

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

01.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.27 Цифровые устройства и микропроцессоры

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Интеллектуальные телекоммуникационные системы и
сети

Курс 3
Семестр 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	36	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	72	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	5	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	5	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ПиП ЭВС	СОГЛАСОВАНО	И.О. Танрывердиев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра проектирования и производства электронно-вычислительных средств

		(наименование кафедры)	
16.01.2023	протокол №	8	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Т.С. Буканова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Пашукова Светлана Геннадьевна, Директор филиала в РМЭ ПАО "Ростелеком"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД ОПК-4.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	знания: Знает действующие правовые нормы и имеющиеся ресурсы и ограничения умения: Умеет выбирать оптимальный способ решения конкретной задачи проекта исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений навыки: Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
	ИД ОПК-4.3 Знает современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения	знания: Знает современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения умения: Умеет использовать современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения навыки: Применяет современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения
	ИД ОПК-4.4 Умеет использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации	знания: Знает возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации умения: Умеет использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации навыки: Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации

	ИД ОПК-4.5 Владеет методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики	знания: Знает методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики умения: Умеет применять методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики навыки: Применяет методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики
	ИД ОПК-4.1 Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации	знания: Знает методы и подходы применения информационно-коммуникационных технологий при поиске необходимой информации умения: Умеет применять методы и подходы применения информационно-коммуникационных технологий при поиске необходимой информации навыки: Применяет методы и подходы применения информационно-коммуникационных технологий при поиске необходимой информации

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Учебная практика (ознакомительная) (ОПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы информационной безопасности телекоммуникаций (ОПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, имитационное моделирование, исследовательские, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: case-study, задания, игровое проектирование, информационные, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма, мини-проекты, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
---------------------	------------------	-------------------------

Цифровые устройства	124	ОПК-4
Лекция. Основы цифровой электроники. Автоматы. Конечные и бесконечные автоматы. Комбинационные автоматы. Последовательностные автоматы (автоматы с памятью). Двоичная система счисления. Основные двоичные коды. Двоичная арифметика.	2	
Лекция. Основы булевой алгебры. Логическая переменная и логическая функция. Логические операции - отрицание, сложение, умножение. Порядок выполнения логических операций. Аксиомы и законы булевой алгебры. Логические функции двух переменных. Понятие логического базиса и минимального логического базиса.	2	
Лекция. Формы представления логических функций: словесная, табличная, алгебраическая, графическая (карты Карно). Понятие минтерма и макстерма. Совершенная дизъюнктивная и совершенная конъюнктивная формы представления логических функций.	2	
Лекция. Алгебраический метод минимизации логических функций. Минимизация логических функций с помощью карт Карно. Минимизация не полностью определенных функций. Совместная минимизация нескольких функций одних переменных.	2	
Лекция. Функциональные узлы комбинационного типа. Методика проектирования комбинационных узлов. Типовые комбинационные устройства. Шифраторы и дешифраторы. Компараторы.	2	
Лекция. Мультиплексоры и демультиплексоры. Универсальные логические модули на основе мультиплексоров. Сумматоры: одноразрядный, параллельный с последовательным переносом, параллельный с параллельным переносом. Схемы контроля.	2	
Лекция. Триггерные устройства. Классификация триггеров. Способы описания триггеров. Методы проектирования и схемотехника асинхронных триггеров. Схемотехника синхронных триггеров.	2	
Лекция. Функциональные узлы последовательностного типа (автоматы с памятью). Методы проектирования автоматов с памятью. Типовые функциональные узлы последовательностного типа. Регистры и регистровые файлы. Генераторы чисел.	2	
Лекция. Счетчики. Классификация счетчиков. Двоичные счетчики. Двоично-кодированные счетчики с произвольным модулем. Счетчики с недвоичным кодированием.	2	
Лекция. Понятие архитектуры микропроцессора (МП). Обобщенная структура МП: операционный, управляющий и интерфейсный блоки. Структура и назначение элементов операционного блока. Арифметико-логическое устройство. Блок регистров. Структура и назначение элементов управляющего блока. Устройство управления. Структура и назначение элементов интерфейсного блока. Стековая память в МП - назначение и способы ее организации. Архитектурные особенности 8-разрядных МП.	2	
Лекция. Структура и назначение элементов 16-разрядных МП.	2	

Организация 32-разрядных МП.	
Лекция. Система команд МП. Макрокоманда и микрокоманда. Структура и форматы команд. Методы адресации. Классификация команд МП. Команды пересылок. Арифметические команды. Логические команды. Команды передачи управления. Специальные команды. Система команд МП 8086.	2
Лекция. Запоминающие устройства (ЗУ) МП систем. Основные сведения. Система параметров. Классификация ЗУ. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ). Структура интегральных схем ПЗУ. Масочные ПЗУ (ROM). Программируемые ПЗУ (PROM).	2
Лекция. Перепрограммируемые ПЗУ (EPROM и EEPROM). Флэш-память. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Структура интегральных схем статических ОЗУ. Запоминающие элементы статических ОЗУ. Динамические ОЗУ. Запоминающие элементы динамических ОЗУ. Структура динамических ОЗУ. Регенерация данных в динамических ОЗУ. Структура и временные диаграммы динамических ОЗУ типа FPM, EDORAM, BEDORAM, SDRAM, RDRAM, DRDRAM. Кэширование оперативной памяти. Первичный и вторичный кэш. Взаимодействие ОЗУ и кэш памяти.	2
Лекция. Организация ввода-вывода информации в МП системах. Программный ввод-вывод. Ввод-вывод по прерываниям. Векторные прерывания. Маскируемые и немаскируемые прерывания. Контроллер прерываний. Обмен информацией в режиме прямого доступа к памяти. Контроллер прямого доступа к памяти. Внешний интерфейс МП систем.	2
Лекция. Параллельный интерфейс: LPT-порт. Интерфейс Centronics. Последовательный интерфейс: COM-порт. Интерфейс RS-232.	2
Лекция. Микроконтроллеры (МК) и микроконтроллерные устройства управления объектами. Классификация МК.	2
Лекция. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.	2
Лабораторная работа. Цифровые устройства. Исследование типовых логических элементов	6
Лабораторная работа. Комбинационные цифровые устройства. Исследование шифраторов, дешифраторов, мультиплексоров, демультиплексоров, сумматоров, компараторов	8
Лабораторная работа. Триггеры. Исследование RS, D, JK - триггеров	6
Лабораторная работа. Последовательностные цифровые устройства. Исследование счетчиков, регистров.	8
Лабораторная работа. Микропроцессорные устройства. Исследование микроконтроллеров семейства ESP32, AVR, STM32	8
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы	
Проработка лекционного материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение курсовой работы	52
выполнение курсового проекта/работы	20

Иная контактная работа:	0
Подготовка к экзамену	30
Проведение экзамена	6

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям лабораторного типа** включает ознакомление с планом **лабораторного** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение **курсовой работы, лабораторных работ**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **экзамен; по курсовой работе**

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Однокристальные микроконтроллеры PIC12C5х, PIC12C6х, PIC16х8х, PIC14000, M16C/61/62 [Текст] : [справочник / пер. с англ. Б. Я. Прокопенко ; отв. ред. И. С. Кирюхин]. [2-е изд.]. Москва: ДОДЭКА-XXI, 2001. - 336 с. ISBN 5-94120-037-4. Экземпляры: всего 10.	10
2.	Яценков, Валерий Станиславович. Микроконтроллеры MicroCHIP [Текст] : практическое руководство / В. С. Яценков. 2-е изд. М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 278 с. ISBN 5-93517-203-8. Экземпляры: всего 5.	5
3.	Алиев, Марат Туфикович. Микропроцессоры в системах	40

	управления [Текст] : учебное пособие : [для студентов очной формы обучения направлений подготовки бакалавров 211000.62 "Конструирование и технология электронных средств" и 220400.62 "Управление в технических системах"] / М. Т. Алиев; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 247 с. ISBN 978-5-8158-1353-3. Экземпляры: всего 40.	
4.	Угрюмов, Евгений Павлович. Цифровая схемотехника [Текст] : учеб. пособие для студентов направлений 654600 и 552800 "Информатика и вычисл. техника" (специальность 220100 "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети") / Е. П. Угрюмов. Изд. 2-е, перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 782 с. ISBN 978-5-94157-397-4. Экземпляры: всего 25.	25
5.	Крухмалев, Владимир Васильевич. Цифровые системы передачи [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальностям "Многоканал. телекоммуникац. системы", "Сети связи и системы коммутации" и др.] / В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов. М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 350 с. ISBN 5-93517-314-X. Экземпляры: всего 15.	15
6.	Берлин, Александр Наумович. Цифровые сотовые системы связи [Текст] / А. Н. Берлин. М.: ЭКОТРЕНДЗ, 2007. - 292 с. ISBN 978-5-88405-087-7. Экземпляры: всего 8.	8
7.	Титце, У. Полупроводниковая схемотехника [Текст] : справочное руководство : перевод с немецкого / У. Титце, К. Шенк ; под ред. А. Г. Алексеенко. Москва: Мир, 1982. - 512 с. (Введено оглавление) Экземпляры: всего 5.	5
8.	Дворкович, В. П. Цифровые видеоинформационные системы. Теория и практика [Электронный ресурс] / Дворкович В. П., Дворкович А. В. Москва: Техносфера, 2012. - 1008 с. ISBN 978-5-94836-336-3.	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73516
9.	Алиев, Марат Туфикович. Микропроцессоры и микропроцессорные системы управления [Текст] : 8-разрядные процессоры семейства AVR : лабораторный практикум : [по направлениям 27.03.04, 11.03.03, 11.03.04] / М. Т. Алиев, Т. С. Буканова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 63 с. ISBN 978-5-8158-1775-3. Экземпляры: всего 40.	40 / https://portal.volgatech.net/books/Aliev_mikroprocessori_2016.pdf
10.	Алиев, Марат Туфикович. Интерфейсы микроконтроллеров [Текст] : учебное пособие : для студентов направлений подготовки бакалавров 27.03.04 "Управление в технических системах", 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника", 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" / М. Т. Алиев, Т. С. Буканова; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. - 93 с. ISBN 978-	15 / https://portal.volgatech.net/books/Aliev_Interfeysy_mikrokontrollerov_2019.pdf

5-8158-2156-9. Экземпляры: всего 15.		
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	506 (III)	Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (10), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (10), Ноутбук ASUS EeePC 1215N 12,1" (1), Ноутбук ASUS K50IJ T4500/2GB/320 GB/15.6" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает	удовлетворительно

	затруднения в выполнении практических заданий.	
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1.

Синтезировать схему генератора чисел следующих последовательностей

0-2-5-3-7-4-1-6

JKтриггерах в базисах И-НЕ

1.

Синтезировать схему генератора чисел следующих последовательностей

0-7-6-4-5-2-1-3

JKтриггерах в базисах ИЛИ-НЕ.

1.

Синтезировать схему генератора чисел следующих

последовательностей

0-2-1-4-3-6-5-7

RS-триггерах в базисах ИЛИ-НЕ.

1.

Синтезировать схему генератора чисел следующих последовательностей

0-7-5-3-1-2-4-6

на Ттриггерах в базисах И-НЕ

5. Синтезировать схему генератора чисел следующих последовательностей

0-4-5-6-3-7-2-1

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Основные логические функции и основы синтеза схем. Физическая реализация логических функций.

Основные параметры цифровых элементов микросхем.

Дешифраторы. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Шифраторы. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Мультиплексоры. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Демультимплексоры. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Компараторы. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Сумматоры. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

RS-триггеры, D-триггеры, Т-триггеры. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

JK-триггеры. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Регистры сдвига и параллельные регистры. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности регистров сдвига.

Счетчики с последовательным переносом. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Счетчики с параллельным и сквозным переносом. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Счетчики по произвольному основанию. Назначение, пример, временная диаграмма работы и таблица истинности.

Элементная база вычислительных систем. Микросхемы, микросборки, уровни логических 0 и 1.

Технологии реализации логических элементов в микросхемах (ЭСЛ, ТТЛ, ТТЛШ, КМОП).