

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 24.10.2023 13:59:21  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Микроволновая электроника»

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

**«ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

**«Микроволновая электроника»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н., доцент Ухов А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПУ  
21.03.2022, протокол № 4

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ, 24.03.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	ЭПУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	71
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	109
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4
Курсовой проект (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА»**

Основной целью изучения дисциплины «Цифровая схемотехника» является приобретение навыков проектирования устройств преобразования аналоговых сигналов в цифровую форму или обратно в аналоговые сигналы, цифровых устройств типа «конечный автомат» а также генераторов сигналов специальной формы. В результате изучения дисциплины, студенты должны быть готовы к разработке контрольно-измерительных устройств и регуляторов с применением современных датчиков, аналого-цифровых преобразователей и индикаторов.

## **SUBJECT SUMMARY**

### **«DIGITAL CIRCUIT DESIGN»**

The target of the discipline «Digital circuit design» is the knowledge and practice of the devices design for the analog to digital and digital to analog conversion, finite-state machine and also special form signal generators. Within the discipline framework the course project is prepared. As a result of the discipline study, students must be ready to the development of the devices and regulators for the monitoring and measurement with utilizing sensors, analog-to-digital converters and indicators.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цели изучения дисциплины:

-получение знаний об основах современной цифровой схемотехники и цифровой элементной базы;

-выработка навыков и умений, позволяющих студентам разрабатывать цифровые электронные устройства различного назначения.

2. Задачи изучения дисциплины: приобретение необходимых знаний, умений и навыков, позволяющих студентам самостоятельно разрабатывать цифровые электронные устройства на основе цифровых интегральных схем, аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

3. Знания и понимание элементной базы цифровой электроники; знание методов анализа и синтеза цифровых устройств.

4. Умения применять аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи; умение синтезировать цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации.

5. Навыки использования современных методов расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе цифровой элементной базы; навыки оформления принципиальных электрических схем в соответствии с действующими стандартами.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»

2. «Учебная практика (ознакомительная практика)»

3. «Физика»

4. «Компоненты электронной техники»

5. «Аналоговая схемотехника»

6. «Твердотельная электроника»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 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:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
<i>ПК-3.2</i>	<i>Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов</i>
<i>ПК-3.3</i>	<i>Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем</i>
ПК-4	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<i>ПК-4.1</i>	<i>Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков</i>
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			2
2	Логические операции и логические элементы	7	2		21
3	Функциональные узлы комбинационного типа	10	2		21
4	Функциональные узлы последовательностного типа	10	5	0	21
5	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	10	6	0	21
6	Релаксационные генераторы импульсов	10	2	0	21
7	Заключение	2		3	2
	Итого, ач	51	17	3	109
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке бакалавра. Краткая историческая справка о развитии цифровой схемотехники. Основные положения стандартов, терминология и определения.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Логические операции и логические элементы	<p>Основные логические операции: инверсия, дизъюнкция, конъюнкция, правила и теоремы алгебры логики. Логические функции и их представление в виде таблицы истинности (таблицы состояний) и в алгебраической форме. Минимизация логических функций с использованием основных соотношений алгебры логики и методом карт Карно.</p> <p>Универсальные логические элементы (ЛЭ): НЕ, ИЛИ-НЕ и И-НЕ. Исключающее ИЛИ, как базовый элемент для построения арифметических устройств.</p> <p>Параметры логических элементов. Статические и динамические параметры транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Элементы ТТЛШ. Интегральная инжекционная логика И2Л. Логические элементы на МДП транзисторных ключах и их основные параметры. Сравнительная характеристика и области применения различных серий логических элементов.</p>
3	Функциональные узлы комбинационного типа	<p>Синтез узлов комбинационного типа. Основные коды, применяемые в цифровой и вычислительной технике. Шифратор и дешифратор: характеристические уравнения, условные обозначения и примеры распространенных микросхем. Преобразователи кодов (на примере преобразователей двоичного кода в десятичный и в коды семисегментного светодиодного индикатора). Мультиплексор и демультиплексор: характеристические уравнения, условные обозначения и примеры распространенных микросхем.</p> <p>Сложение и вычитание двоичных чисел. Полусумматор и полный сумматор. Многоразрядный сумматор с последовательным и параллельным переносом. Арифметико-логические устройства. Матричные перемножители. Перемножители знакопеременных чисел с использованием преобразователей прямого кода в дополнительный и обратно.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Функциональные узлы последовательностного типа	<p>Асинхронные триггеры. RS-триггеры с прямыми и инверсными входами: характеристические уравнения, запрещенные состояния, условные обозначения и примеры применения. JK-триггер: характеристическое уравнение и основные свойства. Триггер Шмитта на ОУ и ЛЭ.</p> <p>Синхронные триггеры. Синхронные RS-триггер и JK-триггер, T-триггер и D-триггеры: характеристические уравнения, способы асинхронной установки, условные обозначения и примеры распространенных микросхем. Двухступенчатый JK-триггер и триггеры с динамическим управлением. Параллельный регистр: структура, свойства, условные обозначения и примеры распространенных микросхем. Последовательные регистры: структура, свойства, условные обозначения и примеры распространенных микросхем. Универсальные регистры.</p> <p>Кольцевой счетчик. Асинхронный двоичный счетчик: структура, свойства, условные обозначения и примеры распространенных микросхем. Счетчики с модулем счета не кратным 2 и их синтез. Синхронные счетчики.</p>
5	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	<p>Назначение и области применения цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей (ЦАП и АЦП). Нормировочные параметры ЦАП и АЦП.</p> <p>ЦАП с резисторами веса. ЦАП с матрицей R-2R. Условные обозначения ЦАП и примеры распространенных микросхем. Переход от цифровых кодов к аналоговым значениям с помощью методов широтно-импульсной модуляции.</p> <p>Простейший АЦП со счетчиком и ЦАП. Преобразователи «напряжение-частота». Параллельный АЦП, АЦП последовательных приближений, АЦП с двойным интегрированием, дельта-сигма АЦП: структура, свойства, условные обозначения и примеры распространенных микросхем.</p>
6	Релаксационные генераторы импульсов	<p>Мультивибраторы и одновибраторы на транзисторах, на ОУ и на ЛЭ: расчет, сравнение характеристик. Кварцевая стабилизация частоты мультивибраторов на ОУ и ЛЭ. Блокинг-генераторы с самовозбуждением и внешним запуском.</p>
7	Заключение	<p>Основные тенденции и направления цифровой схемотехники. Проблемные вопросы разработки и применения цифровой схемотехники.</p>

## 4.2 Перечень лабораторных работ

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Ознакомление с лабораторным стендом и исследование простейших комбинаторных логических схем	2
2. Мультивибраторы на логических элементах	2
3. Исследование схем триггеров	2
4. Устройства последовательностной логики на триггерах	2
5. Синхронные цифровые схемы и устройства ввода-вывода	3
6. Цифровой широтно-импульсный модулятор	3
7. Исследование схем ЦАП и АЦП	3
Итого	17

### **4.3 Перечень практических занятий**

Практические занятия не предусмотрены.

### **4.4 Курсовое проектирование**

Цель работы (проекта): выработка навыков схемотехнического проектирования цифрового электронного устройства или его узла на основании данных о его функциональном назначении, об электрических параметрах и условиях эксплуатации.

Содержание работы (проекта): Объем курсового проекта -от 18 до 20 страниц. Количество ссылок на источники -техническая и справочная литература, включая электронные ресурсы сети Интернет -от 2 до 10.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать: титульный лист, задание на курсовое проектирование, структурная (функциональная) схема разработанного согласно заданию цифрового электронного устройства, принципиальная схема разработанного цифрового электронного устройства с описанием работы по функциональным блокам, тактовые диаграммы работы устройства, полученные в результате симуляции работы устройства в среде MAX II+ Plus, заключение с обобщением результатов работы над курсовым проектом, список использованных источников, приложения (при необходимости).

Пояснительная записка к курсовому проекту оформляется студентом с помо-

щью офисного пакета Microsoft Office (или аналогичного пакета для оформления документов в формате docx) и сдается преподавателю в печатном виде. Рукописное оформление пояснительной записки не допускается.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Автомат управления печью отжига электровакуумных приборов	Automatic control of furnace annealing vacuum devices
2	Электронный медицинский термометр	Electronic medical thermometer
3	Электронный измеритель магнитной индукции	Electronic gaussmeter
4	Устройство управления термостатом	Control thermostat
5	Приемник – дешифратор команд дистанционной системы управления	The receiver – decoder of the teams remote control system

#### **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**

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные

справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины в методических указаниях к лабораторным работам, учебных пособиях к практическим занятиям, курсовому проектированию.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине и методика текущего контроля содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	54
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	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	54
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	1
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>109</b>

## 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	Цифровая схемотехника. Устройства на логических элементах и триггерах [Текст] : учеб.-метод. пособие / [А. А. Ухов [и др.], 2018. -119 с.	65
2	Разработка электронного устройства [Текст] : учеб. пособие / [А. А. Ухов [и др.], 2019. -31 с.	80
Дополнительная литература		
1	Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники [Текст] / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. Б.Н. Бронина [и др.], 2003. -704 с.	33

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Цифровая схемотехника -лабораторные работы <a href="https://www.youtube.com/watch?v=XbDmqPLGuEc&amp;list=PLXyqqFIzpPd2vFjnbyMKdlJqdezdtntWv">https://www.youtube.com/watch?v=XbDmqPLGuEc&amp;list=PLXyqqFIzpPd2vFjnbyMKdlJqdezdtntWv</a>
2	Цифровая схемотехника -курсовой проект <a href="https://www.youtube.com/watch?v=aFJgOlvQ8vs&amp;list=PLXyqqFIzpPd3ng1FBUKXQq6kVpyx4E4JA">https://www.youtube.com/watch?v=aFJgOlvQ8vs&amp;list=PLXyqqFIzpPd3ng1FBUKXQq6kVpyx4E4JA</a>
3	Цифровая схемотехника -методические указания к лабораторным работам <a href="https://www.dropbox.com/s/bunsbibh43ao0gv/EPU_Cxt_Lab.zip?dl=0">https://www.dropbox.com/s/bunsbibh43ao0gv/EPU_Cxt_Lab.zip?dl=0</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=9753>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Цифровая схемотехника» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

#### Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 49	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	50 – 69	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	70 – 89	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	90 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

## Особенности допуска

Для допуска к дифференцированному зачету должен быть пройден тест, выполнен и защищен курсовой проект, а также выполнены и защищены все лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Сколько битов требуется для записи десятичного числа от 8 до 15?
2	Как осуществляется перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную (и наоборот)?
3	Что такое конъюнкция?
4	Что такое дизъюнкция?
5	Что такое инверсия?
6	Какова формулировка теоремы Де Моргана?
7	Какие логические элементы являются универсальными?
8	Какой логический элемент не может иметь больше одного входа и одного выхода?
9	Какой тип проводимости транзисторов используется в логических элементах ТТЛ?
10	Как зависит потребление электрической энергии КМОП транзистора от частоты?
11	Чем отличается сумматор от полусумматора?
12	В чем заключается принцип работы дешифратора?
13	Какой триггер может использоваться в качестве делителя частоты на 2?
14	В чем преимущество JK триггера по сравнению с RS-триггером?
15	Какой тип регистра может быть преобразован в кольцевой счетчик?
16	При каком типе каскадирования происходит накопление задержки включения?
17	Каково назначение и основная функция мультиплексора?
18	Какое минимальное количество резисторов потребуется для реализации ЦАП разрядностью 10 бит с резисторами веса и ОУ?
19	Какова минимальная разрядность АЦП для обеспечения точности аналого-цифрового преобразования в 1% ?
20	Какой функциональный узел осуществляет сравнение двоичных чисел?

### Вариант теста

Сколько битов требуется для записи десятичного числа 9?

1. 2
2. 3



### 3. 4

Какого логического элемента (ЛЭ) не существует?

1. ВЗАИМОИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ
2. 2НЕ
3. **Оба варианта верные**

Теорема Де-Моргана позволяет...

1. **Преобразовывать одни универсальные ЛЭ в другие**
2. Быстро преобразовывать десятичные числа в двоичные
3. Пользоваться картами Карно

В логическом элементе ТТЛ используются транзисторы с типом проводимости

1. p-n-p
2. **n-p-n**
3. n-p-p
4. n-n-p

Мощность потребления логического элемента с транзисторами типа КМОП

1. **Зависит от частоты – чем выше частота, тем больше потребление**
2. Зависит от частоты – чем ниже частота, тем больше потребление
3. Не зависит от частоты

Что такое мультиплексор?

1. **Схема, коммутирующая несколько входных сигналов в один выход**
2. Схема, умножающая двоичные числа
3. Схема, суммирующая двоичные числа

Какой элемент нужен для отображения числа с выхода счетчика в любом человекочитаемом виде?

1. **Дешифратор**
2. Мультиплексор
3. Шифратор

Цифровой компаратор предназначен для

1. **Сравнения чисел, представленных в двоичном коде**
2. Сравнения чисел, представленных в позиционном коде

3. Определения факта неравенства двух чисел, представленных в двоично-десятичном коде

Для получения точности аналого-цифрового преобразования 1% необходим АЦП с минимальной разрядностью

1. **7**
2. 8
3. 9
4. 10

Какое количество резисторов потребуется для создания четырехразрядного ЦАП с резисторами веса и ОУ

1. 4
2. **5**
3. 8
4. 9

*Примечание.* Правильный ответ выделен **полужирным шрифтом**. Тесты выдаются студентам без такого выделения.

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	Введение	
2	Логические операции и логические элементы	
3		Отчет по лаб. работе
4	Функциональные узлы комбинационного типа	
5		
6		Отчет по лаб. работе
7	Функциональные узлы последовательностного типа	
8		
9		Отчет по лаб. работе
10	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	
11		
12		Отчет по лаб. работе
13	Релаксационные генераторы импульсов	
14		Отчет по лаб. работе
15	Логические операции и логические элементы Функциональные узлы комбинационного типа Функциональные узлы последовательностного типа Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи Релаксационные генераторы импульсов	Коллоквиум
16	Заключение	Тест
17	Логические операции и логические элементы Функциональные узлы комбинационного типа Функциональные узлы последовательностного типа Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи Релаксационные генераторы импульсов	Защита КР / КП

### 6.4 Методика текущего контроля

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

*Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты*

В процессе обучения по дисциплине «Цифровая схемотехника» студент обязан выполнить 7 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных ис-

следований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После 7 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 16 неделе, на котором осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

*Текущий контроль на лабораторных занятиях* включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифф. зачет.

*Текущий контроль самостоятельной работы студентов* осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

*Текущий контроль при выполнении курсового проекта (работы)* осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовом проектированию и заданием на курсовой проект (работу).

Оформление пояснительной записки на курсовой проект (работу) выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам принятым в СПбГЭТУ.

Защита курсового проекта (работы) осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

Курсовая работа (курсовой проект) оценивается отдельно, с получением отдельной оценки. Критерии оценивания:

”Неудовлетворительно” - не выполнено задание на курсовой проект, пояснительная записка содержит менее 18 страниц, отсутствуют необходимые разделы (задание, структурная (функциональная) схема, принципиальная схема, тактовая диаграмма, ссылки на источники), студент не понимает и не может прокомментировать содержание пояснительной записки и приведенные в ней схемы.

”Удовлетворительно” - задание на курсовой проект выполнено частично, пояснительная записка оформлена ненадлежащим образом или неаккуратно, недостаточно подробно описано функционирование разработанного согласно заданию цифрового электронного устройства.

”Хорошо” - задание на курсовой проект в целом выполнено, но результат не полностью соответствует заданию (упущены некоторые детали, допущены некритичные ошибки), присутствуют небольшие недостатки в оформлении пояснительной записки.

”Отлично” - задание на курсовой проект выполнено полностью и точно, пояснительная записка оформлена качественно, подробно разъяснена работа принципиальной схемы, приведена соответствующая тактовая диаграмма как результат моделирования схемы в среде MAX+II Plus, даны ссылки на использованные источники.

По курсу можно заработать максимум 60 баллов по тесту и 40 баллов по лабораторным работам, что дает в сумме максимум 100 баллов. Тест включает 10 вопросов. За правильный ответ на один вопрос студент получает 6 баллов; если правильные ответы даны на все 10 вопросов - 60 баллов.

Итоговая оценка за курс выставляется путем деления набранных баллов на 20 с округлением 0.5 в большую сторону:

1. 90 баллов и выше – ”отлично”.
2. От 70 до 89 баллов – ”хорошо”.
3. От 50 до 69 баллов – ”удовлетворительно”.
4. Менее 50 баллов – ”не аттестован” (оценка ”неудовлетворительно” не выставляется).

Для получения итоговой оценки необходимо иметь ненулевые оценки по тесту, лабораторным работам и курсовому проекту.

## 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, мультимедийная система, ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Adobe Acrobat Reader.
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторная установка для изучения основ аналоговой и цифровой схемотехники электронных устройств, рабочее место преподавателя, 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

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