

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем

Кафедра радиосистем



С.И. Эминов

2017 г.

Устройства СВЧ и антенны

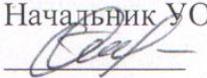
Учебный модуль по направлению подготовки
11.03.01 Радиотехника

ПРОФ Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник УО

 О.Б. Широколобова

«27» 09 2017 г.

Разработал

Доцент кафедры РС

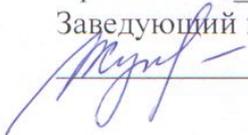
 Е.В. Петров

«02» 06 2017 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 112 от 19.06 2017 г.

Заведующий кафедрой РС

 И.Н. Жукова

Цели и задачи учебного модуля

Настоящий учебно-методический документ определяет требования к подготовке бакалавров направления 11.03.01 – «Радиотехника» (профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов») по дисциплине «Устройства СВЧ и антенны».

Целью преподавания дисциплины является:

- изучение и освоение методологии анализа и синтеза основных типов устройств СВЧ и антенн, используемых в современной радиоэлектронике;
- изучение принципа действия и конструкций основных типов устройств СВЧ и антенн;
- изучение и освоение методологии выбора устройств СВЧ и антенн в зависимости от назначения и конкретных условий эксплуатации;
- получение представлений о перспективах развития устройств СВЧ и антенн.

Дисциплина «Устройства СВЧ и антенны» является дисциплиной базовой части профессионального цикла (БП.Б.6) ОП направления 11.03.01 «Радиотехника». Она дает основу для последующего изучения таких дисциплин направления, как «Радиотехнические системы», «Приём и обработка радиосигналов», разделов ряда курсов, касающихся высокочастотных узлов приемно-усилительных устройств, передающих устройств, высокоскоростных систем связи, электромагнитной совместимости.

Задачи УМ – усвоение основных положений электродинамики и особенностей распространения радиоволн. В результате изучения УМ студент должен:

- **знать** физические основы, принципы построения и функционирования устройств СВЧ и антенн, методы расчета их основных параметров и характеристик;
- **уметь** определять и обосновывать целесообразность использования конкретных устройств СВЧ и антенн в зависимости от предъявляемых к ним технических требований, производить расчёт типовых устройств СВЧ и антенн, работать с измерительной аппаратурой СВЧ;
- **иметь** представление о моделировании и проектировании устройств СВЧ и антенн с использованием стандартных программных продуктов (в рамках группового проектного обучения).

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Модуль входит в базовую часть БП.Б.6 базового учебного плана подготовки бакалавров направления 11.03.01 «Радиотехника».

УМ «Устройства СВЧ и антенны» состоит из двух взаимосвязанных учебных элементов модуля (УЭМ):

- УЭМ1: «Устройства СВЧ»;
- УЭМ2: «Антенны».

Формируемые компетенции определены Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по указанному направлению подготовки бакалавров. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Физика», «Математический анализ», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Электродинамика и распространение радиоволн».

Модуль формирует входные знания, умения и компетенции для таких дисциплин профессионального цикла, как «Радиотехнические системы», «Приём и обработка радиосигналов», разделов ряда курсов, касающихся высокочастотных узлов приёмных и передающих устройств, радиолокационных систем, высокоскоростных систем связи.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование у студентов общекультурных (ОК) и профессиональных компетенций (ПК), обладание которыми может быть выявлено на основе проявления студентами способностей:

- Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей узлов и устройств радиотехнических систем (ПК-5)
- Готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6)
- Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7)
- Готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-8)

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-5	Базовый уровень	- этапов проектирования деталей, узлов, устройств; - перечня исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств на каждом этапе проектирования; - методики расчета и методы проектирования деталей, узлов, устройств.	- определять перечень и диапазон значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования.	методами анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов, устройств.
ПК-6		- теоретические основы электротехники и схемотехники; - теоретические основы аналоговой и цифровой схемотехники; - этапы проектирования и разработки деталей, узлов и устройств; - основы работы с САПР.	- формировать из исходной информации набор входных данных для проектирования; - проводить расчёт и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, в том числе специализированных (цифровых и аналоговых); - создавать собственные проекты с помощью САПР.	- навыками разработки и проектирования узлов, деталей и устройств, в том числе специализированных с помощью САПР.
ПК-7	Пороговый уровень	Основные виды проектной и технической документации	Разбираться в существующей проектной и технической документации	Начальными навыками работы со специализированными САПР
ПК-8		- состав технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; - перечень национальных (ЕСКД, ЕСТП) стандартов, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	- найти стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	сопоставления состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов:

- УЭМ1: «Устройства СВЧ»;
- УЭМ2: «Антенны».

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		5	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	
1) УЭМ1: Устройства СВЧ:			
- лекции	18	18	
- практические занятия (семинары)	27	27	ПК-5
- лабораторные работы	-	-	ПК-6
- аудиторная СРС	9*	9*	ПК-7
- внеаудиторная СРС	36	36	ПК-8
2) УЭМ2: Антенны:			
- лекции	18	18	
- практические занятия (семинары)	-	-	
- лабораторные работы	27	27	
- курсовая работа	36**	36**	
- аудиторная СРС	9*	9*	
- внеаудиторная СРС	126	126	
Аттестация:	экз	экз	

*) включено в число часов лекционных, практических и лабораторных занятий.

***) включено в число часов внеаудиторной самостоятельной работы.

4.2 Содержание и структураразделов учебного модуля

УЭМ1 «Устройства СВЧ»:

1.1 Применение теории матриц при анализе и синтезе устройств СВЧ.

1.2 Фильтры СВЧ.

1.3 Многоплечие взаимные устройства СВЧ.

1.4 Невзаимные устройства СВЧ.

1.5 Управляющие устройства СВЧ.

1.6 Автоматизированное проектирование устройств СВЧ.

1.7 Математический аппарат САПР СВЧ устройств.

1.8 Применение программ автоматизированного проектирования для анализа и синтеза антенн и устройств СВЧ.

1.9 Основные направления и перспективы развития САПР устройств СВЧ.

УЭМ2 «Антенны»:

- 2.1 Назначение антенн, их общая характеристика, основные электрические параметры приемных и передающих антенн. Обзор САПР антенн СВЧ.
 2.2 Основы теории симметричного вибратора.
 2.3 Многовибраторные антенны.
 2.4 Щелевые антенны.
 2.5 Апертурные антенны.
 2.6 Антенны поверхностных волн.
 2.7 Антенны с вращающейся поляризацией поля.
 2.8 Фазированные антенные решетки.
 2.9 Антенны с обработкой сигнала.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3. Лабораторный практикум

№ раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. час
2.1; 2.2	Исследование симметричного вибратора с рефлектором или директором	4
2.5	Исследование волноводного излучателя и рупорной антенны	4
2.4	Исследование волноводно – щелевой антенны	4
2.6; 2.7	Исследование диэлектрической и спиральной антенн	4
2.3	Моделирование линейных антенн в программе MMANA	8
	Защита отчётов по лабораторным работам	3

4.4. Практические занятия

№ раздела УМ	Наименование темы занятия	Трудоемкость, ак. час
1.6	Краткие сведения о среде проектирования MicrowaveOffice.	4
1.2	Моделирование фильтра низких частот на сосредоточенных элементах.	4
1.3; 1.5	Моделирование микрополоскового аттенюатора на	4

	резисторах.	
1.2; 1.8	Моделирование микрополоскового фильтра на встречных штырях.	4
1.3; 1.9	Моделирование полоснопропускающего фильтра на связанных микрополосковых линиях.	4
1.8; 1.9	Применение модуля синтеза фильтров.	4
	Защита отчёта по выполнению индивидуальных заданий	3

4.5 Организация изучения учебного модуля

Изучение УМ организовано в форме следующих занятий:

Лекционные занятия проводятся в традиционной форме и в форме информационных лекций-презентаций.

Практические занятия проводятся в форме занятий по ознакомлению с методиками решения типовых задач, занятий по демонстрации знаний по методам решения задач, добытых в ходе самостоятельного изучения и занятий по решению проверочных самостоятельных и контрольных задач, основанных на знании теоретического материала.

Лабораторные занятия проводятся на лабораторных макетах лаборатории технической электродинамики кафедры РС и в компьютерном классе с использованием специализированных программных продуктов. Выполнение и защита лабораторных работ осуществляется в подгруппах. Защита лабораторных работ производится индивидуально как в устной, так и в письменной форме. Приветствуется оформление отчетов в электронном виде.

Самостоятельная работа студентов (аудиторная и внеаудиторная) включает подготовку, самостоятельное изучение отдельных подразделов дисциплины, решение домашних задач, создание отчетов и подготовка к защите лабораторных работ, выполнение курсовой работы.

Цель курсовой работы – закрепление знаний, полученных на лекциях. В процессе выполнения курсовой работы производится определение по заданным рабочим характеристикам геометрических размеров одной из антенн СВЧ. Расчет производится с применением ЭВМ. В пояснительной записке курсовой работы приводится эскиз антенны. Ориентировочное время выполнения курсовой работы - 36 часов внеаудиторной самостоятельной работы.

Перечень тем курсовой работы

- Антенны типа «волновой канал» на заданный диапазон
- Волноводно - щелевая решетка излучателей
- Фазированная антенная решетка с оптимальной диаграммой направленности
- Двухзеркальная антенна Кассегрена
- Антенны спутникового телевизионного вещания
- Линзовая антенна
- Диэлектрическая стержневая антенна.
- Фазированная антенная решетка.

Методы активизации образовательной деятельности, применяемые в ходе преподавания дисциплин УМ «Устройства СВЧ и антенны»:

Название метода	Характеристика способа
<i>методы ИТ</i>	- Internet-тестирование на сайте УМ «Устройства СВЧ и антенны» кафедры РС - Возможность сохранения в файле результатов выполнения практических занятий и лабораторного практикума - Возможность предоставления отчетов и решений задач для предварительной проверки по электронной почте
<i>работа в команде</i>	- реализуется в ходе выполнения и защиты лабораторных работ группами по 2-3 человека - реализуется при решении задач по отдельным разделам дисциплины с применением поисковой деятельности
<i>case-study</i>	- реализуется при решении задач по отдельным разделам дисциплины, когда теоретический материал пройден или изучался самостоятельно, а пример решения типовой задачи не рассматривался
<i>проблемное обучение</i>	Реализуется путем постановки задач, для решения которых теоретический материал должен быть изучен самостоятельно
<i>контекстное обучение</i>	Реализуется путем выстраивания логических связей между законами, явлениями в ходе их анализа
<i>междисциплинарное обучение</i>	Реализуется применением знаний, умений и навыков, приобретенных в ходе изучения Математики, Физики, Информатика, Пакеты математического моделирования
<i>опережающая самостоятельная работа</i>	Реализуется на лабораторных работах, график выполнения которых опережает график изложения теоретического материала

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля:

текущий– регулярно в течение всего семестра;

рубежный– на девятой неделе семестра;

семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 27.09.2011 № 32 «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Программное обеспечение дисциплины

1. Предустановленная операционная система Windows.
2. Интегрированный пакет OpenOffice (MicrosoftOffice), пакет Mathcad.
3. Программное обеспечение поддержки лабораторного практикума и практических занятий.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий и аудиторной самостоятельной работы студентов (выступления с докладами, решение задач, проверочное тестирование) по дисциплине необходима аудитория, оборудованная проектором, экраном и компьютеры с операционной системой Windows, установленным на них интегрированным пакетом OpenOffice (MicrosoftOffice), выходом в сеть Internet.

Для проведения практических занятий требуется компьютерный класс с установленным пакетом Mathcad, MicrosoftOffice (возможно использование демоверсии) и выходом в сеть Internet.

Для проведения лабораторных занятий требуется лаборатория, оборудованная лабораторными макетами и компьютерный класс с выходом в сеть Internet.

Требуемые для проведения занятий по дисциплине инструментальные средства имеются в полном объеме в распоряжении кафедры РС.

Список вопросов к экзамену (примерный перечень)

1. Применение теории матриц при анализе и синтезе устройств СВЧ.
2. Фильтры СВЧ.
3. Многоплечие взаимные устройства СВЧ.
4. Невзаимные устройства СВЧ.
5. Управляющие устройства СВЧ.
6. Автоматизированное проектирование антенн и устройств СВЧ.
7. Математический аппарат САПР СВЧ устройств.
8. Применение программ автоматизированного проектирования для анализа и синтеза антенн и устройств СВЧ.
9. Основные направления и перспективы развития САПР антенн и устройств СВЧ.
10. Назначение антенных общая характеристика, основные электрические параметры приемных и передающих антенн.
11. Основы теории симметричного вибратора.
12. Многовибраторные антенны.
13. Щелевые антенны.
14. Апертурные антенны.
15. Антенны поверхностных волн.
16. Антенны с вращающейся поляризацией поля.
17. Фазированные антенные решетки.
18. Антенны с обработкой сигнала.

Пример экзаменационного билета**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого****Кафедра радиосистем****Экзаменационный билет № 1****Дисциплина «Устройства СВЧ и антенны»**

Для специальности (направления подготовки) 11.03.01 Радиотехника

1. Применение теории матриц при анализе и синтезе устройств СВЧ.
2. Назначение антенных обобщая характеристика, основные электрические параметры приемных и передающих антенн.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой РС _____

Приложение А
(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Устройства СВЧ и антенны»

Цели и задачи занятий:

- дать представление о теоретическом содержании (лекции),
- познакомить с типовыми методиками анализа устройств СВЧ и антенн (практические и лабораторные занятия),
- познакомить с методикой экспериментального исследования характеристик устройств СВЧ и антенн (лабораторные занятия),
- развить навыки самостоятельной работы с теоретическим материалом (самостоятельная работа студента).

Структура и содержание основных разделов:

УЭМ1 «Устройства СВЧ»:

1.1 Применение теории матриц при анализе и синтезе устройств СВЧ. Волновые матрицы рассеяния и передачи. Свойства матриц рассеяния четырехполюсников СВЧ. Матрицы рассеяния простейших устройств СВЧ.

1.2 Фильтры СВЧ.

Назначение и основные характеристики отражающих частотных фильтров СВЧ. Синтез фильтров с максимально плоской и чебышевской характеристикой. Конструктивное исполнение фильтров.

1.3 Многоплечие взаимные устройства СВЧ.

Основные свойства шестиполусников и восьмиполусников СВЧ. Разветвление линий передач. Направленные ответвители. Сумматоры-делители мощности.

1.4 Невзаимные устройства СВЧ.

Невзаимные эффекты в намагниченных ферритах. Вентили и циркуляторы на основе эффектов Фарадея, резонансного поглощения, вытеснения поля и невзаимного фазового сдвига в намагниченном феррите. Применение невзаимных устройств.

1.5 Управляющие устройства СВЧ.

Аттенюаторы, фазовращатели, антенные переключатели, коммутаторы.

1.6 Автоматизированное проектирование антенн и устройств СВЧ.

Основные понятия и определение теории САПР. Основные принципы построения САПР. Этапы проектирования: системотехнический, схемотехнический, конструкторский, технологический.

1.7 Математический аппарат САПР СВЧ устройств.

Декомпозиция СВЧ устройств и математические модели базовых элементов. Алгоритмы композиции СВЧ устройств. Параметрический синтез СВЧ устройств. Целевая функция устройства и методы ее оптимизации.

1.8 Применение программ автоматизированного проектирования для анализа и синтеза устройств СВЧ.

1.9 Основные направления и перспективы развития САПР устройств СВЧ.

УЭМ2 «Антенны»:

.2.1 Назначение антенн, их общая характеристика, основные электрические параметры приемных и передающих антенн. Обзор САПР антенн СВЧ.

2.2 Основы теории симметричного вибратора. Поле провода со стоячей и бегущей волной тока. Мощность и сопротивление излучения симметричного вибратора. Входное сопротивление симметричного вибратора

2.3 Многовибраторные антенны

Общие свойства многоэлементных антенн. Многовибраторные настроенные синфазные антенны. Антенны типа «волновой канал». Диапазонные вибраторные антенны. Частотно – независимые вибраторные антенны.

2.4 Щелевые антенны

Идеализированная прямолинейная щелевая антенна. Щелевые антенны в плоском ограниченном экране. Волноводно – щелевые антенны. Области применения щелевых антенн.

2.5 Апертурные антенны

Особенности методов анализа апертурных антенн. Применение методов геометрической оптики для нахождения поля в раскрыве антенны. Диаграммы направленности прямоугольной и круглой площадок при разном распределении поля. Влияние фазовых искажений на излучение площадки. Излучение из открытого конца волновода. Типы электромагнитных рупоров. Применение рупорных антенн. Принцип действия зеркальной антенны. Апертурный метод расчета зеркальной антенны. Двухзеркальные антенны. Применение зеркальных антенн. Назначение и принцип действия линзовых антенн. Применение линзовых антенн.

2.6 Антенны поверхностных волн

Основные свойства поверхностных волн. Диаграмма направленности антенн поверхностных волн. Диэлектрические и ребристостержневые антенны. Применение антенн поверхностных волн.

2.7 Антенны с вращающейся поляризацией поля

Общие сведения об антеннах с вращающейся поляризацией. Спиральные антенны. Применение антенн с вращающейся поляризацией поля.

2.8 Фазированные антенные решетки

Основные принципы построения пассивных и активных ФАР. Модули фазированных антенных решеток. ФАР с диаграммообразующей матрицей. Взаимное влияние элементов ФАР.

2.9 Антенны с обработкой сигнала

Антенны с переменными параметрами. Антенны с нелинейной обработкой сигнала. Самофокусирующиеся антенны.

Методы и средства проведения занятий:

Лекционные занятия целесообразно проводить следующим образом: краткое повторения предыдущего материала; постановка цели и задач изучаемого раздела; ознакомление с основными понятиями и определениями; изложение нового материала; выводы по разделу и подведения итогов достижения цели занятий.

Практические занятия в основном строятся следующим образом:

- 50% аудиторного времени отводится на изучение решения типовой задачи, представленного в методическом пособии;
- 40% аудиторного времени – самостоятельное решение индивидуальных задач студентами или коллективное выполнение упражнений;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

При проведении учебных *лабораторных занятий* рекомендуется деление группы на подгруппы по 10 человек в каждой и выполнение лабораторных работ по бригадам по два человека в каждой.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование средств мультимедиа при проведении занятий.

Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Для успешного усвоения дисциплины и использования полученных знаний, умений и навыков, развития способностей к дальнейшему самообучению от студентов требуется систематическая работа над теоретическим материалом (изучение изданий 1.2, указанных в карте

учебно-методического обеспечения), проявление собственной инициативы по консультированию с преподавателем.

Преподавателю рекомендуется проводить систематический анализ предлагаемого к изучению материала непосредственно после прослушивания лекции и накануне следующего лекционного занятия в виде вопросов, побуждающих к активному общению и обсуждению возможных ответов.

Методические рекомендации по практическим занятиям

В ходе занятий следует кратко повторить основные теоретические положения, относящиеся к тематике решаемых задач, рассмотреть алгоритмы решения задач, аналогичных задачам контрольных работ.

На практических занятиях проводится контроль усвоения теоретического материала и контроль выполнения заданий аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

Методические рекомендации по лабораторным занятиям

На лабораторных занятиях закрепляются знания, полученные на лекциях, и прививаются навыки самостоятельной исследовательской работы в области прикладной электродинамики и теории антенн. Для успешного выполнения лабораторной работы студент должен знать: цель и содержание работы, схему лабораторной установки, методику измерений, характер ожидаемых результатов и физическую сущность исследуемых явлений.

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе:

Содержание отчета:

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Результаты расчётов и экспериментальных исследований.
4. Анализ и обоснование полученных результатов (выводы).

Рекомендации по самостоятельной работе студента:

Самостоятельная работа студентов включает решение задач, оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ, выполнение курсовой работы. Рекомендуется выполнять этот вид работы систематически, представлять результаты без задержек. Проявлять инициативу по консультированию с преподавателем.

Требования к технике безопасности, если работа связана с использованием оборудования, энергоносителей, токсичных материалов;

Требования по технике безопасности регламентируются инструкцией по охране труда для пользователей персональных ЭВМ №1 ИОТ и инструкцией по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры РС.

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
учебного модуля «Устройства СВЧ и антенны»
семестр 5 ;ЗЕТ 6; вид аттестации: ДЗ; акад. часов 216; баллов рейтинга 300.

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде-ли сем.	Трудоемкость, акад. час					СРС	Форма текущего контроля успе-в. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим.к ол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
<i>УЭМ1: Устройства СВЧ</i>		18	27	-	9*	27		100	
1.1 Применение теории матриц при анализе и синтезе устройств СВЧ.	1	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	10	
1.2 Фильтры СВЧ.	2	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	10	
1.3 Многоплечие взаимные устройства СВЧ.	3	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	15	
1.4 Невзаимные устройства СВЧ.	4	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	10	
1.5 Управляющие устройства СВЧ.	5	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	15	
1.6 Автоматизированное проектирование устройств СВЧ.	6	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	10	
1.7 Математический аппарат САПР СВЧ устройств.	7	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	10	
1.8 Применение программ автоматизированного проектирования для анализа и синтеза устройств СВЧ.	8	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	10	
1.9 Основные направления и перспективы развития САПР антенн и устройств СВЧ.	9	2	3	-	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	10	
Рубежная аттестация (не менее 50 баллов из 100)									
<i>УЭМ2: Антенны.</i>		18		27	9*	27	Лекция, ЛР, ПЗ	150	
2.1 Назначение антенн, их общая характеристика, основные электрические параметры приемных и передающих антенн. Обзор САПР антенн СВЧ.	10	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	20	
2.2 Основы теории симметричного вибратора.	11	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	15	
2.3 Многовибраторные антенны.	12	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	20	
2.4 Щелевые антенны.	13	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	15	
2.5 Апертурные антенны.	14	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	15	
2.6 Антенны поверхностных волн.	15	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	15	
2.7 Антенны с вращающейся поляризацией поля.	16	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	15	
2.8 Фазированные антенные решетки.	17	2		3	1	3	Лекция, ЛР, ПЗ	20	
2.9 Антенны с обработкой сигнала.	18	2		3	1	8	Лекция, ЛР, ПЗ	15	

Курсовая работа							36	50
ЭКЗ.							36	
Семестровая аттестация (не менее 125 баллов из 250)								
Итого:		36	27	27	18*	126		300

*) включено в число часов лекционных, практических и лабораторных занятий.

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):

- пороговый (оценка «удовлетворительно») – 50 - 69 % от $50 \cdot 63 \text{ЕТ} = 150 - 209$
- стандартный (оценка «хорошо») – 70 - 89 % от $50 \cdot 63 \text{ЕТ} = 210 - 269$
- эталонный (оценка «отлично») – 90 - 100 % от $50 \cdot 63 \text{ЕТ} = 270 - 300$

Критерий	В рамках формируемых компетенций студент демонстрирует:
оценка «неудовлетворительно»	Значительные пробелы в знании и понимании теоретических вопросов по дисциплине и при решении задач, не защищена хотя бы одна лабораторная работа или курсовая работа.
Пороговый (оценка «удовлетворительно») 150-209 баллов	Все лабораторные работы и курсовая работа защищены, но существуют значительные пробелы в знании и понимании теоретических вопросов по дисциплине и затруднения при решении типовых задач.
Стандартный (оценка «хорошо») 210-269 баллов	Все лабораторные работы и курсовая работа защищены, хорошее знание и понимание теоретических вопросов по дисциплине, умение решать типовые задачи.
Эталонный (оценка «отлично») 270-300 баллов	Все лабораторные работы и курсовая работа защищены, полное знание и понимание теоретических вопросов по дисциплине, умение решать задачи ,активное участие в образовательном процессе в течение всего курса обучения по дисциплине.

Приложение В
(обязательное)
Паспорта компетенций

Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей узлов и устройств радиотехнических систем ПК-5

Уро вни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знание: - этапов проектирования деталей, узлов, устройств; - перечня исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств на каждом этапе проектирования; - методики расчета и методы проектирования деталей, узлов, устройств.	Знает перечень исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств. Испытывает трудности в объяснении методов расчета деталей, узлов и устройств.	Знает этапы проектирования и перечень исходных данных, требуемых для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств. Демонстрирует способность к объяснению методов расчета деталей, узлов и устройств.	Четко обосновывает перечень исходных данных, необходимых на каждом этапе проектирования деталей, узлов и устройств Объясняет физическую сущность методов расчета деталей, узлов и устройств.
	Умение: - определять перечень и диапазон значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования.	Испытывает трудности с определением перечня и диапазона значения параметров деталей, узлов и устройств, требуемых для их расчета и проектирования с учетом специфики их функционирования	Демонстрирует способность правильно определять диапазон значений параметров проектируемых деталей, узлов и устройств с учетом специфики их функционирования.	Умеет правильно определять диапазон значений параметров проектируемых деталей, узлов и устройств с учетом специфики их функционирования.
	Владение: методами анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов, устройств.	Испытывает трудности при проведении статистического анализа исходных данных.	Способен выполнить статистический анализа исходных данных под руководством преподавателя.	Способен самостоятельно выбрать оптимальный метод и провести статистический анализ исходных данных.

Готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6)

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает: - теоретические основы электротехники и схемотехники; - теоретические основы аналоговой и цифровой схемотехники; - этапы проектирования и разработки деталей, узлов и устройств; - основы работы с САПР;	Знает теоретические основы электротехники и схемотехники, основные этапы проектирования и разработки деталей, узлов и устройств, основы работы в САПР. Испытывает трудности с теоретическими основами разработки специализированных устройств.	Демонстрирует способности к правильному пониманию этапов разработки специализированных устройств.	Уверенно ориентируется в теоретической информации о разработке специализированных устройств, обладает знаниями о полном цикле проектирования и разработки деталей, узлов и устройств.
	Умеет: - формировать из исходной информации набор входных данных для проектирования; - проводить расчёт и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, в том числе специализированных (цифровых и аналоговых); - создавать собственные проекты с помощью САПР.	Может корректно определять необходимые исходные данные и систематизировать их. Самостоятельно проводит расчёт и проектирование с незначительными ошибками. Испытывает трудности с расчётом специализированных систем и созданием собственных проектов в САПР	Самостоятельно проводит расчёт и проектирование систем. Демонстрирует способности к расчёту специализированных систем. Создаёт собственные проекты в САПР с незначительными ошибками.	Самостоятельно проводит расчёт и разработку специализированных деталей, узлов и устройств с помощью САПР.
	Владеет: - навыками разработки и проектирования узлов, деталей и устройств, в том числе специализированных с помощью САПР;	Уверенно ориентируется в оболочке САПР, может создавать собственные проекты. Испытывает трудности в создании проектов для специализированных систем	Демонстрирует способности к созданию проектов для специализированных систем.	Может уверенно создавать, изменять и дополнять проекты специализированных систем в оболочке САПР.

Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7)

Уро вни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Пороговый уровень	Знает: Основные виды проектной и технической документации	Испытывает трудности с изложением основных видов проектной и технической документации	Демонстрирует способности к грамотному изложению основных видов проектной и технической документации	Уверенно ориентируется в основных видах проектной и технической документации
	Умеет: Разбираться в существующей проектной и технической документации	Испытывает трудности с чтением существующей проектной и технической документации	Демонстрирует способности к правильной интерпретации существующей проектной и технической документации	Уверенно разбирается в существующей проектной и технической документации
	Владеет: Начальными навыками работы со специализированными САПР	Испытывает трудности с использованием специализированных САПР	Демонстрирует минимальные навыки работы со специализированными САПР	Владеет интерфейсом специализированных САПР и демонстрирует навыки работы

Готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-8)

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Пороговый уровень	Знает - состав технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; - перечень национальных (ЕСКД, ЕСТП) стандартов, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	Испытывает трудности: - в определении состава технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; - в перечислении стандартов ЕСКД, ЕСТП, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	Допускает ошибки при определении состава технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; при перечислении стандартов ЕСКД, ЕСТП, применяемых при разработке проектов в сфере радиотехники	Правильно определяет состав технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемых проектов; без ошибок перечисляет стандарты ЕСКД, ЕСТП, применяемые при разработке проектов в сфере радиотехники
	Умеет - найти стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	Затрудняется найти стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	Находит отдельные стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта	Находит стандарты ЕСКД, ЕСТП, регламентирующие правила оформления технической и проектно-конструкторской документации разрабатываемого проекта
	Владеет навыками сопоставления состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов	Затрудняется провести сопоставление состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов	Совершает ошибки при сопоставлении состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов	Выявляет ошибки при сопоставлении состава и содержания разрабатываемого проекта требованиям стандартов

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «Устройства СВЧ и антенны»

Направление 11.03.01 «Радиотехника»

Формы обучения дневная

Курс 3 Семестр 5

Часов: всего 216 лекций 36, практ. зан. 27, лаб. раб. 27, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) 126

Обеспечивающая кафедра радиосистем

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Нефедов Е.И. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие для вузов/ Е.И. Нефедов.-М.: Академия, 2009.-375с.	16	
2. Фельд Я.Н. Основы теории антенн: Учебное пособие для вузов/ Я.Н. Фельд, Л.С. Бененсон. 2-е изд. переработанное.-М.:Дрофа, 2007.-491с.	12	
3 Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника : учеб. для вузов / А. Д. Григорьев. - 2-е изд., доп. - СПб. : Лань, 2007.-703с.	5	
Учебно-методические издания		
1. Устройства СВЧ и антенны [электронный ресурс]: рабочая программа учебного модуля для направления 11.03.01 – «Радиотехника» /Сост. Е.В.Петров; НовГУ имени Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2017. – 16 с. Режим доступа: http://novsu.ru .		

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
<u>Википедия</u> – Internet ресурс, дающий наиболее достоверную информацию по запросам	www.wikipedia.org	
Антенны и устройства СВЧ. Конспект лекций /Сост. Ю.П. Саломатов, А.Ф. Копылов, А.М. Сержантов, А.С. Волошин, Г.К. Былкова.- 2008г.	http://www.twirpx.com/ (приборостроение – антенно-фидерные устройства)	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Антенны и устройства СВЧ (устройства СВЧ) [электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. работ : фак.: радиозлектроники, спец.: 0701 - радиотехника / сост. Е. В. Петров ; Новгород. политехн. ин-т, Каф. теорет. основ радиотехники. - Новгород, 1986. - 76 с. Режим длступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-2444		Режим длступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-2444
2 Антенны и устройства СВЧ [электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работам для спец. 23.01 / сост. Е. В. Петров ; Новгород. политехн. ин-т, Каф. "Теорет. основы радиотехники". - Новгород, 1990. - 54 с. Режим длступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-2445		Режим длступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-2445

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Зав. кафедрой *[подпись]* И.Н. Жукова

2

подпись

И.О.Фамилия

2017

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого

Научная библиотека

Сектор учета

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

и. Библиот

Калинина Н. А