

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнические системы»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета РТ
/ И.С. Холопов

«28» 06 20 19 г

Заведующий кафедрой РТУ

/ Ю.Н. Паршин

«28» 06 20 19 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПИМД

/ А.В. Корячко

«28» 06 20 19 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02.05 «Цифровые устройства и микропроцессоры»

Направление подготовки

11.05.01. «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Направленность (профиль) подготовки

«Радионавигационные системы и комплексы»

Уровень подготовки
специалитет

Квалификация выпускника – инженер

Формы обучения – очная

Рязань 2019 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного 09.02.2018 № 94

Разработчик доцент кафедры РТС



Сальников Н.И.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 2 » 09 2019 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой РТС



Кошелев В.И., д.т.н., проф.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Рабочая программа по дисциплине «Цифровые устройства и микропроцессоры» является составной частью основной профессиональной образовательной программы по специальности 11.05.01. Радиоэлектронные системы и комплексы, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 11.05.01. Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1031

Целью освоения дисциплины является изучение студентами основ построения цифровой и микропроцессорной техники на основе методов синтеза и анализа цифровых и микропроцессорных устройств.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- 1) Изучение элементов цифровых и микропроцессорных устройств.
- 2) Изучение методов синтеза и анализа цифровых устройств.
- 3) Изучение и освоение вопросов построения и функционирования аппаратных и программных средств встраиваемых микропроцессорных устройств.
- 4) Изучение языка ассемблера для разработки программного обеспечения, изучение средств проектирования программного обеспечения микропроцессорных устройств.
- 5) Формирование навыка пользования периодическими, справочными изданиями и электронными информационными средствами при изучении микропроцессорных устройств и систем.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-6	Способность к самоорганизации и самообразованию	<u>Знать:</u> методы организации процессов самостоятельного получения новых знаний в профессиональной области. <u>Уметь:</u> самостоятельно проводить поиск информации в библиотечных и сетевых ресурсах по профессиональной тематике. <u>Владеть:</u> современными информационными технологиями.
ОПК-1	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом требований информационной безопасности	<u>Знать:</u> инструменты синтеза аппаратных и программных узлов и модулей микропроцессорных систем. <u>Уметь:</u> применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для исследования встраиваемых цифровых устройств. <u>Владеть:</u> программными средствами для автоматизации моделирования цифровых устройств и микропроцессорных систем.
ПК-8	Способность выполнять математическое моделирование	<u>Знать:</u> пакеты прикладных программ для синтеза цифровых и микропроцес-

	объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	сорных устройств. <u>Уметь:</u> применять пакеты прикладных программ для построения встраиваемых цифровых и микропроцессорных устройств. <u>Владеть:</u> навыками разработки и отладки цифровых устройств с использованием стандартных пакетов прикладных программ..
--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина "Цифровые устройства и микропроцессоры" изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 5 и 6 семестрах. Дисциплина относится к базовой (общепрофессиональной) части профессионального цикла дисциплин учебного плана подготовки специалистов 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Базовую подготовку для изучения дисциплины составляют знания, полученные по дисциплинам учебного плана 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы: "Математика", "Физика", "Информатика", "Микросхемотехника", "Основы программирования на C++", "Информационные технологии в инженерной практике", "Инженерная и компьютерная графика", "Основы теории цепей", "Электроника", "Радиотехнические цепи и сигналы", "Схемотехника АЭУ", "Иностранный язык".

Знания, умения, навыки, сформированные дисциплиной «Цифровые устройства и микропроцессоры» используются при изучении профессиональных дисциплин учебного плана и подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость (объем) дисциплины составляет 6 зачётных единиц – 6Е.

Вид учебной работы	Всего часов	Часов по семестрам	
		5 сем.	6 сем
Общая трудоёмкость дисциплины	216		
Аудиторные занятия (контактная работа обучающихся с преподавателем, всего), в том числе:	80	32	48
Лекции	48	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
Самостоятельная работа	136	43	93
Зачёты, экзамены и консультации	40		40
Консультации в семестре	10	3	7
Самостоятельные занятия	86	40	46
Вид промежуточной аттестации обучающихся		Зачёт	Экзамен

--	--	--	--

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Модуль 1. ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТА

Модуль 2. МИКРОПРОЦЕССОРЫ

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

МОДУЛЬ 1

Раздел модуля	Содержание
1. ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТА	
1.1. Введение (2)	Предмет и задачи курса. Аналоговые и цифровые сигналы в радиоэлектронике. Понятие о цифровой обработке аналоговых сигналов в цифровых устройствах. Элементная база цифровых устройств. Методы проектирования и способы реализации цифровых устройств. Цифровые устройства на основе микропроцессоров (МП). Методы анализа цифровых устройств.
1.2. Логические основы цифровой техники (4)	
1.2.1. Основы алгебры логики и переключательных функций	Основные понятия, операции, законы алгебры логики. Переключательные функции. Способы задания переключательных функций. Преобразование структурных формул. Базисные логические операции и логические элементы. Функционально полные системы логических элементов. Переход от структурной формулы к логической схеме и обратный переход. Нормальные и скобочные формы логических функций.
1.2.2. Синтез логических схем	Структурный синтез логической схемы. Задачи минимизации. Минимизация логических функций с использованием карт Карно. Переход к заданному базису. Неполностью определенные функции. Системы логических функций.
1.3. Элементы цифровых устройств (2)	Основные функциональные и эксплуатационные характеристики цифровых элементов, методы их аналитического и экспериментального определения. Базовые логические элементы (ТТЛ, ТТЛШ, КМОП): электрические схемы, кодирование и согласование уровней, логическое описание, характеристики (входные, выходные, передаточные), быстродействие, особенности применения. Понятие об элементах с тремя состояниями выхода и об элементах с открытым выходом.
1.4. Типовые комбинационные схемы (2)	Схемы контроля равнозначности кодов и сравнения. Дешифраторы и демультиплексоры. Мультиплексоры и мультиплексоры-демультиплексоры. Арифметические сумматоры. Шифраторы. Приоритетные шифраторы. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ),

Раздел модуля	Содержание
	программируемые логические матрицы (ПЛМ). Применение дешифратора для реализации системы логических функций.. Применение ПЗУ и ПЛМ для реализации логических функций.
1.5. Элементы последовательностных устройств (2)	Триггерные устройства. Классификация. Асинхронные триггерные устройства. Синхронные одноступенчатые SR- и D-триггеры. Таблицы состояния, характеристические уравнения, таблицы возбуждения (словарь переходов). Двухступенчатые SR- и D-триггеры, JK-триггер, как усовершенствованный SR-триггер. Явление состязаний (гонок) в цифровых устройствах. Непроницаемые синхронные триггеры с динамическим управлением (структура трех SR-триггеров). Построение T-триггеров на основе JK- и D-триггеров.
1.6. Типовые последовательностные устройства (4)	
1.6.1. Регистры и ОЗУ	Статические регистры. Регистровая память. Регистры сдвига. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Организация ОЗУ с произвольной выборкой. Характеристики ОЗУ. Сверхоперативные ОЗУ.
1.6.2. Счётчики	Счетчики импульсов. Классификация. Синтез последовательных и параллельных счетчиков на T-, JK-, D-триггерах с произвольным коэффициентом счета. Анализ неиспользуемых состояний и обеспечение самовосстановления. Счетчики на сдвигающих регистрах. Счетчики (делители частоты импульсов) с переменным коэффициентом счета (деления). Генераторы числовых последовательностей.

МОДУЛЬ 2

Раздел модуля	Содержание
2. МИКРОПРОЦЕССОРЫ	
2.1. Принципы построения процессоров (2)	Общая классификация встраиваемых микропроцессоров (МП). Характеристики МП и микропроцессорных БИС. Декомпозиция процессора на операционный и управляющий узлы (ОУ и УУ). Понятия микрооперации, микрокоманды, микропрограммы, микропрограммного автомата, микропрограммной памяти, управляющей программы. Описание работы ОУ на языке микроопераций. Способы построения УУ. Процессор с микропрограммным управлением.
2.2. Арифметические основы цифровой техники (2)	Системы счисления. Позиционные системы счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Представление эквивалентных чисел в разных системах счисления. Кодирование положительных и отрицательных чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды. Изменение знака числа. Формы представления чисел в ЭВМ. Арифметические операции над числами

Раздел модуля	Содержание
	с фиксированной запятой. Обеспечение истинности результатов арифметических операций.
2.3. Микропроцессоры с фиксированной системой команд (10)	
2.3.1. Архитектура МК51 (Intel8051). (2)	Типовая схема операционного узла микропроцессоров МК51 (Intel8051). Выполнение арифметических и логических операций в ОУ. Взаимодействие ОУ и УУ. Физическая структура микроконтроллера МК51. Назначение физических выводов. Организация и адресация внутренней памяти. Назначение и характеристики внутренних узлов. Узел синхронизации.
2.3.2. Таймеры-счётчики. Последовательный порт. (2)	Узел таймеров-счётчиков. Управление таймерами-счётчиками. Режимы и функционирование таймеров-счётчиков. Узел последовательного порта стандарта USART. Управление последовательным портом. Режимы и функционирование последовательного порта.
2.3.3. Прерывания. Режимы потребления. (2)	Управление режимами потребления МК51. Использование прерываний в МП-системах. Источники и типы прерываний. Программные и аппаратные прерывания. Управление прерываниями. Вектор прерывания. Последовательность событий при программных и аппаратных прерываниях.
2.3.4. Система команд МК51. (2)	Команды МК: основные понятия, классификация команд, мнемоническая форма записи. Программная модель МПС. Система команд МК. Состав, назначение и адресация логических объектов МК51.
2.3.5. Адресация операндов в командах МК51.(2)	Основные способы адресации операндов в командах МК51. Особенности выполнения команд операций с битами, арифметических и логических операций, команд перехода
2.4. Принципы организации микропроцессорных систем (МПС) (6)	
2.4.1. Архитектура и функционирование МП-системы (2)	Понятие микропроцессорной системы. Функционально-модульный принцип построения МП-системы. Виды шин. Центральный процессор (ЦУ). Периферийные устройства (ПУ). Интерфейс. Варианты шинной организации. Трёхшинная архитектура взаимодействия ЦУ и ПУ. МПС с преобразованием числа шин. Функционирование МП-системы: машинный цикл, командный цикл, выполнение программы, длительность выполнения программы..
2.4.2. Минимальная конфигурация МП-системы на базе МК КР1830ВЕ31 (2).	Минимальная конфигурация МП-системы на базе МК КР1830ВЕ31. Адресация внешней памяти и портов. Подключение шин. Реализация и функционирование памяти программ (ПЗУ), памяти данных (ОЗУ), портов ввода-вывода, таймера в БИС КР1821РФ55, КР1821РУ55. Управление режимами портов и таймера.
2.4.3. МП-система на базе МК РСА87С552 (Philips). (2)	Особенности архитектуры МП-системы на базе специализированного МК РСА87С552 (Philips). Ядро 8051, память программ, память данных. Периферийные

Раздел модуля	Содержание
	функциональные узлы: дополнительные параллельные порты, таймер процессорного времени, регистры событий, схемы формирования внешних управляющих сигналов по числовому временному порогу, таймер Watchdog, АЦП, последовательный порт стандарта I2C. ЦАП с ШИМ, с матрицей R-2R.
2.5. Микропроцессоры с архитектурой RISC (2)	Концепция RISC в архитектуре МК (на примере PIC-микроконтроллеров Microchip). Сопоставление с архитектурой CISC. Гарвардская архитектура. Быстродействие. Система команд. Состав, характеристики и применение RISC МК: 12-разрядного базового семейства (PIC16C5x); 14-разрядного семейства (PIC16C6x/7x/8x); 16-разрядного высокопроизводительного семейства (PIC17Cxx); 16-разрядного высокопроизводительного семейства для распределённых сетей управления (PIC18Cxx).
2.6. Архитектура микропроцессорных систем цифровой обработки сигналов (ЦОС). (8)	
2.6.1. АЦП и ЦАП для систем ЦОС. (2)	АЦП и ЦАП для систем ЦОС. АЦП последовательного приближения. Сигма-дельта АЦП. Повышение показателя SNR путём избыточной дискретизации, цифровой фильтрации и децимации. Параллельные, конвейерные, каскадные АЦП. Структуры и алгоритмы работы ЦАП. Различия между микроконтроллерами, микропроцессорами и цифровыми сигнальными процессорами (ЦСП)
2.6.2. Алгоритмы ЦОС и особенности архитектуры ЦСП (2)	Требования, предъявляемые к ЦСП. Быстрое выполнение арифметических операций. Повышенная точность. Одновременная выборка двух операндов. Циклические буферы. Организация циклов с автоматической проверкой условий. Ядро 16-разрядных ЦСП с фиксированной точкой семейства ADSP-21xx.. Шины. Вычислительные блоки (АЛУ, МАС, сдвигатели). Адресные генераторы и устройство управления последовательностью выполнения команд
2.6.3. Архитектура процессоров серии ADSP-2181. (2)	Встроенные средства периферии процессоров семейства ADSP-21xx (интерфейс памяти, последовательные порты, прямой доступ к внутренней памяти процессора, режим пониженного энергопотребления). Архитектура процессоров серии ADSP-2181. Технические характеристики. Системный интерфейс.
2.6.4. ЦСП с плавающей точкой (2)	Сравнение арифметики с плавающей и фиксированной точкой. Цифровые сигнальные процессоры с плавающей точкой SHARC компании Analog Devices: модифицированная Гарвардская архитектура, ключевые особенности процессора SHARC, скоростные характеристики.
2.7. Программирование и отладка МП-систем (2)	Понятие технологии программирования. Современные технологии программирования. Стандартная форма представления программ. Средства разработки и отладки программ на языке ассемблера. Средства совместной отладки аппаратной и программ-

Раздел модуля	Содержание
	ной частей МП-системы. Внутрисхемные эмуляторы

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практические занятия	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль 1		75	32	16		16	43
1	ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТА						
1.1	Введение (2)	4	2	2			2
1.2.	Логические основы цифровой техники (4)						
1.2.1.	Основы алгебры логики и переключательных функций (2)	8	2	2			6
1.2.2.	Синтез логических схем (2)	14	6	2		4	8
1.3.	Элементы цифровых устройств (2)	9	6	2		4	3
1.4.	Типовые комбинационные схемы (2)	13	6	2		4	7
1.5.	Элементы последовательностных устройств (2)	8	2	2			6
1.6.	Типовые последовательностные устройства (4)						
1.6.1.	Регистры и ОЗУ (2)	5	2	2			3
1.6.2.	Счётчики (2)	14	6	2		4	8
Модуль 2		141	48	32		16	93
2.	МИКРОПРОЦЕССОРЫ						
2.1.	Принципы построения процессоров (2)	6	2	2			4
2.2.	Арифметические основы цифровой техники (2)	9	2	2			7
2.3.	Микропроцессоры с фиксированной системой команд (10)						
2.3.1	Архитектура МК51 (Intel8051). (2)	8	2	2			6
2.3.2	Таймеры-счётчики. Последовательный порт. (2)	6	2	2			4
2.3.3	Прерывания. Режимы потребления. (2)	6	2	2			4

2.3.4	Система команд МК51. (2)	10	2	2			8
2.3.5	Адресация операндов в командах МК51.(2)	10	2	2			8
2.4.	Принципы организации микропроцессорных систем (МПС) (6)						
2.4.1.	Архитектура и функционирование МП-системы (2)	12	6	2		4	6
2.4.2.	Минимальная конфигурация МП-системы на базе МК КР1830ВЕ31 (2).	10	2	2			8
2.4.3.	МП-система на базе МК РСА87С552 (Philips). (2)	10	6	2		4	4
2.5.	Микропроцессоры с архитектурой RISC (2)	6	2	2			4
2.6.	Архитектура микропроцессорных систем цифровой обработки сигналов (ЦОС). (8)						
2.6.1.	АЦП и ЦАП для систем ЦОС. (2)	12	6	2		4	6
2.6.2.	Алгоритмы ЦОС и особенности архитектуры ЦСП (2)	8	2	2			6
2.6.3.	Архитектура процессоров серии ADSP-2181. (2)	10	2	2			8
2.6.4.	ЦСП с плавающей точкой (2)	6	2	2			4
2.7.	Программирование и отладка МП-систем (2)	12	6	2		4	6
Всего		216	80	48		32	136

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Элементы и функциональные узлы комбинационных и последовательностных устройств: Методические указания к самостоятельной работе и индивидуальным занятиям по дисциплине “Цифровые устройства и микропроцессоры” / № 3595 / Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост. Н.И.Сальников. Рязань, 2004. 44 с.

2. Цифровые устройства и микропроцессоры: Метод. указания к лабораторным работам (часть 1: Логические элементы и комбинационные схемы) № 4834 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. / Н.И.Сальников. Рязань, 2014. 32 с.

3. Синтез цифровых устройств на ПЛИМ. Метод. указания к лабораторным работам (электронный вариант). / Сост. Соколов Ю.П. – Рязань. : РГРТА, 2005. - 28 с.

4. Соколов Ю.П. Микроконтроллеры семейства MCS-51: Архитектура, программирование, отладка. Учеб. пособие. РГРТА, Рязань, 2002. – 72 с.

5. Сальников Н.И. Микроконтроллеры 8051 в устройствах управления радиоэлектронных приборов. Учеб. пособие. РГРТА, Рязань, 1999. – 76 с.

6. Цифровые устройства и микропроцессоры: методические указания к лабораторным работам (часть 2: ЦАП, АЦП, цифровые модули и устройства) № 5183 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост. Н.И.Сальников. Рязань, 2017. 36 с.

7. Изучение алгоритма функционирования и программы цифрового фильтра. Метод. указания к лабораторной работе (электронный вариант). / Сост. Сальников Н.И. – Рязань. :

Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. /, 2008. - 8 с.

8.. Цифровые устройства и микропроцессоры. Метод. указания к курсовому проекту. № 4039 / Сост. Сальников Н.И. – Рязань.: Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. : 2008. – 52 с.

Программные средства обеспечения освоения дисциплины.

1. Система схемотехнического моделирования Micro-Cap Evaluation 8.0
2. Кросс-Ассемблер x8051
3. Редактор связей Link
4. Программный отладчик EMU51.

Электронные средства обеспечения освоения дисциплины

1. Комплект электронных раздаточных материалов для студентов:"5 семестр. Цифровые устройства", для изучения разделов дисциплины (1 – 6).
2. Комплект электронных раздаточных материалов для студентов:"6 семестр. Микропроцессоры", для изучения разделов дисциплины (7 – 12).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

МОДУЛЬ 1

а) основная учебная литература:

1. Микушин А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А.В. Микушин, А.М. Сажнев, В.И. Сединин. – СПб.: ВХВ – Петербург, 2010, - 832 с.: ил. – (Учебная литература для вузов). (mexalib.com)
2. Безуглов Д.А. Цифровые устройства и микропроцессоры / Д.А.Безуглов, И.В.Калиенко. – Изд. 2-е. Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 468, [1] с : ил. – (Высшее образование). (mexalib.com)
3. Бойко В.И. и др. Схемотехника электронных систем. Цифровые устройства / Авторы В.И.Бойко, А.Н.Гуржий и др.. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с. (mexalib.com)
4. Цифровые устройства и микропроцессоры: Метод. указания к лабораторным работам (часть 1: Логические элементы и комбинационные схемы) № 4834 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. / Н.И.Сальников. Рязань, 2014. 32 с.
5. Элементы и функциональные узлы комбинационных и последовательностных устройств: Методические указания к самостоятельной работе и индивидуальным занятиям по дисциплине “Цифровые устройства и микропроцессоры” / № 3595 / Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост. Н.И.Сальников. Рязань, 2004. 44 с.
6. Синтез цифровых устройств на ПЛМ. Метод. указания к лабораторным работам (электронный вариант). / Сост. Соколов Ю.П. – Рязань. : РГРТА, 2005. - 28 с.

б) дополнительная учебная литература:

7. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника: Учебное пособие – СПб.: БХВ – Санкт Петербург, 2010. – 810 с. (mexalib.com)

8. Бойко В.И. и др. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры / Авторы В.И.Бойко, А.Н.Гуржий и др.. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 464 с. (mexalib.com)

МОДУЛЬ 2

а) основная учебная литература:

1. Микушин А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А.В. Микушин, А.М. Сажнев, В.И. Сединин. – СПб.: ВХВ – Петербург, 2010, - 832 с.: ил. – (Учебная литература для вузов). (mexalib.com)

2. Ключков Г.Л. Цифровые устройства и микропроцессоры: Учебник. – Воронеж: ВИРЭ, 2005. – 320с., ил. (mexalib.com)

3. Бойко В.И. и др. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры / Авторы В.И.Бойко, А.Н.Гуржий и др.. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 464 с. (mexalib.com)

4. Цифровые устройства и микропроцессоры: методические указания к лабораторным работам (часть 2: ЦАП, АЦП, цифровые модули и устройства) № 5183 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост. Н.И.Сальников. Рязань, 2017. 36 с.

5. Цифровые устройства и микропроцессоры. Метод. указания к курсовому проекту. № 4039 / Сост. Сальников Н.И. – Рязань. : 2008. – 52 с.

б) дополнительная учебная литература:

6. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника: Учебное пособие – СПб.: БХВ – Санкт Петербург, 2010. – 810 с. (mexalib.com)

7. Соколов Ю.П. Микроконтроллеры семейства MCS-51: Архитектура, программирование, отладка. Учеб. пособие. РГРТА, Рязань, 2002. – 72 с.

8. Каспер Э. Программирование на языке Ассемблера для микроконтроллеров семейства i8051. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 191 с. (mexalib.com)

9. Баев Б.П. Микропроцессорные системы бытовой техники. Учебник для вузов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 480 с.

10. Кёниг А., Кёниг М. Полное руководство по PIC-микроконтроллерам

11. Под ред. Уолта Кестера. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов. – М: Техносфера, 2010. – 328 с. (mexalib.com)

12. Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.

13. Сальников Н.И. Микроконтроллеры 8051 в устройствах управления радиоэлектронных приборов. Учеб. пособие. РГРТА, Рязань, 1999. – 76 с.

14. Реализация алгоритмов БПФ на цифровых сигнальных процессорах: методические указания к самостоятельной работе, лабораторным и практическим занятиям № 4533./ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. Н.И. Сальников. Рязань, 2011. 40 с.

8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

Программу составил
к.т.н., доц. кафедры РТС

A handwritten signature in black ink, consisting of a long horizontal stroke followed by a loop and a vertical stroke.

Сальников Н.И.