

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.07.2023 12:24:11
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Информационные технологии
проектирования свч устройств»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«СХЕМОТЕХНИКА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

«Информационные технологии проектирования свч устройств»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Матвеев А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС
09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	51
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	94
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СХЕМОТЕХНИКА ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ»

Дисциплина посвящена изучению методов синтеза цифровых автоматов без памяти (комбинационных схем) и цифровых автоматов с памятью (последовательностных устройств), рассматривается схемотехника базовых элементов цифровых серий, выполненных с использованием ТТЛ и КМОП технологий. Рассматриваются способы и устройства цифроаналогового и аналого-цифрового преобразования.

SUBJECT SUMMARY

«DIGITAL CIRCUITS»

This subject devoted to the study of methods synthesis digital circuits, the basic elements of digital circuit design series made using TTL and CMOS technologies, the methods and devices digital to analog and analog to digital conversion is considered.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины:

- изучение цифровых устройств малой и средней степени интеграции;
- получение знаний об особенностях применения цифровых элементов, выполненных с использованием различных технологий;
- приобретение умений формировать по словесному алгоритму работы цифрового устройства;
- формирование навыков выполнения схем электрических принципиальных, содержащих цифровые элементы.

2. Задачи дисциплины: освоение принципов синтеза цифровых устройств с формированием по словесному алгоритму работы цифрового устройства таблиц истинности и графов переходов цифровых автоматов, а также навыков выполнения схем электрических принципиальных, содержащих цифровые элементы.

3. Получение знаний об особенностях применения цифровых элементов, выполненных с использованием различных технологий.

4. Приобретение умений формировать по словесному алгоритму работы цифрового устройства таблиц истинности и графов переходов цифровых автоматов.

5. Формирование навыков выполнения схем электрических принципиальных, содержащих цифровые элементы.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информатика»
2. «Теоретические основы электротехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Алгоритмические основы конструирования электронных средств»
2. «Радиотехнические системы»
3. «Микропроцессорные устройства»

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-4	Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований, в том числе, с применением систем автоматизированного проектирования
<i>ПК-4.1</i>	<i>Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники</i>
<i>ПК-4.3</i>	<i>Владеет навыками проектирования и моделирования электронных приборов и систем с учетом заданных требований</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1	0	1	0
2	Основы булевой алгебры	2	3	0	6
3	Переключательные функции (ПФ)	2	2	0	6
4	Теорема разложения, совершенные формы представления ПФ, минимизация ПФ	4	5	0	8
5	Синтез комбинационных схем	7	4	0	10
6	Состязания в логических элементах	2	0	0	4
7	Базовые элементы микросхем цифровых серий	6	0	0	8
8	Цифровые автоматы с памятью. Триггеры	6	4	0	8
9	Синтез цифровых счетчиков	6	8	0	14
10	Синтез устройств на регистрах сдвига	6	8	0	12
11	Структура цифроаналоговых преобразователей	2	0	0	4
12	Способы аналого-цифрового преобразования	4	0	0	6
13	Цифровые запоминающие устройства	2	0	0	4
14	Цифровые генераторы частоты	1	0	0	4
	Итого, ач	51	34	1	94
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Преобразование аналоговой информации в цифровую форму. Дискретизация, квантование. Цифровой сигнал. Преимущества цифрового представления информации перед аналоговым.
2	Основы булевой алгебры	Представление чисел в двоичной и шестнадцатеричной системах счисления. Двоично-десятичный код. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Логические операции. Двоичные переменные. Аксиомы и законы булевой алгебры.
3	Переключательные функции (ПФ)	Область определения функций. Таблицы истинности. Принцип дуальности. Функционально полные системы функций. Функции И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Операция сумма по модулю два и ее свойства.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Теорема разложения, совершенные формы представления ПФ, минимизация ПФ	Теорема разложения и ее применение. Минтермы и макстермы. Дизъюнктивная нормальная форма, конъюнктивная нормальная форма логических функций. Минимизация логических функций различными методами. Минимизация неполностью определенных функций.
5	Синтез комбинационных схем	Цифровые устройства комбинационного типа. Методика структурного проектирования комбинационных устройств. Синтез в основных логических базисах. Основные цифровые ИМС комбинационного типа -дешифраторы, одноразрядный арифметический сумматор, схема контроля четности, схема сравнения кодов, цифровой компаратор, мажоритарный элемент. Синтез комбинационных схем на мультиплексорах. Программируемые логические матрицы.
6	Состязания в логических элементах	Задержка распространения сигналов в логических элементах. Разностный элемент. Состязания на входах логических элементов. Типы состязаний (статические, динамические, опасные, неопасные, нуль состязания, единичные состязания). Аналитический метод Мак-Класки. Соседнее кодирование входных переменных комбинационной схемы. Формирователь кода Грэя.
7	Базовые элементы микросхем цифровых серий	Базовые элементы серий интегральных схем ТТЛ, ТТ-ЛШ, КМОП, Основные параметры логических элементов и их связь с конструкторско-экономическими аспектами и надежностью проектируемых РЭС.
8	Цифровые автоматы с памятью. Триггеры	Проектирование последовательностных цифровых устройств. Формальное описание. Автоматы Мили и Мура. Синхронные и асинхронные устройства. Бистабильные ячейки, описание и реализация. Структура триггеров, синхронизированных фронтом, основные типы триггеров. Синтез последовательностных устройств на базе триггеров.
9	Синтез цифровых счетчиков	Двоичные и недвоичные счетчики. Структура счетчиков с последовательным переносом. Ограничения в применении. Счетчики со сбросом и предустановкой. Суммирующие, вычитающие, реверсивные. Счетчики без цепей сброса. Структура счетчиков с параллельным переносом. Реверсивные счетчики с параллельным переносом. Счетчики с управляемым модулем счета. Микросхемы счетчиков. Способы наращивания разрядности.
10	Синтез устройств на регистрах сдвига	Параллельные, сдвиговые и универсальные регистры. Структура и функциональные возможности регистров. Счетчики и делители частоты на сдвиговых регистрах. Цифровые формирователи периодических кодовых последовательностей на регистрах сдвига.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
11	Структура цифроаналоговых преобразователей	Резистивные матрицы R-2R, R-2R-4R-8R-16R... Преобразователь ток-напряжение на операционном усилителе. Быстродействие преобразователя код-аналог. Точность преобразования код-аналог.
12	Способы аналого-цифрового преобразования	Аналоговый интегральный компаратор. Дискрет преобразования. Погрешность аналого-цифрового преобразования. Зависимость быстродействия от способа преобразования. Параллельный АЦП. Аналого-цифровое преобразование методом поразрядного уравнивания. Следящий АЦП. Комбинированный АЦП. АЦП двойного интегрирования. Аналоговые устройства выборки-хранения. Конструкторско-технологические меры обеспечения точностных характеристик аналого-цифровых устройств.
13	Цифровые запоминающие устройства	Постоянные и оперативные запоминающие устройства. Структура однобитного ОЗУ. Реализация комбинационных схем и последовательностных устройств на ПЗУ.
14	Цифровые генераторы частоты	Цифровые генераторы на RC элементах. Кварцевый резонатор. Цифровые генераторы частоты с кварцевым резонатором в обратной связи.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Перевод чисел в различные системы счисления. Логические элементы. Представление переключательных функций в базисах И-ИЛИ-НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ	2
2. Совершенная и минимальная форма записи переключательных функций. Разложение по минтермам и макстермам.	4
3. Синтез переключательных функций. Диаграммы Вейча. Минимизация полностью и не полностью определенных функций. Совместная минимизация	4
4. Синтез переключательных функций на мультиплексорах.	4
5. Синхронные и асинхронные триггеры. Назначение входов, примеры использования.	2
6. Счетчики и делители частоты с последовательным переносом.	4
7. Синтез счетчиков и делителей частоты с параллельным переносом.	4
8. Синтез делителей частоты на регистрах сдвига.	4

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
9. Синтез периодических последовательностей на регистрах сдвига.	4
10. Реализация комбинационных схем и цифровых автоматов на ПЗУ.	2
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденно-

го материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях.

Консультирование предполагает организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	19
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	10
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	94

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Схемотехника цифровых устройств [Текст] : учеб. пособие / [А. К. Артемьев [и др.], 2015. -55, [1] с.	20
2	Угрюмов, Евгений Павлович. Цифровая схемотехника [Текст] : Учеб. пособие для вузов напр. 654600 и 552800-”Информатика и вычисл. техника”, специальность 220100 ”Вычисл. машины, комплексы, системы и сети” / Е. П. Угрюмов, 2000. -518 с.	137
Дополнительная литература		
1	Пухальский, Геннадий Иванович. Цифровые устройства [Текст] : учеб. пособие для техн. спец. вузов / Г. И. Пухальский, Т. Я. Новосельцева, 1996. -885 с.	201
2	Бунтов, Владимир Дмитриевич. Цифровые и микропроцессорные радиотехнические устройства [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов 654200 ”Радиотехника” и бакалавров по направлению 552500 ”Радиотехника” / В.Д. Бунтов, С.Б. Макаров, 2005. -398 с.	23

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Схемотехника цифровых устройств. Учебное пособие. В.А. Потехин, Томск, 2012 http://tu.tusur.ru/upload/posobia/potehin.pdf
2	Мишулин Ю. Е. Цифровая схемотехника Учебное пособие https://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/7646/1/01795.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12017>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Схемотехника цифровых устройств» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

К экзамену допускаются студенты, посетившие не менее 80% лекционных и практических занятий, выполнившие контрольные работы на коллоквиумах. На экзамене студент отвечает на вопросы в экзаменационном билете.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Переключательные функции минтерм и макстерм. Основные свойства
2	Теорема разложения
3	Представление переключательных логических функций в СДНФ, в СКНФ.
4	Минимизация логических функций алгебраическим и графическим методами (метод диаграмм Вейча).
5	Понятие не полностью определенной функции. Минимизация не полностью определенных функций с помощью диаграмм Вейча.
6	Принцип совместной минимизации нескольких переключательных функций.
7	Таблица истинности и схема полного дешифратора.
8	Таблица истинности и схема одноразрядного комбинационного сумматора.
9	Таблица истинности и схема цифрового компаратора на примере мажоритарного элемента "два из трех".
10	Таблица истинности и схема контроля четности. Таблица истинности и схема равнозначности кодов.
11	Структура цифрового мультиплексора. Переключательная функция, реализуемая структурой мультиплексора.
12	Синтез комбинационных схем для переключательных функций четырех переменных на мультиплексорах 8 в 1, 4 в 1.
13	Состязания логических элементов. Причина возникновения, методы обнаружения и борьбы с состязаниями. Код Грея.
14	Базовый элемент ТТЛ серии. (Схема ИНЕ). Основные электрические параметры
15	Базовые элементы микросхем, выполненных по nМОП и рМОП технологии
16	Базовые элементы микросхем, выполненных по КМОП технологии.
17	Организация высокоимпедансного (третьего) состояния в ТТЛ и КМОП микросхемах.
18	Модель цифрового автомата. Асинхронные триггеры RS, DL типов (таблица истинности, функция перехода, схема).
19	Синхронные триггеры JK типа (таблица истинности, функция перехода).
20	Реализация синхронного D триггера на JK триггере. Реализация T триггера на синхронных D и JK триггерах.
21	Счетчики и делители частоты. Определения, классификация.

22	Структура счетчиков с последовательным и с параллельным переносом. Основные преимущества и недостатки
23	Счетчики с последовательным переносом с произвольным модулем счета.
24	Синтез счетчика с параллельным переносом с произвольным модулем счета на JK триггерах.
25	Синтез счетчика с параллельным переносом с модулем счета равным степени числа 2 на T триггерах.
26	Синтез реверсивного счетчика с параллельным переносом на T триггерах.
27	Основные разновидности и структуры регистров. Универсальные регистры. Задачи, решаемые с помощью универсальных регистров.
28	Синтез делителя частоты на регистре сдвига.
29	Формирователь M-последовательности на регистре сдвига. Структура скремблера и дескремблера.
30	Классификация запоминающих устройств. Структура однократно программируемого однобитного ПЗУ.
31	Структура однобитного статического ОЗУ.
32	Преобразование цифрового кода в аналоговый уровень. Основные параметры цифроаналогового преобразователя. Функциональная схема ЦАП. Матрица R2R.
33	Преобразование аналогового сигнала в цифровой код. Структура параллельного АЦП.
34	Преобразование аналогового сигнала в код методом поразрядного уравнивания. (последовательных приближений). Структура, временные диаграммы работы
35	Следящий АЦП. Структура, временные диаграммы работы. Ограничения в применимости метода.
36	АЦП двойного интегрирования. Структура, принцип работы, временные диаграммы.
37	Цифровые генераторы частоты

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Схемотехника цифровых устройств

1. Таблица истинности и схема полного дешифратора.
2. Организация высокоимпедансного (третьего) состояния в ТТЛ и КМОП

микросхемах.

3. Нарисовать схему суммирующего счетчика с последовательным переносом по модулю 24.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В. Н. Малышев

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Вариант контрольной работы на коллоквиуме 1.

1) Укажите максимальное и минимальное числа, из ряда чисел, представленных в различных системах счисления: 13D, 12h, 00101010B, 64D, 1000001B, 3Fh.

2) Полный цифровой дешифратор имеет четыре входа. Сколько выходов у такого дешифратора?

3) Сколько триггеров потребуется для реализации делителя частоты на 8 на регистре сдвига?

Вариант контрольной работы на коллоквиуме 2.

1) Сколько информационных входов у цифрового мультиплексора, имеющего два адресных входа?

2) Сколько триггеров потребуется для реализации счетчика с параллельным переносом по модулю 10?

3) Цифровой счетчик с параллельным переносом синтезируется на триггерах какого типа?

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Основы булевой алгебры	
2	Переключательные функции (ПФ)	
3	Теорема разложения, совершенные формы представления	
4	ПФ, минимизация ПФ	
5	Синтез комбинационных схем	
6	Цифровые автоматы с памятью. Триггеры	
7		
8		
9		Контрольная работа
10	Цифровые автоматы с памятью. Триггеры	
11	Синтез цифровых счетчиков	
12	Синтез устройств на регистрах сдвига	
13	Цифровые запоминающие устройства	
14		
15		
16		
17		Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к решению задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

на коллоквиумах студенты выполняют контрольные работы

Контрольная работа оценивается на "отлично", если правильно решены

все задачи. Оценка "хорошо" ставится при наличии одной ошибки в решении. Оценка "удовлетворительно" ставится при верном решении одной из двух задач. "Неудовлетворительно" ставится при неправильном решении обеих задач.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, Меловая или маркерная доска, экран, проектор, ноутбук.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Меловая или маркерная доска.	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА