : справочник / Б. В. Тарабрин [и др.] ; ред. Б. В. Тарабрин. - М. : Радио и связь, 1983. - 528 с. : ил., табл. - 02.00 р. УДК 621.382.049.77(03) (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

Согласована на портале № 6319

6. Зельдин, Евсей Аронович. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре / Е. А. Зельдин. - Л. : Энергоатомиздат, 1986. - 280 с. : ил. - Загл. на корешке : Цифровые интегральные микросхемы. - Библиогр.: с. 276-277. - 84.00 р., 01.20 р. УДК 621.382.049.77:621.317.7 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

7. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы : Справочник / С. В. Якубовский [и др.] ; ред. С. В. Якубовский. - М. : Радио и связь, 1989. - 495[1] с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 484. - ISBN 5-256-00259-7 : 02.00 УДК 621.382.049.77(035.5) (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

8. Микроэлектроника: Учебное пособие / Шарапов А. В. - 2007. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/833, свободный.

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Цифровые устройства и микропроцессоры: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Потехин В. А. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2514, свободный.

2. Методические рекомендации для самостоятельной подготовки студентов: Для студентов всех направлений подготовки и специальностей / Покровская Е. М. - 2016. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5887, свободный.

3. Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие / Шарапов А. В. - 2008. 240 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/834, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Информационно-поисковая система Google.
2. Свободно распостраняемая программа моделирования микроконтроллер Single-Chip Machine.

Согласована на портале № 6319