

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.04.2023 15:33:45  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«”интеллектуальные инфокоммуникационные сети”»



**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**

**«ИЗМЕРЕНИЯ НА СВЧ»**

**для подготовки магистров**

**по направлению**

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

**по программе**

**«”интеллектуальные инфокоммуникационные сети”»**

Санкт-Петербург

2022

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Данилин А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР  
03.03.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 20.04.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## **1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Обеспечивающий факультет ФРТ

Обеспечивающая кафедра ТОР

Общая трудоемкость (ЗЕТ) 4

Курс 1

Семестр 1

### **Виды занятий**

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)

Всего (академ. часов) 144

### **Вид промежуточной аттестации**

Дифф. зачет (курс) 1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ИЗМЕРЕНИЯ НА СВЧ»**

Измерения на СВЧ — дисциплина, посвященная изучению принципов построения современных радиоизмерительных средств диапазона СВЧ: приборов, измерительных систем, измерительно-вычислительных комплексов. Среди разделов дисциплины: особенности измерений на высоких и сверхвысоких частотах, измерение параметров микроволновых устройств методом разделения волн, автоматизация измерений на СВЧ, измерение параметров СВЧ устройств на фиксированных частотах, измерительные генераторы СВЧ, измерение параметров СВЧ радиосигналов (частоты, анализ спектра, мощность непрерывных и импульсных сигналов).

Наряду с лекционными занятиями предусмотрены лабораторные работы, ставящие целью привить студентам практические навыки проведения наиболее часто встречающихся видов измерений в технике СВЧ.

### **SUBJECT SUMMARY**

### **«MICROWAVE MEASUREMENTS»**

Microwave measurements — discipline devoted to the study of the principles of modern microwave test equipment, measuring instruments, systems and complexes. Among the topics discipline: features measurements at high and ultra high frequencies, the measurement of parameters of microwave devices by the method of separation of waves, automation of measurements at the microwave range, measurement of parameters of microwave devices on fixed frequencies, measuring the microwave generators, measurement of parameters of microwave radio signals (frequency, spectrum analysis, power of continuous and pulse signals).

Along with lectures, laboratory work is provided, which aims to instill in students practical skills in conducting the most common types of measurements in microwave technology.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цель дисциплины:

- приобретение знаний об основных методах и средствах радиоизмерений в области СВЧ;
- формирование умений и навыков практического использования современной измерительной аппаратуры СВЧ.

2. Задачи дисциплины:

- получение знаний об современных методах и средствах измерений СВЧ устройств;
- формирование навыков и умений проведения измерений параметров и характеристик радиотехнических сигналов и устройств в СВЧ диапазоне

3. Приобретение знаний в области современных методов и средств радиоизмерений в СВЧ диапазоне частот.

4. Формирование умений планирования и выполнения измерений параметров и характеристик сигналов и устройств СВЧ диапазона.

5. Получение практических навыков выполнения радиоизмерений параметров сигналов и устройств СВЧ, расширение и пополнение базы знаний по основам радиоизмерительной техники СВЧ диапазона.

### **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. «Беспроводные сети»

### **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/<br/>индикатора<br/>компетенции</b> | <b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>   |
|--|--|
| ОПК-2  | Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации |
| ОПК-2.1  | <i>Знает методы синтеза и исследования физических и математических моделей</i>   |
| ОПК-2.2  | <i>Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования</i>  |
| ОПК-2.3  | <i>Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов</i>  |

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Содержание разделов дисциплины**

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

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование темы дисциплины</b>   | <b>Лек,<br/>ач</b> | <b>Лаб,<br/>ач</b> | <b>ИКР,<br/>ач</b> | <b>СР,<br/>ач</b> |
|------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 1                | Введение  | 1                  |                    |                    |                   |
| 2                | Тема 1. Особенности измерений на сверхвысоких частотах.                       | 2                  |                    |                    | 10                |
| 3                | Тема 2. Измерение параметров СВЧ устройств методом разделения волн.           | 8                  | 8                  |                    | 20                |
| 4                | Тема 3. Автоматизация измерений на СВЧ.<br>Метод калибруемого многополюсника. | 8                  | 6                  |                    | 12                |
| 5                | Тема 4. Измерение параметров СВЧ устройств на фиксированных частотах.         | 6                  | 3                  |                    | 16                |
| 6                | Тема 5. Измерительные генераторы СВЧ.   | 6                  |                    |                    | 14                |
| 7                | Тема 6. Измерение параметров СВЧ радиосигналов.                               | 2                  |                    |                    | 20                |
| 8                | Заключение.   | 1                  |                    | 1                  |                   |
|                  | Итого, ач   | 34                 | 17                 | 1                  | 92                |
|                  | Из них ач на контроль   | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 |
|                  | Общая трудоемкость освоения, ач/зе  |                    |                    |                    | 144/4             |

#### **4.1.2 Содержание**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование темы<br/>дисциплины</b>                 | <b>Содержание</b>   |
|------------------|---|---|
| 1                | Введение  | Предмет и задачи дисциплины. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Место дисциплины в общей подготовке радиоинженера.  |
| 2                | Тема 1. Особенности измерений на сверхвысоких частотах. | Общие методы измерения параметров рассеяния СВЧ устройств. Особенности экспериментального исследования активных СВЧ устройств. Классификация средств измерения в диапазоне СВЧ. Понятие об измерительном тракте СВЧ. Основные типы измерительных трактов. Стандартные элементы измерительных трактов: разъемы, согласователи, нагрузки. Эталоны СВЧ нагрузок, их аттестация. Измерительный тракт при исследовании свойств СВЧ двухполюсников (нагрузок). Измерительный тракт для многополюсных микроволновых устройств. Измерительные преобразователи сигналов и узлы, используемые в измерительных трактах |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование темы<br/>дисциплины</b>                                       | <b>Содержание</b>   |
|------------------|---|---|
| 3                | Тема 2. Измерение параметров СВЧ устройств методом разделения волн.           | Метод разделения волн. Направленные ответвители и мосты, применяемые в измерениях методом разделения волн.. Погрешности за счет неидеальностей измерительного тракта и его калибровка. Структурные схемы скалярных анализаторов цепей СВЧ – панорамных приборов для измерения КСВ и ослабления. Векторные анализаторы цепей (панорамные приборы для измерения комплексных коэффициентов матрицы рассеяния). Автоматизированные вычислительные анализаторы и их использование в микроволновой технике. |
| 4                | Тема 3. Автоматизация измерений на СВЧ.<br>Метод калибруемого многополюсника. | Метод калибруемого многополюсника и компьютерные измерительные СВЧ устройства. Реализации метода: 4-х зондовый датчик, широкополосная схема многополюсника, методы их калибровки. Метод калибруемого многополюсника для измерения комплексных коэффициентов передачи. Импульсные методы измерения параметров СВЧ устройств во временной области. Импульсные рефлектометры, их применение для измерения характеристик широкополосных СВЧ приборов.   |
| 5                | Тема 4. Измерение параметров СВЧ устройств на фиксированных частотах.         | Измерительная линия как образцовый прибор для измерения параметров СВЧ нагрузок. Поляризационные измерители полных сопротивлений нагрузок. Мостовые схемы измерений полных сопротивлений на СВЧ. Методы измерения ослабления. Измерительные аттенюаторы. Измерение фазовых характеристик коэффициентов передачи на СВЧ. Особенности измерений параметров невзаимных устройств СВЧ.  |
| 6                | Тема 5. Измерительные генераторы СВЧ.   | Особенности измерительных генераторов СВЧ как источников эталонных сигналов. Основные типы генераторов СВЧ с механической перестройкой, их метрологические параметры. Принципы построения измерительных генераторов с электронной перестройкой (ГКЧ), их использование в панорамных анализаторах цепей. СВЧ синтезаторы и генераторы с цифровым управлением.  |
| 7                | Тема 6. Измерение параметров СВЧ радиосигналов.                               | Измерение мощности СВЧ сигналов. Методы измерения поглощаемой и проходящей мощности СВЧ. Электронно-счетные методы измерения частоты на СВЧ. Резонансные методы измерения частоты на СВЧ. Анализ спектров сигналов в СВЧ диапазоне. Особенности анализаторов спектра СВЧ диапазона.   |
| 8                | Заключение.   | Основные тенденции развития радиоизмерительной техники СВЧ диапазона.   |

## 4.2 Перечень лабораторных работ

| <b>Наименование лабораторной работы</b>                                   | <b>Количество ауд. часов</b> |
|---|------------------------------|
| 1. Исследование генератора СВЧ, управляемого напряжением                  | 2                            |
| 2. Исследование балансного СВЧ смесителя                                  | 2                            |
| 3. Измерение параметров диэлектриков на СВЧ                               | 2                            |
| 4. Исследование электрически управляемых СВЧ аттенюаторов на p-i-n диодах | 2                            |
| 5. Исследование характеристик микроволновых фильтров                      | 2                            |
| 6. Скалярный измеритель АЧХ СВЧ устройств                                 | 2                            |
| 7. Измерение параметров транзисторного усилителя СВЧ                      | 2                            |
| 8. Автоматический анализатор параметров СВЧ цепей Agilent E5062A          | 3                            |
| <b>Итого</b>  | <b>17</b>                    |

#### **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.

| Текущая СРС   | Примерная трудоемкость, ач |
|---|----------------------------|
| Работа с лекционным материалом, с учебной литературой                                       | 36                         |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях) | 0                          |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 12                         |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ                                     | 0                          |
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям                    | 24                         |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам  | 0                          |
| Выполнение расчетно-графических работ   | 0                          |
| Выполнение курсового проекта или курсовой работы  | 0                          |

| <b>Текущая СРС</b>  | <b>Примерная<br/>трудоемкость, ач</b> |
|---|---------------------------------------|
| 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   | 20                                    |
| <b>ИТОГО СРС</b>  | <b>92</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                                | Данилин, Александр Алексеевич. Измерения в технике СВЧ [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. диплом. специалистов "Радиотехника" / А.А. Данилин, 2008. -183 с.  | 79                       |
| 2                                | Воскресенский, Дмитрий Михайлович. Измерения на СВЧ [Текст] : лаб. практикум / Д. М. Воскресенский, А. А. Данилин, В. А. Сосновский, 2021. -111, [1] с.  | 60                       |
| 3                                | Лавренко, Юрий Евгеньевич. Устройства СВЧ [Текст] : конспект лекций / Ю. Е. Лавренко, Грачев, 2014. -90, [1] с.  | 65                       |
| 4                                | Григорьев, Андрей Дмитриевич. Микроволновая электроника [Текст] : учеб. для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Электроника и наноэлектроника" / А. Д. Григорьев, В. А. Иванов, С. И. Моловковский ; под ред. А. Д. Григорьева, 2016. -495 с.    | 123                      |
| 5                                | Данилин, Александр Алексеевич. Измерения в радиоэлектронике [Текст] : учеб. пособие / А. А. Данилин, Н. С. Лавренко, 2017. -407 с.   | 106                      |
| <b>Дополнительная литература</b> |  |                          |
| 1                                | Сазонов, Дмитрий Михайлович. Устройства СВЧ [Текст] : [учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника"] / Д. М. Сазонов, А. Н. Гридин, Б. А. Мишустин, 1981. -295 с.   | 78                       |
| 2                                | Максимов В.М. Устройства СВЧ: основы теории и элементы тракта [Текст] : Учеб. пособие для вузов в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации по направлению подгот. дипломир. специалистов 654200 "Радиотехника" / В.М.Максимов, 2002. -72 с. | 145                      |
| 3                                | Максимов В.М. Линии передачи СВЧ-диапазона [Текст] : Учеб. пособие для вузов в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации по направлению подгот. дипломир. специалистов 654200 "Радиотехника" / В.М.Максимов, 2002. -80 с.                    | 146                      |
| 4                                | Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Измерения на СВЧ" [Текст] : учеб. пособие / Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина), 1990. -27 с.  | 9                        |

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

| № п/п | Электронный адрес  |
|-------|--|
| 1     | ИЗМЕРЕНИЯ НА СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТАХ» (ДВС № 10) <a href="http://kepstr.eltech.ru/tor/mt/">http://kepstr.eltech.ru/tor/mt/</a> |

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10585>

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

### **6.1 Критерии оценивания**

Для дисциплины «Измерения на СВЧ» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### **Зачет с оценкой**

| <b>Оценка</b>       | <b>Описание</b>   |
|---------------------|---|
| 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**

Студент допускается к дифференцированному зачету при условии выполнения и защиты лабораторных работ по дисциплине.

## **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            | Укажите особенности СВЧ измерений, отличающие их от измерений на НЧ и ВЧ. В чем состоят трудности СВЧ измерений по сравнению с измерениями в области низких частот? Как классифицируют радиоизмерительные приборы для СВЧ измерений?   |
| 2            | Какие виды измерений параметров СВЧ устройств наиболее широко используются в СВЧ технике? Какие параметры чаще всего необходимо измерять? Укажите методы измерения коэффициентов матрицы рассеяния.  |
| 3            | Метод направленных графов и его использование для анализа измерительных трактов СВЧ. Правило некасающегося контура и его применение для анализа измерительных трактов СВЧ  |
| 4            | Что такое измерительный СВЧ тракт? Какие особенности его необходимо учитывать при планировании измерений? Какие особенности имеют измерительные тракты двухполюсных и многополюсных СВЧ устройств?   |
| 5            | Линии передачи СВЧ, используемые в измерительных трактах и его компонентах. Волноводные, коаксиальные и полосковые линии, их свойства. Волновое сопротивление и постоянная распространения волн, потери и электрическая прочность этих линий.  |
| 6            | Элементы коаксиальных и волноводных СВЧ измерительных трактов. Оконечные устройства СВЧ, короткозамыкатели, согласованные нагрузки. Волноводные, коаксиальные волноводные оконечные устройства и нагрузки. Проходные элементы СВЧ трактов. Разъемы и соединители трактов.  |
| 7            | Шестиполюсные элементы СВЧ измерительных трактов. Т-и У-тройники, их матрица рассеяния. Свойства шестиполюсника без потерь, условие согласования входов. Согласованный делитель мощности.  |
| 8            | Матрица рассеяния идеального направленного ответвителя. Примеры реализации НО в волноводном, коаксиальном и полосковом исполнении. Кольцевые НО (шлейфный мост, гибридное кольцо). НО на связанных линиях.   |
| 9            | Метод разделения волн и его использование для измерения параметров рассеяния СВЧ устройств, его достоинства и недостатки, погрешности, область применения  |
| 10           | Как метод разделения волн применяют в современных автоматизированных анализаторах цепей СВЧ диапазона? Какие требования предъявляются к направленным ответвителям, используемым при измерениях матрицы рассеяния? Какие виды НО используют в этом методе? Калибровка измерительного тракта в автоматизированных анализаторах цепей СВЧ |

|    |  |
|----|--|
| 11 | Приведите структуру панорамного аналогового и цифрового измерителей КСВ и ослабления. Какие возможности измерений реализуют в таких приборах?  |
| 12 | Опишите структуру панорамного аналогового и цифрового измерителей параметров рассеяния (комплексных коэффициентов передачи). Какие методы применяют для измерения фазовых углов элементов матрицы рассеяния многополюсников СВЧ такими приборами?  |
| 13 | Что такое “метод калибруемого многополюсника”? Какой принцип измерения заложен в его основу? Поясните принцип действия четырехзондового датчика полных сопротивлений. Калибруемый широкополосный двенадцатиполюсник с направленными ответвителями -принцип действия, особенности применения. |
| 14 | Измерительная линия – принцип действия , конструкция, точность измерения. Поляризационные измерители полных сопротивлений волноводного и коаксиального типов   |
| 15 | Измерение КСВ и коэффициента отражения с помощью измерительной линии. Погрешности измерения.   |
| 16 | Измерение ослабления мостовым методом и методом замещения. Измерительные аттенюаторы СВЧ. Измерение фазового сдвига на СВЧ.  |
| 17 | Методы измерения мощности на СВЧ, СВЧ ваттметры  |
| 18 | Аналоговые скоростные и стробоскопические осциллографы СВЧ   |
| 19 | Цифровые осциллографы СВЧ диапазона, принципы построения, режимы работы  |
| 20 | Анализаторы спектра СВЧ диапазона. Принцип действия, структурные схемы, режимы работы  |
| 21 | Методы измерения параметров диэлектриков на СВЧ.   |

## Форма билета

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

---

### БИЛЕТ № 1

#### Дисциплина Измерения на СВЧ ФРТ

1. Измерение КСВ и коэффициента отражения с помощью измерительной линии. Погрешности измерения
2. Метод разделения волн и его использование для измерения параметров рассеяния СВЧ устройств, его достоинства и недостатки, погрешности, область применения.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой ТОР

В.Н.Ушаков

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>  |
|---------------|---|----------------------|
| 2             | Тема 2. Измерение параметров СВЧ устройств методом разделения волн. Метод разделения волн. Направленные ответвители и мосты, применяемые в измерениях методом разделения волн.. Погрешности за счет неидеальностей измерительного тракта и его калибровка. Структурные схемы анализаторов |                      |
| 3             |   | Отчет по лаб. работе |
| 4             |   |                      |
| 5             |   |                      |
| 6             |   | Коллоквиум           |
| 7             | Тема 4. Измерение параметров СВЧ устройств на фиксированных частотах.   |                      |
| 8             |   |                      |
| 9             |   | Отчет по лаб. работе |
| 10            | Тема 5. Измерительные генераторы СВЧ.   |                      |
| 11            |   |                      |
| 12            |   | Коллоквиум           |
| 13            | Тема 6. Измерение параметров СВЧ радиосигналов.   |                      |
| 14            |   |                      |
| 15            |   |                      |
| 16            |   |                      |
| 17            |   |                      |
| 18            |   | 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 к дифференцированному зачету.

#### **на лабораторных занятиях**

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Измерения на СВЧ» студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследова-

ний, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждого из 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 6, 12, 18 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется *в бригадах до 3 человек*. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду 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 включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифф.зачет

## **самостоятельной работы студентов**

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

## **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, проектор, экран, ПК или ноутбук   | 1) Windows XP и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше |
| Лабораторные работы    | Лаборатория                          | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды — в соответствии с набором лабораторных работ, рабочее место преподавателя.        |  |
| 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;<br>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>№<br/>п/п</b> | <b>Дата</b> | <b>Изменение</b> | <b>Дата и номер протокола<br/>заседания УМК</b> | <b>Автор</b> | <b>Начальник<br/>ОМОЛА</b> |
|------------------|-------------|------------------|---|--------------|----------------------------|
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |