

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 05.09.2022 17:45:27  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Радиоэлектронные средства  
информационного обмена»



**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**

**«ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**

**для подготовки бакалавров**

**по направлению**

**11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

**по профилю**

**«Радиоэлектронные средства информационного обмена»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, к.т.н. доцент И.Р. Кузнецов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС  
22.05.2019, протокол № 8

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 13.06.2019, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**

Дисциплина предполагает изучение принципов и методов формирования математических моделей различных аналоговых и цифровых радиоустройств в процессе схемотехнического проектирования элементов телекоммуникационных систем (ТКС). Большое внимание уделено вопросам построения имитационных моделей ТКС различного назначения. Рассматриваются методы моделирования статического режима и переходных процессов в ТКС, моделирования аналоговых устройств на высоких частотах. Изучаются методы моделирования цифровых устройств на логическом и физическом уровнях, алгоритмические методы поиска неисправностей в них и генерирования тестовых последовательностей. Рассматриваются алгоритмические методы учета влияния разброса параметров компонентов на характеристики радиоустройств и радиосистем. При изучении дисциплины студенты знакомятся с поисковыми и статистическими алгоритмами получения оптимальных решений при проектировании систем связи и схемотехническом проектировании.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«COMPUTER-AIDED DESIGN OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS»**

Discipline involves the study of the principles and methods of formation of mathematical models of a variety of analog and digital radio devices in the telecommunication systems circuit design. Much attention is paid to the issues of construction of simulation models of telecommunication systems for various purposes. The methods of simulation and static mode transients in radio devices, simulation of analog devices at high frequencies. Study the methods of modeling of digital devices to logical and physical level, algorithmic methods to troubleshoot them, and generate

test sequences.

We consider the accounting impact of algorithmic methods scatter component parameters on the characteristics of radio and radio.

In the study of discipline, students are acquainted with the search and statistical algorithms optimal solutions in the design of communication systems and circuit design.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Подготовка специалиста в области компьютерного моделирования и проектирования телекоммуникационных систем (ТКС)
2. Овладение способами решения основных задач проектирования ТКС с помощью программных комплексов автоматизации проектирования.
3. Знание методологии компьютерного моделирования и проектирования телекоммуникационных систем (ТКС) на различных уровнях их описания: схематехническом, функционально-логическом и структурном
4. Получение умений выбора способа решения в зависимости от сложности и характера задачи проектирования радиоэлектронных устройств и систем
5. Формирование навыков проектирования элементов ТКС с помощью систем автоматизации проектирования (САПР)

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теоретические основы электротехники»
2. «Радиотехнические цепи и сигналы»
3. «Схемотехника аналоговых устройств»
4. «Схемотехника цифровых устройств»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Цифровые методы формирования сигналов»

### 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-2	Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств</i>
<i>ПК-2.3</i>	<i>Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования</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	1			
2	Принципы построения и структура типовой САПР	2			2
3	Математические модели компонентов ТКС	4	2		6
4	Математические модели ТКС во временной и частотной области	4	2		6
5	Моделирование статического режима ТКС	2	4		6
6	Моделирование переходных процессов в ТКС	2	2		5
7	Методы моделирования цифровых устройств	4	5		5
8	Методы учета дестабилизирующих факторов	2	2		3
9	Общие принципы оптимизации проектных решений	1			2
10	Оптимизация проектных решений, приводящихся к задаче линейного программирования	2			4
11	Оптимизация проектных решений, приводящихся к задаче линейного программирования	2			4
12	Методы решения задачи нелинейного программирования с ограничениями	2			4
13	Оптимизация проектных решений с учетом дестабилизирующих факторов	2			4
14	Численные методы интегрирования, дифференцирования, интерполяции и аппроксимации	3			5
15	Заключение	1		1	
	Итого, ач	34	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет курса. Применение ЭВМ для автоматизации проектирования ТКС -важнейшее условие повышение эффективности новых разработок радиоаппаратуры. Связь данного курса с другими дисциплинами учебного плана. Функции и задачи САПР.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Принципы построения и структура типовой САПР	Этапы проектирования ТКС при функционировании САПР на предприятии. Уровни использования ЭВМ. Возможности и перспективы использования ЭВМ на каждом этапе проектирования. Инвариантная схема процесса проектирования с использованием ЭВМ. Объектные и инвариантные подсистемы САПР. Общесистемные принципы построения САПР. Структура типовой САПР ТКС. Виды обеспечений САПР: техническое, математическое, программное, лингвистическое, информационное, методическое и организационное.
3	Математические модели компонентов ТКС	Понятие математической модели и их классификация. Декомпозиционный подход к моделированию ТКС. Базовые компоненты электрических моделей. Математические модели реальных пассивных и активных компонентов ТКС. Макромодели элементов интегральной электроники. Примеры формальных моделей.
4	Математические модели ТКС во временной и частотной области	Топологические методы описания электрических моделей ТКС. Компонентные и топологические уравнения. Классификация моделей ТКС временной области. Алгоритмическая реализация методов узловых потенциалов и переменных состояний. Классификация методов моделирования ТКС в частотной области. Алгоритмическая реализация методов моделирования с помощью $A$ , $Y$ и $S$ матриц.
5	Моделирование статического режима ТКС	Уравнения математических моделей для статического режима. Методы решения на ЭВМ систем линейных уравнений: редукции (Гаусса, прогонки), уточнения и их сравнительная характеристика. Особенности работы с разреженными матрицами. Алгоритмические методы решения систем нелинейных уравнений: Ньютона-Рафсона, секущих, возмущений, простой итерации и их сравнительная характеристика.
6	Моделирование переходных процессов в ТКС	Уравнения математических моделей ТКС для переходных процессов. Одношаговые методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Многошаговые методы. Жесткие системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Неявные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений. Сравнительная характеристика различных методов.
7	Методы моделирования цифровых устройств	Модели функциональных элементов и цифровых устройств на физическом и логическом уровнях. Алфавиты моделирования. Сквозные и событийные алгоритмы синхронного моделирования цифровых устройств. Моделирование многозначными алфавитами. Асинхронное моделирование цифровых устройств.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
8	Методы учета дестабилизирующих факторов	Формулировка задач допускового анализа и синтеза. Вычисление коэффициентов чувствительности, допусковый анализ и синтез на их основе. Статистические методы допускового анализа и синтеза при больших разбросах. Генерирование случайных чисел, распределенных по различным законам. Применение ЭВМ для оценки надежности радиоустройств.
9	Общие принципы оптимизации проектных решений	Общая формулировка задач оптимального программирования и их классификация. Формирование функции качества и системы ограничений для проектного решения.
10	Оптимизация проектных решений, приводящихся к задаче линейного программирования	Формулировки задач линейного программирования. Примеры сведения проектных задач к задачам линейного программирования. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом. Модифицированный симплекс-метод. Методы решения дискретной задачи линейного программирования (приближенные методы решения дискретной задачи, метод ветвей и границ, метод отсечений).
11	Оптимизация проектных решений, приводящихся к задаче линейного программирования	Формулировка задачи нелинейного программирования. Примеры сведения проектных задач к задаче нелинейного программирования. Алгоритмические методы решения задачи нелинейного программирования для функции одной переменной. Поисковые методы решения задачи нелинейного программирования без ограничений для функции многих переменных (покоординатного спуска, Розенброка, наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, эвристические) и их сравнительная характеристика и алгоритмическая реализация. Статистические методы оптимизации (слепого поиска, с самообучением) и их сравнение по эффективности с целенаправленными методами поиска.
12	Методы решения задачи нелинейного программирования с ограничениями	Формулировка задачи нелинейного программирования с нелинейными ограничениями. Примеры сведения проектных задач к ней. Методы штрафных функций. Методы линеаризации задачи, их точность и алгоритмическая реализация. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
13	Оптимизация проектных решений с учетом дестабилизирующих факторов	Классификация методов учета дестабилизирующих факторов. Формирование статистической функции качества. Особенности функционирования алгоритмов поиска экстремумов статистической функции качества.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
14	Численные методы интегрирования, дифференцирования, интерполяции и аппроксимации	Методы численного дифференцирования левых, правых и центральных разностей и их точность. Интерполяционные методы дифференцирования. Методы численного интегрирования функции одной переменной, их точность и алгоритмическая реализация. Алгоритмические методы вычисления кратных интегралов. Алгоритмическая реализация быстрых преобразований Фурье и Лапласа. Задачи интерполяции и аппроксимации. Интерполяционные полиномы. Алгоритмы аппроксимации ортогональными полиномами и сплайн-аппроксимация
15	Заключение	Оценка возможностей и перспектив развития современных САПР ТКС

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Моделирование вольтамперных и частотных характеристик полупроводниковых приборов и операционных усилителей. Моделирование аналоговых дискретных и интегральных компонентов ТКС	2
2. Моделирование статического режима транзисторного усилителя, источника питания и стабилизатора напряжения	2
3. Моделирование транзисторного усилителя и активного фильтра на операционном усилителе в частотной области	2
4. Моделирование переходных процессов в транзисторном усилителе	2
5. Моделирование дискретных цифровых компонентов ТКС	2
6. Моделирование статического и динамического режимов работы цифрового устройства на дискретных элементах	2
7. Моделирование кодека, моделирование смешанных устройств (ЦАП, АЦП и их комбинации)	3
8. Моделирование влияния разбросов параметров	2
Итого	17

## 4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

## 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 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	22
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
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	10
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>56</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	Головков, Александр Алексеевич. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств [Текст] : учеб. для вузов по направлению 210400 "Радиотехника" и 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов, 2015. -207, [1] с.	48
2	Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычисл. техника" / С.Ю. Лузин, Ю.Т. Лячек, Г.С. Петросян, О.Б. Полубасов, 2010. -219 с.	50
3	Проектирование РЭС в пакетах OrCAD и MicroWave Office [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2008. -32 с.	223
4	Пакеты PSpice и Serenade [Текст] : метод. указания по изучению дисциплины "Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2003. -32 с.	257
5	Бабушкина, Ольга Александровна. Проектирование электронных схем в среде NI Multisim [Текст] : учеб. пособие / О. А. Бабушкина, И. Ю. Пивоваров, А. А. Твердохлеб, 2020. -65 с.	80
Дополнительная литература		
1	Измаилов, Алексей Феридович. Численные методы оптимизации [Текст] : [Учеб. пособие] / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов, 2003. -300 с	26
2	Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы [Текст] : учеб. пособие [для инж.-техн. спец. вузов] / Е.А. Волков, 2008. -248 с.	100
3	Киреев, Владимир Иванович. Численные методы в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладная математика" / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев, 2015. -447 с.	10

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Портал Численные методы <a href="http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/13/u_lectures.pdf">http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/13/u_lectures.pdf</a>

№ п/п	Электронный адрес
2	Портал Обучение в интернет <a href="http://www.lessons-tva.info">http://www.lessons-tva.info</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10328>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы компьютерного проектирования и моделирования телекоммуникационных систем» формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

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

Допуск к зачету требует выполнения лабораторных работ, подготовка отчетов и их защиты на коллоквиумах.

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

### Примерные вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Почему одна из строк матрицы инцидентий может быть редуцирована: (1-не может быть редуцирована без потери информации вообще)
2	Из каких элементов формируется матрицы инцидентий и хорд графа?
3	Каково условие сходимости итерационного процесса при решении нелинейного уравнения $u=\varphi(u)$ методом простой итерации
4	Как изменяется ошибка при интегрировании обыкновенных дифференциальных уравнений неявными одношаговыми методами при уменьшении шага интегрирования до бесконечного малого
5	Синхронное моделирование цифровых устройств многозначными алфавитами
6	Сквозное асинхронное моделирование цифровых устройств с учетом задержек срабатывания отдельных элементов
7	Синхронное моделирование цифровых устройств многозначными алфавитами
8	Относительно каких независимых переменных формируются уравнения математической модели при моделировании РЭС в частотной области методом цепных [A] матриц
9	Моделирование нелинейных устройств в частотной области методом гармонического баланса
10	Оптимизация функции качества методом наискорейшего спуска
11	Моделирование РЭС методом переменных состояния
12	Моделирование РЭС методом матрицы рассеяния
13	Оптимизация схемных решений методами сопряженных градиентов
14	Оптимизация схемных решений генетическими алгоритмами

### Вариант теста

1. В чем преимущество такой записи законов Кирхгоффа через матрицу коциклов перед записью с помощью матрицы инцидентий?

- 1- в уменьшении нулевых слагаемых в каждом уравнении
- 2-в уменьшении числа уравнений
- 3-в уменьшении порядка производных

2. Число уравнений методом контурных токов равно:

- 1- числу ветвей графа
- 2- числу хорд графа,
- 3- числу реактивных элементов

3. Каково условие сходимости итерационного процесса при решении нелинейного уравнения  $F(u)=0$  методом Ньютона-Рафсона?

- 1- начальное приближение должно попасть в область экстремума функции  $F(u)$ ,
- 2- на монотонный участок, содержащий корень уравнения,
- 3- в точку, где переменная  $u=0$ ,
- 4- или иное

4. Алгоритмы быстрых преобразований Фурье и Лапласа методами факторизации матрицы при дискретизации сигнала на  $N$  интервалов требуют для вычисления составляющих спектра следующего количества элементарных вычислений:

- 1-  $N^2$
- 2-  $N*(N-1)!$ ,
- 3-  $N*\text{Log}2N$ ,
- 4- или иного?

5. Сколько потребуется обращений к программе вычисления функции качества при поиске минимума функции одной переменной методом золотого сечения, если выполняется  $N$  итераций поиска минимума:

- 1-  $N^2$ ,
- 2-  $N$ ,
- 3-  $N+1$

6. При оптимизации функции качества методом слепого поиска значения пара-

метров на каждой итерации определяются:

- 1-генерированием с помощью датчика случайных чисел в заданных границах,
- 2-аналитически,
- 3-эвристически

7. При оптимизации функции качества методами покоординатного спуска может использоваться:

- 1-метод золотого сечения,
- 2-метод Ньютона-Рафсона,
- 3-методы Рунге-Кутты

8. Какое число итераций необходимо для выполнения прямого хода редукции Гаусса для матрицы размером  $N$ :

- 1- $N*N$ :
- 2- $N$ ,
- 3- $N-1$ ,
- 4- $N-2$

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
4	Математические модели ТКС во временной и частотной области	
5		Коллоквиум
9	Моделирование переходных процессов в ТКС	
10		Коллоквиум
15	Методы моделирования цифровых устройств	
16		Коллоквиум

### 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 лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Основы компьютерного проектирования и моделирования ТКС» студент обязан выполнить 8 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 3 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 4,10,16 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 2 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГ-ЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения исследований по моделированию 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 методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным 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.

## 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, маркерная доска, проектор, экран.	
Лабораторные работы	Компьютерный класс	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры не менее 11 шт.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше, 3) NI Multisym
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>
1		программа актуальна, изменения не требуются	20.05.2020 протокол № 3	профессор, к.т.н., доцент И.Р. Кузнецов	
2		программа актуальна, изменения не требуются	20.04.2021, протокол № 2	профессор, к.т.н., доцент И.Р. Кузнецов	
3		программа актуальна, изменения не требуются	29.03.2022, протокол № 3	профессор, к.т.н., доцент И.Р. Кузнецов	