

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.09.2023 10:47:23
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Беспроводные инфокоммуника-
ционные 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

«СВЧ УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

для подготовки магистров

по направлению

11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

по программе

«Беспроводные инфокоммуникационные сети»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Калинико́с Д.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС
09.03.2022, протокол № 7

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	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	1
Семестр	2
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	51
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	111
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	1

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СВЧ УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

В дисциплине излагаются основы построения и функционирования микроволновых телекоммуникационных систем. Рассматриваются физические основы работы основных СВЧ устройств, вопросы конструирования СВЧ узлов. Изучаются методы проектирования СВЧ схем и конструкций в том числе на основе современного программного обеспечения.

SUBJECT SUMMARY

«MICROWAVE DEVICES OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS»

The discipline outlines the basics of the construction and operation of microwave telecommunication systems. The physical foundations of the operation of the main microwave devices, the design of microwave nodes are considered. The methods of designing microwave circuits and structures, including those based on modern software, are studied.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины:

- изучение принципов функционирования, конструкций и основных энергетических характеристик СВЧ генераторных приборов и устройств на их основе;
- формирование навыков автоматизированного проектирования СВЧ устройств на основе различных генераторных приборов;
- формирование умений практического исследования их характеристик.

2. Задачи дисциплины:

- приобретения знаний принципов функционирования, конструкций и основных энергетических характеристик СВЧ генераторных приборов и устройств на их основе;
- приобретение умений пользоваться современной измерительной аппаратурой для измерения параметров СВЧ устройств;
- формирование навыков автоматизированного проектирования СВЧ устройств на основе различных генераторных приборов.

3. Знания принципов функционирования, конструкций и основных энергетических характеристик СВЧ генераторных приборов и устройств на их основе

4. Умения пользоваться современной измерительной аппаратурой для измерения параметров СВЧ устройств

5. Формирование навыков автоматизированного проектирования СВЧ устройств на основе различных генераторных приборов и практического исследования их характеристик.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Измерения на СВЧ»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Устройства приема и обработки цифровых 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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-2	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценки качества предоставляемых услуг</i>
<i>ПК-2.3</i>	<i>Владеет навыками проведения экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик, радиоэлектронной аппаратуры</i>
ПК-4	Способен к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации радиоэлектронных средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации
<i>ПК-4.2</i>	<i>Умеет формулировать цели и задачи проектирования радиоэлектронных устройств и систем</i>
ПК-5	Способен к разработке моделей различных технологических процессов и проверке их адекватности на практике, готовностью использовать пакеты прикладных программ анализа и синтеза инфокоммуникационных систем, сетей и устройств
<i>ПК-5.3</i>	<i>Умеет разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования</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	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			
2	О телекоммуникационных системах, использующих СВЧ радиоканалы	4			22
3	Фильтры СВЧ	11	4		24
4	Малошумящие СВЧ усилители	10	6	0	20
5	Усилители мощности	10	3	0	20
6	Автогенераторы СВЧ	12	4	0	25
7	Заключение	2		1	
	Итого, ач	51	17	1	111
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана.
2	О телекоммуникационных системах, использующих СВЧ радиоканалы	Структурные схемы базовых и абонентских станций систем сотовой и спутниковой связи и микроволновых систем телерадиосвязи. Энергетические соотношения в радиолиниях данных систем. Требования к высокочастотным узлам станций. Особенности их работы. Гео-стационарные спутниковые системы.
3	Фильтры СВЧ	Типы фильтров и их характеристики. Фильтры на сосредоточенных элементах. Методы расчета фильтров на сосредоточенных элементах. Фильтры на распределенных элементах. Типы конструкций. Основные характеристики, сравнительный анализ. Методы расчета фильтров на распределенных элементах. Принципы построения диплексеров.
4	Малошумящие СВЧ усилители	Современные типы малошумящих транзисторов и их характеристики. Проектирование усилителей по критериям минимума коэффициента шума и максимума коэффициента усиления.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Усилители мощности	Современные типы мощных СВЧ транзисторов. Особенности их конструкции и работы. Синтез цепей связи мощных транзисторов. Особенности проектирования линейных усилителей для базовых станций. СВЧ транзисторы на широкозонных полупроводниках.
6	Автогенераторы СВЧ	Транзисторные автогенераторы. Варианты построения. Особенности проектирования. Стабилизация частоты СВЧ автогенераторов.
7	Заключение	Перспективы развития элементной базы СВЧ электроники

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Проектирование СВЧ фильтра	2
2. Проектирование частотно-разделительного устройства	2
3. Проектирование мостового устройства	2
4. Проектирование малошумящего усилителя	4
5. Проектирование усилителя мощности	4
6. Проектирование автогенератора	3
Итого	17

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	49

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	27
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	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	35
ИТОГО СРС	111

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	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. Молоковский ; под ред. А. Д. Григорьева, 2016. -495 с.	123
2	Григорьев, Андрей Дмитриевич. Электродинамика и микроволновая техника [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Электронные приборы и устройства" направления подгот. "Электроника и микроэлектроника" / А.Д. Григорьев, 2007. -703, [4] с.	110
Дополнительная литература		
1	Пименов, Юрий Вадимович. Техническая электродинамика [Текст] : Учеб. пособие для вузов по специальностям "Сети связи и системы коммутации", "Многоканал. телекоммуникац. системы", "Радиосвязь, радиовещание и телевидение", "Средства связи с подвижными объектами", "Аудиовизуал. техника", "Физика и техника оптич. связи и направлению", "Телекоммуникации" / Ю.В.Пименов, В.И.Вольман, А.Д.Муравцов, 2000. -536 с.	152
2	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
3	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
4	Sorrentino, Roberto. Microwave and RF Engineering [Текст] : учебник / R. Sorrentino, G. Bianchi, 2010. -xix, [1], 892 с.	9

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Дмитриев Е.Е. Основы моделирования в Microwave Office 2009 https://www.studmed.ru/view/dmitriev-ee-osnovy-modelirovaniya-v-microwave-office-2009_801b4fb32ea.html

№ п/п	Электронный адрес
2	Банков С.Е., Курушин А.А. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР, Москва, 2008 http://jre.cplire.ru/jre/library/3/text.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13435>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «СВЧ устройства телекоммуникационных систем» 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 демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Теоретический экзамен проводится по билетам с вопросами.

Допуск к экзамену требует выполнения практических работ на практических занятиях.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Особенности работы высокочастотных узлов станций телерадиосвязи
2	Структурные схемы базовых и абонентских станций систем сотовой связи
3	Структурные схемы базовых и абонентских станций систем спутниковой связи
4	Энергетические соотношения в радиолиниях
5	Геостационарные спутниковые системы
6	Типы фильтров СВЧ и их характеристики
7	Методы расчета фильтров на сосредоточенных элементах
8	Методы расчета фильтров на распределенных элементах
9	Принципы построения диплексеров
10	Типы конструкций фильтров СВЧ. Сравнительный анализ
11	Современные типы мощных СВЧ транзисторов
12	Конструктивные особенности мощных СВЧ транзисторов
13	Синтез цепей связи мощных транзисторов
14	Современные типы малошумящих транзисторов и их характеристики
15	Проектирование усилителей по критериям минимума коэффициента шума и максимума коэффициента усиления
16	Варианты построения транзисторных автогенераторов
17	Стабилизация частоты СВЧ автогенераторов
18	Генераторы миллиметрового диапазона
19	Особенности проектирования СВЧ автогенераторов
20	Особенности проектирования линейных усилителей для базовых станций

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 СВЧ устройства телекоммуникационных систем ФРТ

1. Энергетические соотношения в радиолиниях.
2. Современные типы мощных СВЧ транзисторов.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Н. Малышев

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
6	Фильтры СВЧ	
7		
8		Практическая работа
12	Малошумящие СВЧ усилители Усилители мощности	
13		
14		Практическая работа

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 практических (семинарских) занятиях

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

В ходе проведения практических занятий в дисплейном классе студенты отрабатывают методики синтеза следующих СВЧ устройств: фильтры; частотно-разделительные устройства; малошумящие усилители; мостовые устройства; усилители мощности; автогенераторы. Затем студенты получают индивидуальные задания на самостоятельное проектирование этих устройств. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных 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, ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Компьютерный класс	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, маркерная доска, персональных компьютеров – в соответствии с контингентом.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) AWR Design Environment 12 и выше
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

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