

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
_____ В.М. Завьялов
« ____ » _____ 2016 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОНИКА 2.1

Направление ООП: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профили подготовки *Электрические станции; Электроэнергетические системы и сети; Электроснабжение; Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем; Высоковольтная электроэнергетика и электротехника; Электромеханика; Электрооборудование летательных аппаратов; Электропривод и автоматика; Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений; Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника; Плазменно-пучковые электроразрядные технологии*

Квалификация (степень): *Бакалавр*

Базовый учебный план приема: *2016 г.*

Курс 2, семестр 4

Количество кредитов 3

Код дисциплины: *ДИСЦ Б.М5*

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации: *зачет*

Обеспечивающее подразделение: *каф. ЭПЭО*

Заведующий кафедрой ЭПЭО _____ к.т.н., доцент Дементьев Ю.Н.

Руководитель ООП _____ к.т.н., доцент Гютева П.В.

Преподаватели _____ к.т.н., доцент Чернышев А.Ю.

_____ к.т.н., доцент Чернышев И.А.

2016 г.

1. Цели освоения модуля

Основными целями дисциплины являются: формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков расчетно-эксплуатационной и экспериментальной деятельности, связанных с использованием, настройкой, наладкой современных электронных устройств на промышленных предприятиях, организациях и учреждениях.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей **ЦОП1, ЦОП3 и ЦОП5** основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»; выпускники будут:

– обладать **общенаучными и инженерными** знаниями, **практическими навыками** и универсальными компетенциями, **гарантирующими** высокое **качество** их подготовки к профессиональной деятельности в области *электроэнергетики и электротехники* (ЦОП1);

– станут **гармонично развитыми личностями, лидерами** в командной работе, готовыми действовать и **побеждать в условиях конкурентной среды** (ЦОП3);

– входить в **инженерную элиту**, вносящую значительный вклад в **повышение конкурентоспособности** предприятий и организаций, работающих в области *электроэнергетики и электротехники*, в том числе за счет *создания и применения ресурсоэффективных технологий* (ЦОП5).

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к «Профессиональному циклу» базовой части модуля «Электроэнергетика и электротехника»; профиль «Электрические станции»; «Электроэнергетические системы и сети»; «Электроснабжение»; «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»; «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника»; «Электромеханика»; «Электрические и электронные аппараты»; «Электропривод и автоматика»; «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»; «Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника»

Указанная дисциплина является одной из важнейших для указанных профилей; имеет как самостоятельное значение, так и является базой для решения задач в электроэнергетических системах, имеющих в своем составе усилительные, преобразовательные и микропроцессорные элементы и устройства, является базовой, на основе которой в дальнейшем познаются все специальные дисциплины.

Пререквизитами данной дисциплины являются: Б1.М10 Теоретические основы электротехники 1.1, Б1.М12 Электроника 1.1

Кореквизитами данной дисциплины является: Б1.В.М2.4 Творческий проект.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (Электроника 2.1) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

**Составляющие результатов обучения, которые будут получены
при изучении данной дисциплины**

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1: Применять и эксплуатировать основные виды электронных приборов и устройств, формировать технические требования на разработку новых электронных устройств.	3.1.3	основных физических явлений и законов электротехники, органической и неорганической химии, теплотехники, оптики, ядерной физики и их математическое описание	У.1.3	выявлять физическую сущность явлений и процессов в электронных устройствах и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	В.1.2	методов математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроники
Р4: составлять структурные и функциональные схемы несложных устройств автоматики на базе интегральных микросхем и микропроцессоров, оценить их достоинства и недостатки, рассчитать разрядность и осуществлять стыковку различных вычислительных и преобразовательных устройств;	3.4.1	типовых стандартных приборов, устройств, аппаратов, программных средств, используемых при экспериментальных исследованиях	У.4.1	проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики и электротехники	В.4.1	работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
Р5: пользоваться стандартами при выполнении конструкторских, исследовательских и других видов документаций, использовать стандартную терминологию, определения и обозначения электронных приборов и устройств.	3.5.1	инструментария для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электротехнике	У.5.1	рассчитывать режимы работы электронных устройств различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических и электротехнических объектов	В.5.1	использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач электротехники
Р8: Использовать современные технические средства и компьютерные для коммуникации, презентации, составления отчетов в электронике.	3.8.1	основных методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации	У.8.1	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности	В.8.1	использования современных технических средства и информационных технологий в профессиональной области

В результате освоения дисциплины «Электроника 2.1» выпускник ГОТОВ:

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
P1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем.</i>
P4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники</i> , интерпретировать данные и делать выводы.
P5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики и электротехники.</i>
P8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики и электротехники.</i>

Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им свободно ориентироваться в методах исследования электронных устройств, а в дальнейшем получение дополнительных теоретических знаний и приобретение практических навыков расчетно-эксплуатационной и экспериментальной деятельности, связанных с использованием, настройкой, наладкой современных электронных устройств на промышленных предприятиях.

Для достижения целей при совместной и индивидуальной (самостоятельной) познавательной деятельности студентов в части овладения теоретическими и практическими умениями используется полный набор методического обеспечения. А именно: лекции, методические разработки и указания к лабораторным занятиям, тесты и контрольные задания для проверки текущих знаний студентов. Благодаря такому комплексу учебно-методического обеспечения формируется поисковая активность студента при отборе и структурировании информации. Кроме того, развиваются такие мыслительные операции и общие умения, как анализ, синтез, аналогия и моделирование, причем в таких формах, которые не дублируют формы традиционного обучения.

4. Структура и содержание дисциплины

Введение.

Предмет дисциплины и ее задачи. Электроника – как основа систем автоматики, автоматизации промышленных установок, роботов.

4.1. Усилители постоянного и переменного тока

Основные усилительные каскады. Общие сведения о многокаскадных усилителях, межкаскадные связи, параметры и характеристики. Обратные связи в электронных усилителях и их влияние на параметры и характеристики. Усилители мощности. Связи между силовыми каскадами и

элементами систем регулирования.

Лабораторная работа 1. Осциллографирование в электронных схемах.

4.1.1 Усилители постоянного тока

Общая характеристика усилителей постоянного тока и их особенность. Классификация. Дифференциальные усилительные каскады на биполярных и униполярных транзисторах, анализ работы, выбор элементов, параметры и характеристики. Усилители постоянного тока, выполненные в виде операционного усилителя на интегральных микросхемах, их параметры и характеристики. Частотные свойства и самовозбуждение операционных усилителей.

4.1.2. Использование операционных усилителей в электронных устройствах.

Линейные преобразователи электрических сигналов. Операционные усилители с реактивными элементами в цепи обратной связи. Примеры использования различных регуляторов на базе операционных усилителей в автоматизированных системах управления.

Практическое занятие 1. Расчет параметров инвертирующего и неинвертирующего усилителей.

Лабораторная работа 2. Исследование инвертирующих и неинвертирующих усилителей, выполненных на операционных усилителях.

4.1.3. Импульсные устройства на транзисторах и операционных усилителях

Параметры импульсных сигналов. Ключевой режим работы транзистора и операционного усилителя. Компаратор. Триггер Шмидта. Характеристика режимов работы и принципов построения генераторов импульсов. Автоколебательный и ждущий режим работы мультивибратора. Блокинг-генераторы. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения.

Лабораторная работа 3. Исследование триггеров, на интегральных микросхемах.

Практическое занятие 2. Расчёт и исследование мультивибратора, выполненного на операционном усилителе.

4.2. Электронные схемы на логических элементах

4.2.1. Логические комбинационные элементы и устройства. Основы алгебры логики

Операции логического сложения, умножения, отрицания. Основные законы алгебры логики. Функционально полная система логических элементов. Логические элементы транзисторно-транзисторной логики. Логические элементы на полевых транзисторах. Логические устройства. Шифратор. Дешифратор. Мультиплексор. Демультимплексор. Сумматор. Проектирование логических комбинационных устройств.

Практическое занятие 3. Расчёт и исследование цифровых автоматов.

Лабораторная работа 4. Исследование логических схем.

Практическое занятие 4. Расчет и построение схем на основе дешифраторов.

Лабораторная работа 5. Исследование сумматоров на логических элементах.

4.2.2. Логические последовательностные элементы и устройства

Построение триггеров и их классификация по способу управления и функциональному назначению входов R, S, T, D, C, E, J, K. Регистры хранения и сдвига. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Программируемые запоминающие устройства (ПЗУ). Счетчики импульсов двоичные и с произвольным коэффициентом счета. Цифро-аналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи.

Лабораторная работа 5. Исследование генераторов, на логических элементах.

Лабораторная работа 6. Исследование одновибраторов на логических элементах.

4.3. Микропроцессоры

4.3.1. Организация микропроцессоров

Причины появления микропроцессоров. Основные определения. Схемный и микропрограммный принципы построения устройств управления микропроцессоров. Организация шин и обрабатываемой части. Общая структурная схема микропроцессора. Назначение и взаимодействие узлов: Арифметическо-логического устройства, регистра и счетчика команд, регистра признаков блока прерывания программы и дешифрация адреса, интерфейс ПЗУ. Обнаружение ошибок при передаче информации.

Практическое занятие 5. Построение счетчика с произвольным коэффициентом счета.

Лабораторная работа 7. Исследование счетчиков.

Лабораторная работа 8. Исследование регистров.

4.3.2. Представление информации и системы команд микропроцессоров

Классификация команд. Машинный язык программирования и понятие о языке ассемблера. Форматы данных и команд микропроцессоров.

Практическое занятие 6. Системы счисления.

Лабораторная работа 9. Исследование мультиплексоров и демультимплексоров.

4.3.3. Организация интерфейсных устройств

Обобщенная структурная схема микропроцессорной системы. Состав и назначение внешних устройств. Способы организации связи между микропроцессором и внешними устройствами: программно-управляемый, с использованием прерываний, прямой доступ к памяти.

Практическое занятие 7. Расчет и построение ЦАП.

Лабораторная работа 10. Исследование ЦАП и АЦП.

5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения.

Для реализации творческих способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы: 1) **текущая** и 2) **творческая проблемно-ориентированная**.

5.1. Текущая самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение домашних заданий;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам, зачету.

5.2. Творческая проблемно – ориентированная самостоятельная работа (ТСР) предусматривает:

- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях и олимпиадах;
- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- углубленное исследование вопросов по тематике лабораторных работ.

5.3. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

5.3.1. С целью развития творческих навыков у студентов при изучении настоящей дисциплины определен перечень *тем научно – исследовательских работ и рефератов по наиболее проблемным задачам и вопросам теоретического и практического плана (выдаются наиболее одаренным студентам)*:

- генераторы на интегральных микросхемах и операционных усилителях;
- счетчики импульсов с произвольным коэффициентом счета;
- общая структура современных микропроцессорных систем;
- внешняя и внутренняя память микропроцессоров;
- аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи современных контроллеров.

5.3.2. Темы индивидуальных заданий для реферативных работ:

- построение триггеров и их классификация по способу управления;
- обратные связи в электронных усилителях и их влияние на параметры и характеристики;
- частотные свойства и самовозбуждение операционных усилителей;
- операционные усилители с реактивными элементами в цепи обратной связи;
- оперативные запоминающие устройства;
- схемный и микропрограммный принципы построения устройств управления микропроцессоров.

5.3.3 Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- обобщенная структурная схема микропроцессорной системы;

- состав и назначение внешних устройств микропроцессора;
- способы организации связи между микропроцессором и внешними устройствами.

5.4. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных модулей дисциплины осуществляется посредством:

- защиты лабораторных работ в соответствии графиком выполнения;
- защиты рефератов по выполненным обзорным работам и проведенным исследованиям;
- представления выполненного материала по домашним заданиям;
- результатов ответов на контрольные вопросы (контрольные вопросы имеются в электронной форме и в распечатанном виде);
- опроса студентов на практических занятиях;

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии рейтинг – планом, предусматривающим все виды учебной деятельности.

5.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

При выполнении самостоятельной работы студенты имеют возможность пользоваться специализированными источниками, приведенными в разделе 9. «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и *Internet*-ресурсами.

6. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Для текущей оценки качества освоения дисциплины и её отдельных модулей разработаны и используются следующие средства:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
<i>защиты лабораторных работ в соответствии графиком выполнения</i>	P1
<i>защиты рефератов по выполненным обзорным работам и проведенным исследованиям</i>	P4, P5
<i>защита выполненного материала по домашним заданиям</i>	P4
<i>опрос студентов на практических занятиях</i>	P8

6.1. Требования к содержанию экзаменационных вопросов

Экзаменационные билеты включают три типа заданий:

1. Теоретический вопрос.
2. Расчетная задача.
3. Тестовые задания.

6.2. Примеры зачетных вопросов

1. Теоретический вопрос.

Усилители. Определение, назначение, основные параметры, классификация.

2. Задача

Изобразите принципиальную схему устройства, соответствующую булевой выразению $Y = \overline{A + B} * C + D$

Составьте таблицу состояний и диаграмму напряжений на входах и выходах всех элементов.

3. Тестовый вопрос.

Приоритет в управлении триггеров и счетчиков в интегральном исполнении имеют выводы:

1. R; 2. J; 3. D; 4. T.

7. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

– текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

– промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Чернышев И.А., Чернышев А.Ю. Электронная и микропроцессорная техника Сборник задач и примеры их решения: учебно-методическое пособие/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 107 с.

2. Чернышев А.Ю., Шутов Е.А. Электронная и микропроцессорная техника: учебное пособие/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 135 с.

3. Чернышев И.А., Чернышев А.Ю. Электронная и микропроцессорная техника. Электронные устройства на интегральных микросхемах. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 233 с.

4. Электронная и микропроцессорная техника [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / И. А. Чернышев, А. Ю. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011 Ч. 1. – 1 компьютерный файл (pdf; 1 МВ). – 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m316.pdf>

Дополнительная литература:

1. Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 4-е изд., доп. – Москва: Высшая школа, 2006. – 799 с.:

2. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 5-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2008. – 798 с.

3. Яковенко П. Г. Микропроцессорное управление электроприводами: / П. Г. Яковенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Москва: ТПУ (Томский Политехнический Университет), 2012. – 75 с.: ил. – "Рекомендовано Сибирским региональным учебно-методическим центром высшего профессионального образования для межвузовского использования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 130504 "Бурение нефтяных и газовых скважин"". – Библиогр.: с. 74.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10326

4. Лаврентьев, Борис Федорович Схемотехника электронных средств: учебное пособие для вузов / Б. Ф. Лаврентьев. – Москва: Академия, 2010. – 336 с.

Internet-ресурсы:

1. www.radioscanner.ru *prom_elektronika_uchebnik.djvu (3808.5 Kb). Описание файла. Промышленная электроника: Учебник для ВУЗов. Горбачев Г.Н., Чаплыгин*

2. stavatv.narod.ru/dopolnit/book0160.htm *Забродин Ю. С. - Промышленная электроника: Учебник для ВУЗов.*

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	<i>Специализированная лекционная:</i> Видеопроектор, компьютер, аудиосистема, экран	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 310
2	<i>Лаборатория физических основ электроники и микропроцессорной техники:</i> Лабораторные стенды: «Основы электроники» – 7 шт., осциллограф двухканальный цифровой запоминающий АСК-2035 – 7 шт.	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 255
3	<i>Компьютерный класс:</i> компьютер – 15 шт., сетевой коммутатор	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 126

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Программа одобрена на заседании кафедры «Электропривода и электрооборудования» (протокол № 9 от 19.01.2016 г.)

Авторы:

А.Ю. Чернышев,
И.А. Чернышев

Рецензент: к.т.н. доц. каф. ЭПЭО

А.С. Глазырин

Зачетные вопросы по курсу ЭМПП

АНАЛОГОВЫЕ СХЕМЫ

1. Усилители: определение, обозначение, основные параметры.
2. Классификация усилителей.
3. Принципы построения усилительных каскадов.
4. Дифференциальный усилительный каскад.
5. Операционный усилитель. Определение. Условное графическое и буквенное обозначение. Назначение выводов.
6. Характеристики и параметры ОУ.
7. Инвертирующий усилитель на ОУ.
8. Неинвертирующий усилитель на ОУ.
9. Инвертирующий сумматор на ОУ.
10. Неинвертирующий сумматор.
11. Преобразователь тока в напряжение на операционном усилителе.
12. Компаратор.
13. Триггер Шмитта.
14. Симметричный мультивибратор на ОУ. Схема. Принцип действия.
15. Несимметричный мультивибратор. Схема. Принцип действия.
16. Дифференцирующая цепь. Схема работы.
17. Генератор линейно-изменяющегося напряжения на транзисторе. Основные параметры ГЛИН.
18. Генератор линейно-изменяющегося напряжения на ОУ. Схема, принцип действия.

ЦИФРОВЫЕ СХЕМЫ

19. Логические элементы И; ИЛИ-НЕ. Условное графическое и буквенное обозначение. Таблицы, диаграммы напряжения.
20. Логические элементы ИЛИ; И-НЕ. Условное графическое и буквенное обозначение. Таблицы, диаграммы напряжения.
21. Логические элементы НЕ и ИЛИ. Условные графические и буквенные обозначения. Таблицы, диаграммы напряжения.
22. Базовый элемент НЕ транзисторно-транзисторной логики. Работа по принципиальной схеме при низком логическом уровне.
23. Базовый элемент НЕ транзисторно-транзисторной логики. Работа по принципиальной схеме при высоком логическом уровне.
24. Классификация триггеров и условное обозначение информационных и вспомогательных входов триггеров.
25. RS-триггеры на элементах ИЛИ-НЕ. Схема, работа, таблица состояний, диаграммы работы.
26. RS-триггеры на элементах И-НЕ. Схема, работа, таблица состояний, диаграммы работы.
27. Синхронные RS-триггеры. Схема, работа, таблица состояний, диаграммы работы.
28. JK-триггеры. Схема, работа, таблица состояний, диаграммы работы.
29. Статический D-триггер. Схема, работа, таблица состояний, диаграммы работы.
30. Динамический D-триггер. Схема, работа, таблица состояний, диаграммы работы.
31. Счетчики. Классификация счетчиков.
32. Суммирующий двоичный счетчик ИЕ5. Схема. Диаграммы напряжений.
33. Двоично – десятичный счетчик ИЕ2.
34. Классификация регистров.
35. Регистры хранения. Схема. Диаграммы напряжения.
36. Классификация и основные характеристики ЦАП.