

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 10.07.2023 16:35:05  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**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

### **«КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОНИКЕ»**

для подготовки магистров

по направлению

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

по программе

**«Радиофотоника»**

Санкт-Петербург

2022

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. Перепеловский В.В.

профессор, д.ф.-м.н., профессор Зубков В.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭТ  
16.03.2022, протокол № 3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ, 24.03.2022, протокол № 01/22

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## **1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Обеспечивающий факультет ФЭЛ

Обеспечивающая кафедра ФЭТ

Общая трудоемкость (ЗЕТ) 3

Курс 1

Семестр 1

### **Виды занятий**

Лекции (академ. часов) 34

Лабораторные занятия (академ. часов) 34

Иная контактная работа (академ. часов) 3

Все контактные часы (академ. часов) 71

Самостоятельная работа, включая часы на контроль  
(академ. часов)

Всего (академ. часов) 108

### **Вид промежуточной аттестации**

Дифф. зачет (курс) 1

Курсовая работа (курс) 1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОНИКЕ»**

Дисциплина «Компьютерные технологии и моделирование в электронике» посвящена изучению и практическому применению компьютерных технологий в области электроники.

Элементы численного моделирования приборов микро-и наноэлектроники. В данном разделе рассматриваются особенности решения систем дифференциальных уравнений описывающих работу приборов микро-и наноэлектроники. Рассматривается диффузионно-дрейфовая и гидродинамическая модель. Исследуются особенности численного решения одномерных задач на базе пакета MathCAD (MatLAB). Особенности решения двухмерных задач рассматриваются на базе пакетов FlexPDE и Synopsys.

Основы программирования, сбора и обработки экспериментальных данных. Организация программного обеспечения в виде проблемно-ориентированных пакетов прикладных программ. Концепция виртуальных инструментов. LabVIEW - как графическая система программирования. Программирование систем сбора информации. Программирование систем обработки информации (элементы цифровой фильтрации сигналов и.т.д.). Организация распределенных программно-аппаратных комплексов. Моделирование нелинейных систем, демонстрирующих хаотическое поведение.

#### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«COMPUTER TECHNOLOGY AND SIMULATION IN ELECTRONICS»**

Discipline "Computer technology and simulation in electronics" is devoted to the study and practical application of computer technology in the field of electronics.

Elements of numerical modeling of micro-and nanoelectronic devices. In this case, once the features of solutions of systems of differential equations describing the working micro-and nanoelectronic devices. We consider the drift-diffusion and hydrodynamic model. The features of the numerical solution of one-dimensional problems on the basis of the package MathCAD (MatLAB). Features of the solution of two-dimensional problems are considered on the basis of packages FlexPDE and Synopsys.

Basics of programming, collection and processing of experimental data. Organization of pro-software in the form of problem-oriented software packages. The concept of virtual instruments. Lab-VIEW -a graphical programming system. Programming systems for collecting information. Programming information processing systems (elements of digital signal filtering, etc.). Distributed-governmental organization software and hardware systems. Modeling of Nonlinear Systems Demonstrating Chaotic Behavior.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Основной целью изучения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков моделирования электронных систем с помощью современных компьютерных технологий.
2. Задачей данной дисциплины является формирование у учащегося компетенций и навыков посвященных:
  - основам программирования, сбора и обработки экспериментальных данных;
  - элементам численного моделирования приборов микро-и наноэлектроники.
3. В результате освоения дисциплины учащиеся получат знания об основах численного моделирования приборов микро-и наноэлектроники; основам синтаксиса FlexPDE, MathCAD, LabView, MatLab.
4. В результате освоения дисциплины будут сформированы умения, позволяющие выбирать метод моделирования приборов микро-и наноэлектроники; выбирать программную среду для моделирования приборов; записать соответствующие уравнения и граничные условия в рамках синтаксиса выбранной программной среды; планировать физический эксперимент и осуществлять его проведение и анализ результатов в интегрированной среде – LabView; организовывать сопряжения ЭВМ с объектом научных исследований.
5. В результате освоения дисциплины учащиеся приобретут навыки для применения компьютерных технологий в науке и производстве.

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

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Диагностика материалов электроники и радиофотоники»
2. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»
3. «Процессы микро- и нанотехнологии»
4. «Компьютерные технологии в разработке устройств радиофотоники»
5. «Междисциплинарный проект ”Разработка устройства радиофотоники и технологии его изготовления”»
6. «Приборы и устройства функциональной электроники и радиофотоники»
7. «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>
ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора
ОПК-1.1	<i>Знает тенденции и перспективы развития профессиональной сферы деятельности, а также смежных областей науки и техники</i>
ОПК-1.2	<i>Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности</i>
ОПК-1.3	<i>Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности</i>
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ОПК-3.1	<i>Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности</i>
ОПК-4	Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач
ОПК-4.1	<i>Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации в своей предметной области с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств</i>

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Содержание разделов дисциплины**

#### **4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Лек, ач</b>	<b>Лаб, ач</b>	<b>ИКР, ач</b>	<b>СР, ач</b>
1	Введение	1			
2	Моделирование проникновения поля в полевом транзисторе Шоттки	8	8		9
3	Двумерное моделирование приборов твердотельной электроники	8	8		9
4	Synopsys Sentaurus TCAD, моделирование приборов твердотельной электроники	8	8		9
5	LabView технологии, численные методы, динамический хаос	8	10	3	10
6	Заключение	1			
	Итого, ач	34	34	3	37
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе				108/3

#### **4.1.2 Содержание**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
1	Введение	Предмет курса и его цель. Связь курса с другими дисциплинами учебного плана. Обзор основных программных пакетов применяемых для компьютерного моделирования электронных компонентов и устройств.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
2	Моделирование проникновения поля в полевом транзисторе Шоттки	Элементы численного моделирования приборов микро и нано электроники. Введение. Физико-топологические модели полупроводниковых приборов. Задачи численного моделирования полупроводниковых приборов и технологических процессов. Основные уравнения физики полупроводниковых структур. «Иерархия» моделей. Базовые понятия: системы исчисления, представление чисел в компьютере, ошибки связанные с конечностью разрядной сетки. Численные методы решения трансцендентных уравнений. Метод бiseкций. Метод Ньютона. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Задача Коши, граничные условия. Явный метод Рунге-Кутта. Не явный метод Рунге-Кутта. Порядок метода Рунге-Кутта. Сплайн интерполяция. Понятие жестких дифференциальных уравнений. Понятие неустойчивых решений. Метод Гира. Одномерная задача проникновения поля в полупроводник. Вопросы учета диффузии. Эффекты пограничного слоя. Область "токовый канал -буфер". MathCAD.
3	Двумерное моделирование приборов твердотельной электроники	Приборно-технологическое моделирование. Объекты приборно-технологического моделирования. Физические модели приборов электроники. Двухмерная диффузионно-дрейфовая модель MESFET. Гидродинамическая модель MESFET. Основные уравнения. Элементы моделирования технологических процессов: эпитаксия, легирование, напыление контактов, окисление. Synopsys.
4	Synopsys Sentaurus TCAD, моделирование приборов твердотельной электроники	Методы описания физических процессов в электронике. Интегральные и дифференциальные уравнения. Типы интегральных уравнений. Методы решения интегральных уравнений. Не сводимость произвольного интегрального уравнения к дифференциальному уравнению в целых производных. Понятие дробных интегралов и дробных производных. Краевая задача. Конечные разности в общем случае дробных производных. Конечные разности для производных целого порядка. Метод конечных элементов. Метод Ньютона-Рафсона. Проникновение поля в полупроводник, двухмерная задача. FlexPDE. Хаусдорфова размерность. Корреляционная размерность. Производная n-го порядка. Гамма функция. Производная дробного порядка. Понятие окна вычисления дробной производной. Интеграл дробного порядка Римана-Лиувилля. Задача о Таутохроне. Перестраиваемый фотонный дифференциатора дробного порядка.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
5	LabView технологии, численные методы, динамический хаос	Основы программирования, сбора и обработки экспериментальных данных. Стадии компьютерной поддержки эксперимента. Первичная обработка экспериментальных данных. Численное дифференцирование. Метод конечных разностей. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона. Конечно-разностное представление дифференциального уравнения. Интерполяция данных. Концепция виртуальных инструментов. LabVIEW как графическая система программирования. Понятие потокового программирования. Разработка интерактивных программ сбора, обработки данных и управления периферийными устройствами. Элементы графического программирования. Нелинейные осцилляторы. Хаос и редукционизм. Динамически хаос. Фазовый портрет. Примеры среды с хаотической динамикой. Логистическое отображение-переход к Хаосу. Самоподобие логистического отображения. Константа Фейгенбаума -скорость перехода к хаосу. Фрактальная размерность отображения Пуанкаре аттрактора Лоренца. Энтропия Шеннона. Понятие синхронизации и самоорганизации.
6	Заключение	Перспективы развития систем компьютерного моделирования для разработки элементов микро-и наноэлектроники

## 4.2 Перечень лабораторных работ

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Проникновение поля в полупроводник в приближении резкой границы: “Обедненная область-канал” полевого транзистора Шоттки.	3
2. Проникновение поля в полупроводник в приближении размытой границы: “Обедненная область-канал” полевого транзистора Шоттки.	3
3. Проникновение поля в полупроводник. Определение положения эффективной границы: “Обедненная область-канал” полевого транзистора Шоттки.	3
4. Численное решение системы уравнений Пуассона и непрерывности в специализированной среде FEXPDE.	3
5. Моделирование кремниевого полевого транзистора с затвором шоттки в специализированной среде FEXPDE.	3
6. LabView реализация аттрактора Лоренца	4
7. Цифровая фильтрация сигналов на фоне случайной и периодической помехи. Подключение внешних устройств.	6
8. Регрессионный анализ сигналов	3
9. Моделирование приборов твердотельной электроники в среде Synopsys Sentaurus TCAD	6

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
Итого	34

#### 4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Приобретения практических навыков моделирования приборов твердотельной электроники.

Содержание работы (проекта): В ходе выполнения курсовой работы обучающиеся приобретают практические навыки по использованию численных методов в различных пакетах прикладных программ. Получение характеристик приборов твердотельной электроники.

Требования к оформлению курсовой работы.

Курсовая работа состоит из двух частей -математической модели, выполненной в заранее согласованном с преподавателем программном пакете, и краткой пояснительной записи. Каждый студент получает индивидуальное задание на курсовую работу. Математическая модель должна быть выполнена самостоятельно и решать все задачи, поставленные перед студентом. Пояснительная записка должна быть выполнена в соответствии с требованиями к студенческим работам принятым в СПбГЭТУ. Записка должна включать в себя титульный лист, задание, основные теоретические сведения по поставленной задаче, основную часть, включающую листинг разработанной математической модели с комментариями, список литературы и заключение. Список литературы должен содержать не менее 3 и не более 15 источников. Объем пояснительной записи не менее 10 и не более 20 страниц. Работа сдается преподавателю в электронном и печатном виде.

Темы:

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Перевод темы</b>
1	Моделирование полевого транзистора Шоттки в среде SYNOPSYS TCAD	Modeling MESFET in the SYNOPSYS TCAD software environment.

#### **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.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	8
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	8
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	12
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, дифференциированному зачету, экзамену	9
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>37</b>

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>Название, библиографическое описание</b>	<b>К-во экз. в библ.</b>
<b>Основная литература</b>		
1	Перепеловский, Вадим Всеолодович. Разработка электронных устройств в среде Synopsys® Sentaurus TCAD [Текст] : лаб. практикум / В.В. Пере-пеловский, Н.И. Михайлов, В.В. Марочкин, 2010. -45 с.	64
2	Зубков, Василий Иванович. Компьютерные технологии в научных исследованих [Текст] : конспект лекций / В.И. Зубков, 2010. -76 с.	106
3	Зубков, Василий Иванович. Компьютерные технологии в научных исследованих [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 140400 -"Техническая физика" / В.И. Зубков, А.В. Соломонов, 2006. -87 с.	36
4	Компьютерные технологии в разработке устройств радиофотоники [Текст] : учеб. пособие / В. В. Витько [и др.], 2020. -81 с.	20
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Перепеловский, Вадим Всеолодович. Разработка электронных устройств в среде Synopsys® Sentaurus TCAD [Текст] : лаб. практикум / В.В. Пере-пеловский, Н.И. Михайлов, В.В. Марочкин, 2010. -45 с.	64

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

<b>№ п/п</b>	<b>Электронный адрес</b>
1	IT колыбельhttp://www.1024.ru

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10708>

## **6 Критерии оценивания и оценочные материалы**

### **6.1 Критерии оценивания**

Для дисциплины «Компьютерные технологии и моделирование в электронике» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

#### **Дифференцированный зачет**

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические 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	52 – 67	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	68 – 84	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	85 – 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**

Обучающийся допускается к дифференцированному зачету в случае достаточного количества посещенных занятий (не менее 80% лекционных занятий), успешной защиты всех лабораторных работ и защиты выполненной курсовой работы.

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

### **Вопросы к дифф.зачету**

<b>№ п/п</b>	<b>Описание</b>
1	Обзор основных программных пакетов применяемых для компьютерного моделирования электронных компонентов и устройств.
2	Элементы численного моделирования приборов микро и нано электроники.
3	Физико-топологические модели полупроводниковых приборов.
4	Задачи численного моделирования полупроводниковых приборов и технологических процессов.
5	Численные методы решения трансцендентных уравнений.
6	Численные методы решения дифференциальных уравнений.
7	Понятие неустойчивых решений. Метод Гира.
8	Двухмерная диффузионно-дрейфовая модель.
9	Гидродинамическая модель MESFET. Основные уравнения.
10	Элементы моделирования технологических процессов: эпитаксия, легирование, напыление контактов, окисление.
11	Физические модели приборов электроники.
12	Интегральные и дифференциальные уравнения. Типы интегральных уравнений.
13	Методы решения интегральных уравнений.
14	Конечные разности в общем случае дробных производных.
15	Проникновение поля в полупроводник, двухмерная задача.
16	Перестраиваемый фотонный дифференциатора дробного порядка.
17	Основы программирования, сбора и обработки экспериментальных данных.
18	Стадии компьютерной поддержки эксперимента.
19	Понятие синхронизации и самоорганизации.
20	Фрактальная размерность отображения Пуанкаре аттрактора Лоренца.

### **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

#### **Пример контрольных вопросов по курсу:**

1. Перечислите физико-топологические модели полупроводниковых приборов.
2. Какие численные методы решения дифференциальных уравнений вам известны?
3. Какие приближения используются при моделировании MESFET?
4. Перечислите основные методы решения интегральных уравнений.
5. В чем заключается процесс компьютерной поддержки эксперимент?

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**

<b>Неделя</b>	<b>Темы занятий</b>	<b>Вид контроля</b>
1	Моделирование проникновения поля в полевом транзисторе Шоттки	
2		
3	Двумерное моделирование приборов твердотельной электроники	
4		
5	Synopsys Sentaurus TCAD, моделирование приборов твердотельной электроники	
6	LabView технологии, численные методы	
7		
8		Отчет по лаб. работе
9	Моделирование проникновения поля в полевом транзисторе Шоттки	
10		
11	Двумерное моделирование приборов твердотельной электроники	
12		
13	Synopsys Sentaurus TCAD, моделирование приборов твердотельной электроники	
14	LabView технологии, численные методы	
15		Коллоквиум
16	Моделирование проникновения поля в полевом транзисторе Шоттки	
17	Двумерное моделирование приборов твердотельной электроники Synopsys Sentaurus TCAD, моделирование приборов твердотельной электроники LabView технологии, численные методы	Защита КР / КП

### **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 дифф. зачет.

#### **на лабораторных занятиях**

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты на коллоквиуме

В процессе обучения по дисциплине «Компьютерные технологии и моделирование в электронике» студент обязан выполнить 9 лабораторных работ. С первой по восьмую из списка в п.4.2. Для выполнения последней работы студенту предлагается одна из трех тем: "Моделирование полевого транзистора

Шоттки в рамках диффузионно-дрейфовой модели”, ”Моделирование полевого транзистора Шоттки в рамках диффузионно-дрейфовой и гидродинамической моделей” или ”Исследование ВАХ и частоты отсечки в зависимости от свойств буферного слоя ПТШ”. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиумов, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется *в brigadaх до 3 человек*. Оформление отчета студентами осуществляется *в количестве одного отчета на brigаду* 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. При оценке качества выполнения отчета и

защиты лабораторной работы используются те же критерии, что и при оценке курсового проекта.

### **самостоятельной работы студентов**

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

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

Текущий контроль при выполнении курсового проекта (работы) осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовой

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

#### **Критерии оценки:**

”отлично” – оцениваются курсовые работы, содержание которых основано на глубоком понимании поставленной задачи и современной литературы по теме работы. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно. Теоретические выкладки не противоречат возможностям их применения на практике. В отчете и на защите продемонстрировано владение методологией и методиками исследований, методами моделирования микроволновых устройств. Поставленная задача решена в полном объеме, отсутствуют неточности в расчетах. Пояснительная записка удовлетворяет всем требованиям по оформлению и объему, присутствуют ссылки на используемую литературу.

”хорошо” - оцениваются курсовые работы, основанные на твердом знании методов решения задачи. Возможны недостатки в систематизации или в обобщении материала, неточности в выводах. Корректно применены теоретические положения при решении поставленной задачи, выбраны конкретные методы ее решения, используя методы сбора, расчета, анализа, классификации,

интерпретации данных. Поставленная задача решена, однако в разработанной математической модели присутствуют незначительные неточности, итоговые результаты отклоняются от требуемых, но не более чем на 10%. Пояснительная записка удовлетворяет всем требованиям по оформлению и объему, присутствуют ссылки на используемую литературу.

”удовлетворительно” - оцениваются курсовые работы, которые базируются на знании основ предмета, но имеются значительные пробелы в изложении материала, затруднения в его изложении и систематизации, выводы слабо аргументированы, в модели использованы грубые приближения. Продемонстрировано общее понимание принципов разработки и построения электронных устройств. Поставленная задача решена с применение приближений и упрощений не позволяющих на практике реализовать разрабатываемое устройство. Пояснительная записка частично удовлетворяет требованиям по оформлению и объему, в тексте отсутствуют ссылки на используемую литературу.

”неудовлетворительно” - оцениваются курсовые работы, в которых обнаружено неверное изложение основ задания, обобщений и выводов нет. Задача решена не верно, либо результат не получен. Пояснительная записка не удовлетворяет требованиям по оформлению и объему.

## **7 Описание информационных технологий и материально-технической базы**

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ноутбук или компьютер	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест, ПК или ноутбук – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) ПО для проведения лабораторных работ
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>