Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Антенны и распространение радиоволн»

Уровень основной образовательной программы _____Специалитет_____

Специальность 10.05.02 – Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Направленность «Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия»

Форма обучения_____очная_____

Факультет _____Радиотехнический (РТФ)_____

Кафедра _____Радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ)_____

Курс ____третий_____ **Семестр** __шестой_____

Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 6	Всего	Единицы
1.	Лекции	20	20	часов
2.	Лабораторные работы	16	16	часов
3.	Практические занятия	18	18	часов
4.	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5.	Из них в интерактивной форме	14	14	часов
6.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	18	18	часов
7.	Всего (без экзамена)	72	72	часов
8.	Экзамен	36	36	часов
9.	Общая трудоёмкость	108	108	часов
	(в зачётных единицах)	3	3	ЗЕ

Экзамен ___шестой_____ **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 17835

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 7 от «30» 3 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16 ноября 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СВЧиКР «30» марта 2017 г., протокол № 7.

Разработчик профессор каф. СВЧиКР _____ ГошинГ.Г.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой

Декан РТФ _____ Попова К.Ю.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой РЗИ _____ Задорин А.С.
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

ТУСУР, каф. ТОР доцент _____ С.И. Богомолов
(место работы) (анимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

ТУСУР, каф. РЗИ доцент _____ М.Ю. Покровский
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласована на портале № 17835

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания данной дисциплины является подготовка специалистов в области безопасности телекоммуникационных систем информационного взаимодействия. По окончанию курса у студентов должно составиться целостное представление о методах расчёта антенн и фидерных трактов СВЧ, которые являются необходимыми элементами радиосистем передачи информации, о методах измерения их параметров и характеристик.

Задачами дисциплины является изучение:

- основных типов фидерных линий и элементов фидерного тракта;
- основных конструкций и параметров передающих и приёмных антенн,
- распространения радиоволн в свободном пространстве, в условиях Земли и атмосферы и влияние среды распространения на характеристики радиолиний.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина **Б1.Б.28** «Антенны и распространение радиоволн» относится к блоку 1 базовой части.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **ОПК-3** способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач;

– **ПК-2** способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов;

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности (ОПК-3, ПК-2).

Уметь:

- правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта для обеспечения работы телекоммуникационных систем (ОПК-3, ПК-2).

Владеть:

- инженерными методами и проведением расчётов параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств (ОПК-3);
- основными методами математического моделирования и экспериментального исследования параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств. (ПК-2).

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **3** зачётных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	**54**	**54**
в том числе:		

Согласована на портале № 17835

Лекции	20	20
Лабораторные работы	16	16
Практические занятия	18	18
Из них в интерактивной форме	14	14
Самостоятельная работа (всего)	**18**	**18**
Всего (без экзамена)	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Зачётные единицы	**3**	**3**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаб. Раб.	Практ Зан.	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
	Фидерные тракты	**4**	**4**	**8**	**6**	**22**	ОПК-3, ПК-2
1	Фидерные линии. Согласование	2	-	6	3	11	
2	Пассивные устройства	2	4	2	3	11	
	Антенны	**10**	**12**	**8**	**8**	**38**	ОПК-3, ПК-2
3	Параметры передающих и приёмных антенн	2	-	2	1	5	
4	Линейные антенны	2	4	2	2	10	
5	Апертурные антенны	2	8	2	3	15	
6	Антенные решётки	2	-	2	1	5	
7	Тенденции и перспективы развития антенной техники	2	-	-	1	3	
	Распространение радиоволн	**6**	**-**	**2**	**4**	**12**	ОПК-3, ПК-2
8	Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн	2	-	2	2	6	
9	Распространение радиоволн в тропосфере	2	-	-	1	3	
10	Распространение радиоволн в ионосфере	2	-	-	1	3	
	Итого:	**20**	**16**	**18**	**18**	**72**	

Согласована на портале № 17835

5.2. Содержание разделов лекционного курса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
	Фидерные тракты		**4**	ОПК-3, ПК-2
1	Фидерные линии. Согласование	Линии с Т-волнами (двухпроводные, коаксиальные, полосковые), волноводы и ВОЛС. Структура полей, технические характеристики, применение. Распределение амплитуд напряжений и токов при различных нагрузках, входное сопротивление отрезка линии. Диаграмма Вольперта - Смита. Узкополосное согласование. Широкополосное согласование.	**2**	
2	Пассивные устройства	Волновые матрицы рассеяния и передачи. Соответствие физических свойств многополюсников и математических свойств их матриц рассеяния. Характерные четырёх-, шести- и восьмиполюсники: скачки волновых сопротивлений, тройники, направленные ответвители и мосты. Ферритовые вентили, циркуляторы и фазовращатели.	**2**	
	Антенны		**10**	ОПК-3, ПК-2
3	Параметры передающих и приёмных антенн	Дальняя, промежуточная и ближняя зоны излучения антенн. Комплексная векторная диаграмма направленности антенн, КНД, коэффициент усиления, входное сопротивление, рабочий диапазон. ЭДС в цепи приёмной антенны, мощность в нагрузке. Эффективные длина и поверхность. Шумовая температура.	**2**	
4	Линейные антенны	Симметричный вибратор: распределение тока, диаграмма направленности, КНД, входное сопротивление. Другие типы вибраторов: петлевой, щелевой, несимметричный (штыревой), схемы их питания. Связанные вибраторы, уравнения Кирхгофа для токов. Директорные и логопериодические антенны.	**2**	
5	Апертурные антенны	Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения. Коэффициент использования поверхности антенны. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны. Разновидности апертурных антенн. Методы снижения бокового излучения апертурных антенн.	**2**	
6	Антенные решетки	Линейные дискретные антенные решётки. Теорема о перемножении диаграмм направленности. Линейные непрерывные решётки. Анализ множителя решётки. Волноводно-щелевые антенны, антенны бегущей волны, спиральные и диэлектрические антенны. Фазированные антенные решетки.	**2**	
7	Тенденции и перспективы развития антенной техники	Антенны для обслуживания контурных зон. Антенны с синтезированной апертурой. Активные антенны. Вопросы миниатюризации антенн. Интегрированные антенны. Многолучевые ФАР. Проблема электромагнитной совместимости.	**2**	
	Распространение радиоволн		**6**	ОПК-3, ПК-2
8	Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн	Основные явления при распространении радиоволн. Расчёт поля при поднятых антеннах в зоне прямой видимости. Интерференционные формулы. Диаграммы направленности поднятых антенн. Учёт сферичности Земли при распространении радиоволн в зоне освещённости. Расчёт поля при низко расположенных антеннах. Структура поля вблизи поверхности Земли. Формула Шулейкина-Ван-дер-Поля, береговая рефракция.	**2**	

Согласована на портале № 17835

9	Распространение радиоволн в тропосфере	Строение тропосферы, её электрические параметры. Распространение радиоволн в неоднородной среде. Явление рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Сверхрефракция. Рассеяние радиоволн на тропосферных неоднородностях. Дальнее тропосферное распространение (ДТР). Особенности распространения УКВ на наземных трассах и в пределах города. Поглощение радиоволн в тропосфере.	**2**	
10	Распространение радиоволн в ионосфере	Строение ионосферы. Физические причины образования ионосферы. Диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы. Характеристика ионосферных слоев. Критические и максимальные частоты. Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в ионосфере. Особенности распространение коротких волн, прогноз максимально применимых частот на ионосферных станциях, МПЧ и НПЧ, замирания и зоны молчания.	**2**	

5.3 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Предшествующие дисциплины												
1	Теория электрических цепей	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
2	Физика волновых процессов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Последующие дисциплины												
1	Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
2	Системы радиосвязи и сети телерадиовещания	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	

5.4 Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Л	ЛР	П	СРС	Формы контроля
ОПК-3	+	+	+	+	Опрос на лекциях, лабораторные работы, практические занятия, экзамен
ПК-2	+	+	+	+	Опрос на лекциях, лабораторные работы, практические занятия, экзамен

Л – лекция, ЛР – лабораторная работа, П – практика, СРС – самостоятельная работа студента.

Согласована на портале № 17835

6. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах.

Формы / **Методы**	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Всего часов
Обратная связь (опросы на лекциях, на практических занятиях, при проведении лабораторных работ)	4	2	4	10
Работа в команде (выполнение лабораторных работ, составление и защита отчётов)	–	4	–	4
Итого интерактивных занятий	4	6	4	**14**

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (16 час.)

№ раздела дисциплины	Наименование компьютерных лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)	ОК, ПК
2	Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов	4	ОПК-3, ПК-2
4	Исследование диэлектрических антенн	4	
5	Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах	4	
5	Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности	4	

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (по 2 час.)	ОК, ПК
1	1	Линии передачи с Т-волнами	ОПК-3, ПК-2
2	1	Волноводные линии передачи	
3	1	Нагруженные отрезки фидеров	
4	2	Узкополосное и широкополосное согласование	
5	3	Параметры и характеристики антенн	
6	4	Линейные антенны	
7	5	Апертурные антенны	
8	6	Антенные решётки	
9	8	Расчёт энергетики канала связи	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Виды самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоёмкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Формы контроля
1.	1 - 10	Проработка теоретического материала.	4	ОПК-3, ПК-2	Конспект, опрос.
2.	1, 3, 4, 5, 6, 8	Подготовка к практическим занятиям, тестированию и контрольным работам.	6	ОПК-3, ПК-2	Опрос. Проверка контрольных работ

Согласована на портале № 17835

		Темы: Фидерные тракты. Распространение радиоволн. Антенны.			
3.	2, 4, 5	Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов Фидерные тракты 2.	8	ОПК-3, ПК-2	Допуск к работам, проверка отчётов.
Всего			**18**		
		Подготовка и сдача экзамена	**36**		Экзамен

10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Не предусмотрено РУП.

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

МЕТОДИКА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга.

Правила формирования пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТx\big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов, _набранная_к_КТx)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}$$

Итоговый контроль освоения дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, выполнение контрольных работ и заданий на практических занятиях.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 15 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – экзамен не сдан.

Формирование итоговой суммы баллов осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

Таблица 11.1 Распределения баллов в течение семестра

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	4	**10**
Контрольные работы на практических занятиях	4	8	4	**16**
Решение задач по темам практических занятий	4	4	8	**16**

Согласована на портале № 17835

Выполнение и защита лабораторных работ		10	10	**20**
Компонент своевременности	2	3	3	**8**
Итого максимум за период:	**13**	**28**	**29**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**13**	**41**	**70**	**100**

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценки

Оценка (ГОС)	**Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен**	**Оценка (ECTS)**
5 (отлично)	**90 - 100**	A (отлично)
4 (хорошо)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно),	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

12.1 Основная литература:

1. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие с грифом СибРОУМО / Буянов Ю.И., Гошин Г.Г.; Томск: ТУСУР, 2013. – 300 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3608
2. Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г.; Томск: ТУСУР, 2012. – 145 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2794

12.2 Дополнительная литература:

3. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Замотринский, Л.И. Шангина; Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/712
4. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (**20** экз.)
5. Г.А. Ерохин и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 491 с. (**42**)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия:

Согласована на портале № 17835

6. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Г. Г. Гошин – Томск: ТУСУР, 2010. – 42 с. Режим доступа:http://edu.tusur.ru/training/publications/7
7. Скалярный анализатор параметров цепей P2M [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. Томск: ТУСУР, 2012. – 36 с. – Режим доступа :http://edu.tusur.ru/training/publications/3729
8. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 18 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3700
9. Исследование диэлектрических антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 23 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3722
10. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе // Падусова Е. В., Соколова Ж. М., Никифоров А.Н., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3730
11. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В., Шангина Л.И.– Томск: ТУСУР, 2013. – 28 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3699
12. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. – 2012. – 237с. Режим доступа: (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) http://edu.tusur.ru/training/publications/2795

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4 Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. [Электронный ресурс]. URL: **http://link.springer.com/**
2. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина». [Электронный ресурс]. URL **http://www.ph4s.ru/**; (дата обращения 14.01.2017)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. [Электронный ресурс]. URL **http://elibrary.ru/defaultx.asp**; (дата обращения 14.01.2017)

Согласована на портале № 17835

4. Университетская информационная система Россия. [Электронный ресурс]. URL: http://uisrussia.msu.ru/is4/-main.jsp; (дата обращения 14.01.2017)

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения **занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации** используются учебные аудитории, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованные доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Для проведения **лабораторных и практических занятий** используется учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», расположенная по адресу 634034, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 328 РТК. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet,– 12 шт; лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5; измерительные приборы и устройства СВЧ диапазона (скалярные и векторные измерители параметров цепей, осциллографы, генераторы и приёмники, измерительные линии). Автоматизированные рабочие места для расчёта, моделирования и экспериментального исследования устройств СВЧ и антенн расположены также в лаборатории ГПО «СВЧ электроника» (ауд. 324, РТК).

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд.337-Б. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1eron D336 2.8ГГц. - 10 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приёма-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 17835

14. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объём часов, предусмотренных учебным планом для изучения дисциплины, позволяет осветить только наиболее важные моменты и раскрыть базовые понятия при чтении лекций. Поэтому при реализации программы студенты должны работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и при подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к контрольной работе или коллоквиуму. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии познакомить их с основными положениями и требованиями рабочей программы, с подлежащими изучению темами, списком основной и дополнительной литературы, с положениями балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости. На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности. В учебном процессе применяются интерактивные методы обучения для увеличения заинтересованности студентов и повышения их компетенций.

14.1 Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведён в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 17835

- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 17835

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2017г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«АНТЕННЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

Уровень основной образовательной программы _____специалитет_____
Направление подготовки 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных системем»
Специализация Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия
Форма обучения_____очная_____
Факультет _____Радиотехнический_____
Кафедра _____Радиоэлектроники и защиты информации (РЗИ)
Курс 3 **Семестр 6**

Учебный план набора 2012 года

Разработчик:

Проф. каф. СВЧ и КР Гошин Г.Г.

Экзамен _6___ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17835

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Антенны и распространение радиоволн» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи, контрольные работы, тесты) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведён в таблице 1

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-3	способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач	**знать**: принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности; **уметь**: правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта; **владеть**: инженерными методами и проведением расчётов параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств.
ПК-2	способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов	**знать**: принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности; **уметь**: правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта; **владеть**: основными методами математического моделирования и экспериментального исследования параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств.

2. Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий	правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	инженерными методами и проведением расчётов параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и

Согласована на портале № 17835

	распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности		входящих в них устройств
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично / (90-100 баллов)	Знает принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах	Умеет свободно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	Владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств

Согласована на портале № 17835

Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о принципах функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах	Самостоятельно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	Частично владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения принципов функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах	Показывает неполное, недостаточное умение правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчета и анализа характеристик основных оптических и оптоэлектронных элементов оптических устройств обработки информации

Примечание: количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникацион-ных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах с учётом влияния условий распространения радиоволн и характера подстилающей поверхности	правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	основными методами математического моделирования и экспериментального исследования параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Виды занятий	• Лекции • Практические занятия. • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.	• Лекции • Практические занятия. • Лабораторные занятия • Самостоятельная работа.
Используемые средства оценивания	• Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.	• Проверка домашних заданий по практикам • Проверка контрольных работ. • Проверка тестов. • Контроль самостоятельной работы студентов. • Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Согласована на портале № 17835

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично / (90-100 баллов)	Знает принципы функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах	Умеет свободно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	Владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Хорошо / (70-89 баллов)	Имеет представление о принципах функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах	Самостоятельно правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	Частично владеет основными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Удовлетворительно / (60-69 баллов)	Дает определения принципов функционирования антенн и устройств СВЧ в различных телекоммуникационных системах	Показывает неполное, недостаточное умение правильно выбрать антенну и фидерную линию, рассчитать их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчета и анализа характеристик основных оптических и оптоэлектронных элементов оптических устройств обработки информации

3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Согласована на портале № 17835

3.1. Тесты «Антенны».

В каждом тесте необходимо отметить правильные ответы.

1. Внутренняя задача теории антенн применительно к линейным антеннам означает нахождение:

1) распределения поля внутри проводника,
2) температуры внутренних шумов,
3) запасённой в антенне энергии,
4) распределение тока вдоль проводника,
5) входного сопротивления антенны.

2. Решение внешней задачи теории антенн определяет:

1) входные параметры антенны,
2) распределение поля или тока в антенне,
3) характеристики излучения антенны.

3. Какие из антенн относятся к линейным антеннам бегущей волны?:

1) излучатель в виде открытого конца волновода,
2) петлеобразный вибратор Пистолькорса,
3) штыревая антенна движущегося транспортного средства,
4) цилиндрическая спиральная антенна.

4. К какому типу антенн относятся рамочные антенны?:

1) линейные,
2) апертурные,
3) антенные решетки.

5. Чему равен коэффициент A в формуле для оценки минимального расстояния до границы дальней зоны $r/\lambda \geq A(a+b)^2/\lambda^2$, если максимальная фазовая погрешность составляет $\pi/4$?:

1) A=1, 2) A=2, 3) A=3, 4) A=4.

6. Наклонная поляризация – это такая, у которой вектор $\vec{A}$ составляет некоторый угол:

1) с осью линейной антенны, расположенной наклонно к плоскости земли,
2) с направлением распространения волны,
3) относительно плоскости земли.

7. Какую поляризацию называют вращающейся?:

1) вертикальную,
2) горизонтальную,
3) наклонную,
4) круговую,
5) эллиптическую.

8. У каких поляризаций вектор $\vec{A}$ сохраняет свою ориентацию в пространстве?:

1) у вертикальной,
2) у горизонтальной,
3) у наклонной,
4) у круговой,
5) у эллиптической.

9. Правильные соотношения между коэффициентами усиления, направленного действия и полезного действия:

1) $D_0 = \eta G_0$
2) $G_0 = \eta D_0$
3) $\eta = D_0/G_0$
4) $\eta = G_0/D_0$.

10. Шумовая температура антенны – это температура:

Согласована на портале № 17835

1) среды, в которой находится антенна,
2) до которой разогревается антенна в режиме передачи,
3) собственных шумов антенны в режиме приема,
4) внешних шумов, воздействующих на приемную антенну,
5) собственных и внешних шумов приемной антенны.

11. Множитель направленности антенной системы – это диаграмма направленности:

1) линейного проводника, по которому протекает постоянный ток,
2) совокупности направленных излучателей, образующих решетку,
3) системы точечных излучателей, находящихся в узлах решетки,
4) множитель, на который необходимо умножить ДН элемента, чтобы получить ДН решетки.

12. Как влияют при равноамплитудном распределении линейные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:

1) приводят к смещению направления максима излучения,
2) приводят к увеличению уровня боковых лепестков,
3) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного,
4) приводят к уширению главного лепестка ДН,
5) приводят к заплыванию нулей в ДН.

13. Способы подавления побочных (дифракционных) максимумов ДН в линейных решетках:

1) применение направленных элементов,
2) увеличение шага решетки,
3) уменьшение шага решетки,
4) применение ненаправленных элементов,
5) не эквидистантное расположение элементов.

14. У каких настроенных вибраторов входное сопротивление больше по сравнению с входным сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:

1) вибратор Наденeнко,
2) вибратор Пистолькорса,
3) вибратор Брауде.

15. У каких настроенных вибраторов волновое сопротивление меньше по сравнению с волновым сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:

1) вибратор Наденeнко,
2) вибратор Пистолькорса,
3) вибратор Брауде.

16. У какой из антенн в осевом режиме излучения выше направленность?:

1) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны,
2) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,
3) у трёхвитковой конической спиральной антенны.

17. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?:

1) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны,
2) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,
3) у трёхвитковой конической спиральной антенны.

18. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?:

1) вертикальную,
2) наклонную,
3) круговую,
4) эллиптическую,
5) горизонтальную.

19. Какая из апертурных антенн на волне основного типа в среднем имеет наилучшее согласование со свободном пространством?:

1) круглый волновод,
2) прямоугольный волновод,
3) секториальный рупор,
4) пирамидальный рупор,
5) конический рупор.

Согласована на портале № 17835

20. У какого из оптимальных рупоров при одинаковых максимальных размерах на волне основного типа выше направленность?:

1) у Н-секториального,
2) у Е-секториального.

21. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?:

1) волноводные излучатели,
2) рупорные антенны,
3) антенны на замедляющих линзах,
4) антенны на ускоряющих линзах,
5) зеркальные антенны.

22. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из акустики?:

1) волноводные излучатели,
2) рупорные антенны,
3) антенны на замедляющих линзах,
4) антенны на ускоряющих линзах,
5) зеркальные антенны.

23. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?:

1) сферический,
2) параболический,
3) гиперболический,
4) эллиптический.

24. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Грегори?:

1) сферический,
2) параболический,
3) гиперболический,
4) эллиптический.

3.2. Темы контрольных работ

1. Фидерные тракты
2. Распространение радиоволн

3.3. Темы практических занятий и домашних заданий

1. Линии передачи с Т-волнами
2. Волноводные линии передачи
3. Нагруженные отрезки фидеров
4. Узкополосное и широкополосное согласование
5. Параметры и характеристики антенн
6. Линейные антенны
7. Волноводные излучатели и рупорные антенны
8. Линзовые антенны
9. Зеркальные антенны

3.4. Темы самостоятельной работы

Совпадают с приведёнными в пунктах 3.2. и 3.3. темами контрольных работ и домашних заданий.

3.5. Экзаменационные вопросы

1. Состав и строение атмосферы Земли: тропосфера, стратосфера, ионосфера. Их свойства и параметры. Ход зависимости температуры и давления от высоты.
2. Физические явления при распространении радиоволн: интерференция, дифракция, рефракция, рассеяние, поглощение.
3. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Область, существенная при распространении, и основные потери в радиолинии.
4. Факторы, влияющие на распространение радиоволн: земная поверхность, тропосфера, ионосфера. Функция ослабления.
5. Расстояние прямой видимости. Интерференционные формулы в случае плоской земной поверхности.

Согласована на портале № 17835

6. Участок поверхности, существенный при отражении волн. Отражение радиоволн от неровной земной поверхности. Критерий Релея. Роль концевых участков трассы.
7. Учет сферичности Земли в интерференционных формулах. Приведенные высоты антенн.
8. Рефракция радиоволн. Виды тропосферной рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Тропосферные волноводы.
9. Электрические параметры ионосферы. Влияние магнитного поля Земли. Ионосферные и магнитные бури. Распространение вертикально направленных волн. Критическая частота.
10. Распространение наклонных волн в ионосфере. Закон секанса. Зоны молчания. Максимально применимая частота.
11. Особенности распространения УКВ в городских условиях.
12. Замирания: типы и параметры. Разнесение: назначение и виды.

21. Линии передачи СВЧ. Классификация, технические требования, основные параметры и характеристики. Волновое сопротивление, дисперсия. Радиолиния.
22. Закрытые линии передачи СВЧ: коаксиальные и волноводные различных типов. Критические длины волн. Волна основного типа и высшие типы волн.
23. Линии передачи открытого типа: двухпроводные, полосковые, с поверхностной волной, волоконно-оптические.
24. Математическая модель линии передачи СВЧ. Волновой и классический подходы, связь между ними. Распределения E и H, резонансные и эквивалентные сечения. Г, КСВ, КБВ, режимы. Поведение модуля Г в идеальных и реальных линиях.
25. Трансформация сопротивления в линии передачи. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения. Круговая диаграмма Вольперта –Смита, её построение и применения.
26. Узкополосное согласование активных и реактивных нагрузок: четвертьволновые трансформаторы, последовательные и параллельные компенсирующие реактивности. Их реализация в волноводной технике и схемы замещения.
27. Типовые элементы для коаксиальных и волноводных ЛП СВЧ: активные и реактивные нагрузки, четвертьволновые изоляторы, повороты, коаксиально-волноводные переходы.
28. Объёмные резонаторы, их включения в тракт. Типы колебаний, нагруженная и ненагруженная добротности. Применения.
29. Многополюсники СВЧ. Матрицы [S], [Z], [Y]. Испытательные режимы, нахождение элементов матриц, их физический смысл.
30. Многополюсники СВЧ. Свойства взаимности, симметрии, недиссипативности. Идеальные матрицы.
31. Принцип декомпозиции при анализе составных многополюсников.
Матрица [A] , физический смысл её элементов, связь с матрицей [S].
32. Идеальные вентиль, циркулятор и направленный ответвитель, их матрицы [S], свойства и назначение.

41. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей.
42. Назначение и классификация антенн. Амплитудная ДН, нормировка, её форма и ширина, графическое изображение. Фазовый центр. Центр излучения.
43. Мощность и сопротивление излучения антенны. Входное сопротивление.
44. Поляризация, её виды, необходимость учёта при приёме. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.
45. КНД, КПД и КУ антенны. Действующая длина. Диапазон рабочих частот.
46. Приёмные антенны. Эквивалентная схема. Формула Неймана для ЭДС.
Принцип взаимности и его использование при исследовании антенн.
47. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной. Шумовая температура, пути её снижения.
48. Режим сильного сигнала в радиолинии на НЧ и СВЧ. Энергетические соотношения на СВЧ в цепи приёмной антенны в согласованном и рассогласованном режимах.
49. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, действующая длина, КНД, входное сопротивление.
50. Конструкции симметричных и несимметричных вибраторов. Способы их питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий.
51. Способы расширения рабочего диапазона вибраторных антенн. Щелевые излучатели. Принцип

Согласована на портале № 17835

двойственности и его использование при исследовании антенн.
52. Антенны бегущей волны: спиральные, диэлектрические, директорные. Устройство, принцип действия, применения.
53. Волноводные излучатели и рупорные антенны. Апертурный метод расчёта. Устройство, принцип действия, применения.
54. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах. Линзы Люнеберга. Устройство, принцип действия, применения.
55. Параболические зеркальные антенны, однозеркальная и двухзеркальная схемы. Апертурный метод расчёта. Устройство, принцип действия, применения.

Методические материалы для подготовки к экзамену приведены в учебных пособиях [1,2].

4. Методические материалы

4.1 Основная литература:

1. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие с грифом СибРОУМО / Буянов Ю.И., Гошин Г.Г.; Томск: ТУСУР, 2013. – 300 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3608
2. Антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Гошин Г. Г.; Томск: ТУСУР, 2012. – 145 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2794

4.2 Дополнительная литература:

3. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Замотринский, Л.И. Шангина; Томск: ТУСУР, 2012. – 223 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/712
4. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (**20** экз.)
5. Г.А. Ерохин и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 491 с. (**42**)

4.3 Обязательные учебно-методические пособия:

6. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Г. Г. Гошин – Томск: ТУСУР, 2010. – 42 с. Режим доступа:http://edu.tusur.ru/training/publications/7
7. Скалярный анализатор параметров цепей P2M [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. Томск: ТУСУР, 2012. – 36 с. – Режим доступа :http://edu.tusur.ru/training/publications/3729
8. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 18 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3700
9. Исследование диэлектрических антенн [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 23 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3722
10. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе // Падусова Е. В., Соколова Ж. М., Никифоров А.Н., Фатеев А.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 27 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3730
11. Исследование влияния распределения поля в раскрыве антенны на её диаграмму направленности [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г.Г., Фатеев А.В., Шангина Л.И.– Томск: ТУСУР, 2013. – 28 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3699
12. Гошин Г.Г. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР. – 2012. – 237с. Режим доступа: (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) http://edu.tusur.ru/training/publications/2795

Согласована на портале № 17835