

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.04.2023 14:52:26  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Информационные технологии  
проектирования радиоэлектрон-  
ных 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

**«АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ  
СРЕДСТВ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

**«Информационные технологии проектирования радиоэлектронных  
устройств»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Белов А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МИТ  
19.01.2022, протокол № 1

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	МИТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	6
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	88
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	128
Всего (академ. часов)	216
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	4
Курсовая работа (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

Содержанием дисциплины являются методы математического моделирования конструкций электронных средств, модели технологических процессов их производства, методы компоновки электронных узлов и размещения компонентов, трассировка электрических соединений коммутационных плат; методы автоматизированного проектирования топологии больших интегральных схем и верификация их проектов; комплексные интеллектуальные САПР конструкций и технологических процессов электронных средств.

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«ALGORITHMIC FOUNDATIONS OF ELECTRONIC FACILITIES DESIGN»**

The content of the discipline are methods of mathematical modeling of structures of electronic tools, models, technological processes of their manufacture, methods of layout of electronic components and placement of components, tracing of the electrical connections of switching cards; methods for automated topology design of large-scale integrated circuits and verification of their projects; an integrated intelligent CAD system of structures and processes by electronic means.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цели изучения дисциплины: изучение и исследование методов алгоритмизации задач проектирования конструкций электронных средств, формирование умений и навыков использования САПР при проектировании конструкций электронных средств.

2. Задачи изучения дисциплины: получение знаний, обретение умений и навыков в области модельных представлений элементов электронных средств.

3. Знания:

-методов алгоритмизации проектирования конструкций электронных средств;  
-использования САПР.

4. Приобретение умений:

-решения задач анализа, синтеза и оптимизации параметров конструкций электронных средств;  
-автоматизированного проектирования электронных средств.

5. Формирование навыков:

-анализа конструкций электронных средств;  
-владения системным подходом при решении задач анализа, синтеза и оптимизации параметров конструкций ЭС.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информационные технологии»

2. «Программирование в среде Matlab»

3. «Основы проектирования конструкций электронных средств»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «3D конструирование электронных средств»
2. «Конструирование электронных средств на печатных платах»
3. «Производственная практика (преддипломная практика)»

### 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-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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1				1
2	Тема 1. Основные этапы автоматизированного проектирования ЭС	2		6		12
3	Тема 2. Схемотехническое проектирование на этапе конструирования	4	4	6		10
4	Тема 3. Методы математического моделирования конструкций ЭС	3	4	5		14
5	Тема 4. Методы компоновки электронных узлов и блоков ЭС	3	6			9
6	Тема 5. Основные методы размещения компонентов функциональных узлов ЭС	4	6		1	11
7	Тема 6. Трассировка электрических соединений для коммутационных плат ЭС	4	6		1	13
8	Тема 7. Методы проектирования топологии и топологических чертежей БИС и СБИС	4	4			18
9	Тема 8. Верификация проектов БИС и СБИС	4	4			18
10	Тема 9. Комплексные интеллектуальные САПР в проектировании конструкций и технологических процессов БИС и СБИС	4			1	22
11	Заключение	1			0	
	Итого, ач	34	34	17	3	128
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	216/6				

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Состояние и перспективы развития САПР ЭС. Цели и задачи автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов ЭС. Принципы построения математического, алгоритмического и программного обеспечений автоматизированного проектирования ЭС.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Тема 1. Основные этапы автоматизированного проектирования ЭС	Системное, функционально-логическое, схемотехническое, конструкторское проектирование: общая характеристика, место каждого этапа в общем процессе проектирования ЭС, основные задачи, взаимосвязь этих этапов, особенности организации сквозного проектирования ЭС в рамках САПР, требования к программному обеспечению.
3	Тема 2. Схемотехническое проектирование на этапе конструирования	<p>Основные задачи: определение области функциональной работоспособности ЭС в пространстве вариаций параметров компонентов, назначение оптимальной системы допусков на параметры компонентов. Оценка температурной стабильности ЭС, влияние паразитных связей на работоспособность ЭС и пути снижения этого влияния, выделение доминирующих элементов и анализ их влияния на работу ЭС.</p> <p>Назначение и функциональные возможности ППП MicroCAP, архитектура и принцип построения, проблемная ориентация, быстродействие и точность вычислений, ограничения ППП. Состав ППП: основные виды анализа (на уровне численных методов и алгоритмов), лингвистическое обеспечение (язык взаимодействия проектировщика с ППП), информационное обеспечение (библиотека моделей компонентов ЭА). Использование ППП MicroCap в рамках конструкторского проектирования ЭА: этапа конструкторского проектирования ЭА.</p>
4	Тема 3. Методы математического моделирования конструкций ЭС	Графы и гиперграфы как средство описания моделей конструкций ЭС. Способы задания графов. Характеристические числа графов и их применение для описания моделей конструкций ЭС. Цепи и циклы в графах. Эйлеров и Гамильтонов циклы. Планарность и планаризация графов. Критерии планарности графов. Методы определения плоских графов. Математические модели конструктивных элементов. Точечные модели. Модели коммутационных плат для объемного и печатного монтажа. Математические модели коммутационного пространства микросборок и микросхем. Способы записи моделей. Особенности применения методов конечно-разностной аппроксимации при моделировании процессов различной физической природы в конструкциях ЭС. Ошибки конечно-разностной аппроксимации. Методы решения на ЭВМ краевых задач. Методы аналогий и сеточные модели. Методы конечных элементов. Сравнение методов.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Тема 4. Методы компоновки электронных узлов и блоков ЭС	Математическая постановка задач компоновки электронных блоков. Критерии автоматизированной компоновки электронных блоков. Классификация и общая характеристика алгоритмов компоновки блоков ЭС. Эффективность различных компоновки электронных блоков ЭС.
6	Тема 5. Основные методы размещения компонентов функциональных узлов ЭС	Постановка задачи размещения конструктивных элементов. Дискретные методы оптимизации в задачах размещения компонентов на платах и подложках микросхем. Критерии размещения компонентов. Общая характеристика и классификация алгоритмов размещения компонентов. Алгоритм случайного поиска в задачах размещения. Алгоритмы размещения разнogaбаритных компонентов на коммутационных платах. Эффективность алгоритмов размещения компонентов электронных блоков ЭС.
7	Тема 6. Трассировка электрических соединений для коммутационных плат ЭС	Математическая постановка задачи трассировки соединений. Основные этапы решения задач трассировки соединений. Критерии качества электрических соединений. Понятие критической длины проводников. Характеристика методов трассировки и их классификация. Алгоритм построения минимальных деревьев коммутационной сети. Особенности трассировки печатных соединений и соединений коммутационных плат микросборок. Волновой алгоритм трассировки соединений и его модификации. Понятие о методах трассировки многослойных печатных плат и микросборок. Размещение трасс по слоям. Учет конкретной технологии при решении задач трассировки соединений. Сравнительная оценка алгоритмов трассировки проводников.
8	Тема 7. Методы проектирования топологии и топологических чертежей БИС и СБИС	Особенности автоматизированного проектирования топологии БИС и СБИС. Интерактивный метод проектирования топологических чертежей СБИС. Символический метод проектирования топологии БИС и СБИС. Методы проектирования топологии на основе библиотеки функциональных блоков. Основные требования, предъявляемые к библиотеке проектирования интеллектуальных САПР на стадии разработки топологического чертежа. Математические модели элементов библиотеки на стадии технического проектирования. Постановка и основные направления решения задачи автоматической генерации эскиза топологического чертежа СБИС.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
9	Тема 8. Верификация проектов БИС и СБИС	Постановка задачи верификации проектов БИС и СБИС. Верификация проекта методом сканирования структуры. Верификация проектов СБИС методом моделирования структур на уровне примитивов. Адекватное моделирование нестандартных компонентов СБИС.
10	Тема 9. Комплексные интеллектуальные САПР в проектировании конструкций и технологических процессов БИС и СБИС	Автоматизация «сквозных» методов проектирования. Роль комплексных интеллектуальных САПР в разработке БИС. Формирование базы знаний для проектирования БИС и СБИС. Экспертные системы для проектирования БИС и СБИС радиоэлектронных средств.
11	Заключение	Проблема совместимости интеллектуальных САПР разных поколений.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Изучение работы с программой схемотехнического моделирования MicroCap11.	2
2. Изучение вспомогательных программ ППП: управляющая оболочка, редактор входных сигналов, графический постпроцессор.	2
3. Изучение библиотеки типовых компонентов.	2
4. Анализ электронных схем: по постоянному току, частотный и временной анализы.	2
5. Вычисление функций чувствительности выходных параметров электронных схем к вариациям параметров компонентов.	2
6. Синтез электрической принципиальной схемы и вывод ее графического изображения на печать.	2
7. Определение области функциональной работоспособности ЭС.	2
8. Назначение системы допусков на параметры компонентов ЭС.	1
9. Исследование температурной стабильности ЭС.	2
<b>Итого</b>	<b>17</b>

## 4.3 Перечень практических занятий

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Схемотехническое проектирование на этапе конструирования ЭС (на примере ППП MicroCAP)	4
2. Изучение методов математического моделирования конструкций ЭС	4
3. Изучение методов компоновки конструкций	6

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
4. Изучение методов размещения компонентов на коммутационных платах функциональных узлов ЭС.	6
5. Изучение методов трассировки проводников коммутационных плат функциональных узлов ЭС.	6
6. Изучение методов проектирования топологии БИС и СБИС	4
7. Изучение методов верификации проектных решений при разработке БИС и СБИС.	4
Итого	34

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): приобретение навыков осмысленного использования автоматизированных методов схемотехнического проектирования на этапе конструирования ЭС.

Содержание работы (проекта): Для выполнения курсовой работы выдается индивидуальное задание.

Исходные данные включают в себя:

- схему электрическую принципиальную устройства;
- эксплуатационные требования;
- требование по безотказности функционирования;
- конструктивные требования;
- технологические требования.

Количество источников: минимальное 3, максимальное 6; объем: минимальное количество страниц 20 и максимальное количество 30 страниц; формат оформления -электронный (в соответствии с требованиями СПбГЭТУ "ЛЭТИ"). Сдается преподавателю в печатном виде.

Курсовая работа состоит из следующих разделов: определение области функциональной работоспособности ЭС в пространстве вариаций параметров компонентов, назначение оптимальной системы допусков на параметры компонентов, оценка температурной стабильности ЭС, влияние паразитных связей на работоспособность ЭС и пути снижения этого влияния, выделение доминирующих элементов и анализ их влияния на работу ЭС с помощью ППП MicroCap.

Комплект документации включает в себя: схему электрическую принципиальную, результаты схемотехнического анализа, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД, результаты решения вышеуказанных задач конструкторского проектирования ЭС. На чертежах, в схемах и в пояснительной записке представлены основные технические решения и выводы, предложенные студентами.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Импульсный стабилизатор напряжения	Switching voltage regulator

#### **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 пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом 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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	5
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	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	8
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	70
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
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>128</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 библи.
Основная литература		
1	Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Проектирование и технология электронных средств" и специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / И.Г.Мироненко, В.Ю.Суходольский, К.К.Холуянов и др.; Под ред. И.Г.Мироненко, 2002. -391 с.	150
2	Суходольский, Владислав Юрьевич. Моделирование в ALTIUM DESIGNER 6 [Текст] : учеб. пособие / В.Ю. Суходольский, 2009. - 99 с.	83
3	Суходольский, Владислав Юрьевич. Altium Designer : проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальностям 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" и 210202 "Проектирование и технология электронно-вычислительных средств" направления 210200 "Проектирование и технология электронных средств" / В.Ю. Суходольский, 2010. -VIII, 472 с.	120
4	Разевиг, Всеволод Данилович. Схемотехническое моделирование с помощью Micro-Cap 7 [Текст] : справочное издание / В.Д. Разевиг, 2003. -367 с.	25
Дополнительная литература		
1	Деньдобренко, Борис Николаевич. Автоматизация конструирования РЭА [Текст] : учеб. для студентов специальности "Конструирование и производство РЭА" / Б.Н. Деньдобренко, А.С. Малика, 1980. -384 с.	54

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Системы автоматизированного проектирования: учебное пособие. / В.А.Смирнов, Л.Н. Петрова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 34 с. <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000530948&amp;dtype=F&amp;etype=.pdf">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000530948&amp;dtype=F&amp;etype=.pdf</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11525>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Алгоритмические основы конструирования электронных средств» 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
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, посещавшие не менее 80% лекционных занятий, 80 % практических занятий, выполнившие и защитившие курсовую работу, выполнившие задания практических занятий, а также допущенные по результатам выполнения лабораторных работ.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Виды обратных связей в электронных устройствах.
2	Динамический анализ схемы по постоянному току в программе Микрокап11
3	Диоды, разновидности, основные параметры и их соотношения. (Барьерная и диффузионная емкости).
4	Виды анализов во временной и частотной областях, выполняемые программой МС11
5	Биполярный транзистор. Основные параметры задаваемые в программе Микрокап11
6	Изменение (укрупнение) формата текстов в программе Микрокап11
7	Активный режим, режим насыщения, режим отсечки БТ.
8	Общие свойства программ схемотехнического моделирования
9	Система статических параметров, формальные и физические эквивалентные схемы БТ.
10	Описание параметров активных элементов в программе Микрокап11
11	Электронные устройства. Методы анализа.
12	Тиристоры, основная характеристика переключения.
13	Примеры программ сквозного проектирования электронных схем
14	Создание электронной схемы в программе Микрокап11
15	Работа каскада на БТ общий эмиттер.
16	Отличие схемотехнического моделирования от сквозного проектирования электронных схем
17	Работа каскада на БТ общая база.
18	Задание параметров источника импульсного сигнала в программе Микрокап11
19	Усилители. Общие характеристики (входное и выходное сопротивления, коэффициент передачи, КПД, полоса пропускания, коэффициент нелинейных искажений). Частотный, переходной и импульсный методы анализа.
20	Оценка влияния температурных воздействий на параметры схемы

## **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 **Алгоритмические основы конструирования электронных средств ФРТ**

1. Электронные устройства. Методы анализа.
2. Создание электронной схемы в программе Микрокап11

Задача:

Задать рабочую точку  $U_{ко}$  и  $I_{ко}$  одиночного каскада на биполярном транзисторе путем задания базового тока с помощью высокоомного резистора

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

В.А.Тупик

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
2	Тема 2. Схемотехническое проектирование на этапе конструирования	
3		
4		Коллоквиум
5	Тема 3. Методы математического моделирования конструкций ЭС	
6		
7		Коллоквиум
8	Тема 4. Методы компоновки электронных узлов и блоков ЭС	
9		
10		Коллоквиум
11	Тема 5. Основные методы размещения компонентов функциональных узлов ЭС	
12		
13		Коллоквиум
14	Тема 6. Трассировка электрических соединений для коммутационных плат ЭС	
15		
16		Коллоквиум
17	Тема 7. Методы проектирования топологии и топологических чертежей БИС и СБИС	
	Тема 8. Верификация проектов БИС и СБИС	
	Заключение	Защита КР / КП

### 6.4 Методика текущего контроля

#### **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.

#### **Методика текущего контроля на лабораторных и практических занятиях.**

Порядок выполнения работ, подготовки отчетов и их защиты. В процессе обучения по дисциплине студент обязан выполнить 9 лабораторных работ и 7 практических работ, перечень которых приведен в рабочей программе. Под выполнением работ подразумевается подготовка к работе, проведение исследований, подготовка отчета и его защита.

Выполнение работ студентами осуществляется индивидуально (или в бригадах по два человека). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально или в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с приня-

тыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

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 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 работы.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем работам лабораторным и практическим работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

### **самостоятельной работы студентов**

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

### **при выполнении курсового проекта (работы)**

Текущий контроль при выполнении курсового проекта (работы) осуществ-

ляется 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 выполняется в соответствии с темой и заданием, определяющим сроки представления работы к защите. Порядок защиты курсовой работы определяется кафедрой и сообщается студенту при выдаче задания.

Оценивание на защите производится по следующим критериям:

«отлично» – в ходе выполнения курсовой работы цели достигнуты полностью, поставленные задачи выполнены в полном объеме, отчет подготовлен в срок и аккуратно, доклад отражает ход и результаты работы, на защите на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы,

«хорошо» – в отчете имеются незначительные недостатки, ответы на вопросы в ходе защиты даны не полностью,

«удовлетворительно» – не все задачи курсовой работы выполнены в полном объеме, отчет подготовлен с отдельными недочетами, ответы в принципе правилен, но в формулировках имеются существенные ошибки

«неудовлетворительно» – задания курсовой работы выполнены не в полном объеме, не все поставленные задачи решены, отчет подготовлен некачественно, не отражает суть работы, в ходе защиты содержание ответов не совпадает с поставленными вопросами.

Студенту, не представившему или не защитившему курсовую работу в установленные сроки, в ведомости выставляется «не аттестован»; если курсовая работа не представлена, или «неудовлетворительно», если курсовая работа

представлена, но не защищена, то он считается имеющим академическую задолженность и к аттестации по дисциплине не допускается

## 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, экран, проектор, компьютер или ноутбук меловая или маркерная доска	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Учебная комната для практических и семинарских занятий	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор, меловая или маркерная доска, персональные компьютеры IBM совместимый Pentium или выше	1. Windows 7 и выше; 2. Microsoft Office 2007 и выше 3. Micro-Cap 11
Практические занятия	Учебная комната для практических и семинарских занятий	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор, меловая или маркерная доска, персональные компьютеры IBM совместимый Pentium или выше	1. Windows 7 и выше; 2. Microsoft Office 2007 и выше 3. Altium designer 4. Micro-Cap 11
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>