Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

АЮ
оте

_____ П.Е. Троян

«___» _____ 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства»

Уровень основной образовательной программы _____Магистратура_____

Направление подготовки 11.04.01. – Радиотехника

Профиль «Микроволновая техника и антенны»

Форма обучения_____очная_____

Факультет ___Радиотехнический_____

Кафедра ____Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники_____

Курс ____1___ **Семестр** __1__

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Всего	Единицы
1.	Лекции	36	36	часов
2.	Лабораторные работы	16	16	часов
3.	Практические занятия	24	24	часов
4.	Всего аудиторных занятий	76	76	часов
5.	Из них в интерактивной форме	18	18	часов
6.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	104	104	часов
7.	Всего (без экзамена)	180	180	часов
8.	Экзамен	36	36	часов
9.	Общая трудоёмкость	216	216	часов
	(в зачётных единицах)	6	6	

Экзамен 1 **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 12215

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», утверждённого 11.03.2015, № 174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СВЧиКР
«22» декабря 2016 г., протокол № 5.

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

Эксперты:

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

ТУСУР, каф. СВЧиКР профессор _____ А.Е. Мандель
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласована на портале № 12215

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» является подготовка магистров в области создания и обеспечения функционирования антенно-фидерных устройств в радиотехнических системах с учётом особенностей распространения радиоволн различных диапазонов и с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы.

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 и в земных условиях с учётом влияние среды на их характеристики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Б1.В.ДВ.1.2 –дисциплина по выбору вариативной части.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- **ОПК-2** способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- **ОПК-4** способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;
- **ОПК-5** готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;
- **ПК-2** способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
- **ПК-4** способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;
- **ПК-5** готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы (ОПК-2, ОПК-4);

- принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты (ОПК-2, ОПК-4);

уметь:

- применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн (ОПК-4, ПК-2);

- оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

- составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов (ПК-5);

Согласована на портале № 12215

владеть:

- методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования (ОПК-4, ПК-2);
- методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств (ОПК-4, ПК-4).

.

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **6** зачётных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
Аудиторные занятия (всего)	**76**	**76**
в том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы	16	16
Практические занятия	24	24
Самостоятельная работа (всего)	**104**	**104**
в том числе:		
Проработка лекционного материала.	36	36
Подготовка к практическим занятиям, контрольным работам, тестированию.	48	48
Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов	20	20
Подготовка и сдача экзамена	**36**	**36**
Общая трудоёмкость	**216**	**216**
Зачётные единицы трудоёмкости	**6**	**6**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаб. раб.	Практ. занят.	СРС	Всего час.	Формируемые компетенции (ОПК, ПК)
	Фидерные линии и пассивные устройства	12	4	12	36	64	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5
1	Регулярные линии передачи	4	-	6	12	22	
2	Линии передачи конечной длины. Согласование	4	-	4	12	20	
3	Пассивные устройства на основе линий передачи	4	4	2	12	22	

Согласована на портале № 12215

	Антенны	12	12	12	36	72	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5
4	Параметры передающих и приёмных антенн	2	-	2	4	8	
5	Линейные антенны	4	4	4	10	22	
6	Апертурные антенны	4	8	4	14	30	
7	Антенные решётки	2	-	2	8	12	
	Распространение радиоволн	12	-	-	32	44	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5
8	Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн	4	-	-	10	14	
9	Распространение радиоволн в тропосфере	4	-	-	10	14	
10	Распространение радиоволн в ионосфере и на космических трассах	4	-	-	12	16	
	Итого:	**36**	**16**	**24**	**104**	**180**	

5.2. Содержание разделов лекционного курса (36 часов)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоём-кость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
	Фидерные линии и пассивные устройства		**12**	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5
1	Регулярные линии передачи	Линии: двухпроводные, коаксиальные, полые волноводы, волоконно-оптические линии. Структуры полей, технические характеристики, применения.	4	
2	Линии передачи конечной длины. Согласование	Формула трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Согласованные и реактивные нагрузки, шлейфы. Узкополосное согласование. Четвертьволновый трансформатор. Метод компенсирующих реактивностей согласования произвольных нагрузок. Широкополосное согласование.	4	
3	Пассивные устройства на основе линий передачи	Волновой и классический подходы. Матрица рассеяния. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и недиссипативности. Примеры составления матриц для четырёх-, шести- и восьмиполюсников. Каскадные соединения многополюсников. Принцип декомпозиции. Алгоритм объединения устройств в общий тракт.	4	
	Антенны		**12**	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5
4	Параметры передающих и	Дальняя, промежуточная и ближняя зоны излучения антенн. Комплексная векторная	3	

Согласована на портале № 12215

	приёмных антенн	диаграмма направленности, поляризация, КНД, коэффициент усиления, эффективная длина и площадь антенн. Шумовая температура.		
5	Линейные антенны	Симметричный вибратор, его диаграмма направленности, входное сопротивление. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Широкополосные вибраторы. Несимметричные штыревые вибраторы. Связанные вибраторы. Применения.	3	
6	Апертурные антенны	Внешняя и внутренняя задачи теории апертурных антенн и методы их решения. Коэффициент использования поверхности антенны. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны. Антенны с вынесенным облучателем. Спутниковые передающие антенны с контурными зонами обслуживания. Конструкции, применения.	4	
7	Антенные решётки	Линейные непрерывные и дискретные антенные системы. Теорема о перемножении диаграмм направленности. Анализ множителя решётки. Волноводно-щелевые антенные решётки. Директорные и логопериодические антенны. Фазированные антенные решётки.	2	
	Распространение радиоволн		**12**	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5
8	Общие вопросы теории. Распространение земных радиоволн	Состав и строение атмосферы Земли. Физические явления при распространении волн. Классификация радиоволн по диапазону и способу распространения. Формулы идеальной радиопередачи и множитель ослабления. Определение области пространства, существенной при распространении радиоволн. Расчёт поля при поднятых антеннах в зоне прямой видимости. Интерференционные формулы. Зона, существенная при отражении. Диаграммы направленности поднятых антенн. Учет сферичности Земли при распространении радиоволн в освещённой зоне. Расчёт поля при низко расположенных антеннах. Распространение радиоволн в городских условиях.	4	
9	Распространение радиоволн в тропосфере	Строение тропосферы, её электрические параметры. Распространение радиоволн в неоднородной тропосфере. Явление рефракции. Эквивалентный радиус Земли. Сверхрефракция. Рассеяние радиоволн на тропосферных неоднородностях. Дальнее тропосферное распространение (ДТР). Поглощение радиоволн в тропосфере.	4	
10	Распространение радиоволн в ионосфере и на космических трассах	Строение ионосферы. Физические причины образования ионосферы. Диэлектрическая проницаемость ионосферы. Характеристика ионосферных слоев. Критические и максимальные частоты. Влияние магнитного поля Земли на распространение радиоволн в	4	

Согласована на портале № 12215

		ионосфере. Особенности распространение коротких волн, прогноз максимально применимых частот на ионосферных станциях, МПЧ и НПЧ, замирания и зоны молчания. Распространение радиоволн на космических трассах.		

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												
	нет											
Последующие дисциплины												
1	Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	
2	Автоматизированное проектирование антенных систем	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	

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

Компетенции	Л	ЛР	П	СРС	Формы контроля
ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5	+	+	+	+	Опрос на лекциях, лабораторных работах и практических занятиях. Контрольные работы, тесты, экзамен
ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5		+	+	+	Выполнение заданий по практическим занятиям, защита отчётов по лабораторным работам
ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-5	+	+	+	+	Активность на занятиях и своевременное выполнение заданий

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

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ. ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе и с учётом требований к объёму занятий в интерактивной форме.

Формы / **Методы**	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Всего
Обратная связь (опросы на лекциях, на практических занятиях, при проведении лабораторных работ)	4	4	4	12

Согласована на портале № 12215

Работа в команде (выполнение лабораторных работ, составление и защита отчётов)	–	6	–	6
Итого интерактивных занятий	4	10	4	**18**

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (16 часов)

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

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (24 часа)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Кол-во часов	ОПК, ПК
1	1	Линии передачи с Т-волнами Волноводы.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-5
2	2	Нагруженные отрезки фидеров. Узкополосное и широкополосное согласование.	4	
3	1-3	Контрольная работа «Фидерные тракты»	2	
4	4	Параметры и характеристики антенн	2	
5	5	Линейные антенны	4	
6	6	Апертурные антенны	4	
7	4-7	Тест «Антенны». Обсуждение результатов	2	
8	8-10	Контрольная работа «Распространение радиоволн»	2	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (104 часа)

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-ёмкость (час.)	Компетенции	Контроль выполнения работы
1.	1 - 10	Проработка лекционного материала.	36	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-5	Конспект, опрос.
2.	1-10	Подготовка к практическим занятиям, контрольным работам, тестированию.	48	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-5	Проверка домашних заданий по практикам, контрольных работ, тестов.
3.	2, 3, 5, 6	Подготовка к лабораторным работам и составление отчётов	20	ОПК-2, ОПК-5, ПК-4,	Проверка отчётов по лабораторным работам
Всего:			**104**		

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрены учебным планом.

Согласована на портале № 12215

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:

$$KTx\big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов,_набранная_к_KTx)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}.$$

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 три вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 10 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 Распределение баллов в семестре

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	4	3	3	**10**
Контрольные работы и тестирование на практических занятиях	8	8		**16**
Расчётные практические задания	6	6	4	**16**
Выполнение и защита лабораторных работ		8	8	**16**
Компонент своевременности	4	4	4	**12**
Итого максимум за период:	**22**	**29**	**19**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**22**	**51**	**70**	**100**

Таблица 11.2 Пересчёт 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 Пересчёт суммы баллов в традиционную и международную оценки

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 12215

5 (отлично) (зачтено)	**90 - 100**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**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 и программное обеспечение

12.3.1 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 Р2М [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. (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795

Согласована на портале № 12215

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)
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 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 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 Ce1egon D336 2.8ГГц. - 10 шт.; Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и

Согласована на портале № 12215

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 зрениями 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.

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.

Согласована на портале № 12215

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;
- 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 № 12215

Приложение к рабочей программе

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

«Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства»

Уровень основной образовательной программы _____Магистратура_____

Направление подготовки 11.04.01. – Радиотехника

Профиль «Микроволновая техника и антенны»

Форма обучения_____очная_____

Факультет ___Радиотехнический_____

Кафедра ____Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники_____

Курс ____1___ **Семестр** __1__

Экзамен 1 **семестр**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Томск 2017

Согласована на портале № 12215

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства» 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 закреплённых за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-2	способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;	**Должен знать** сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы. **Должен уметь** правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта. **Должен владеть** основными инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств.
ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;	**Должен знать** принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты. **Должен уметь** применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. **Должен владеть** основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем.
ОПК-5	готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;	**Должен знать** основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы. **Должен уметь** оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы. **Должен владеть** основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы.
ПК-2	способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;	**Должен знать** основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.. **Должен уметь** применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн. **Должен владеть** методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.
ПК-4	способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;	**Должен знать** основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов. **Должен уметь** для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта. **Должен владеть** основными методами и средствами

Согласована на портале № 12215

		измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств.
ПК-5	готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.	**Должен знать** основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований **Должен уметь** составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов; **Должен владеть** основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы.

2. Формирование и реализация компетенций

2.1. Компетенция ОПК-2: способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	основными инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Виды занятий	Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов .	Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов.
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. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	сущность физических процессов, происходящих при распространении	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их	основными инженерными методами расчёта

Согласована на портале № 12215

	радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Хорошо (базовый уровень)	сущность некоторых физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить ряд их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	рядом инженерных методов расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Удовлетворительно (пороговый уровень)	представление о некоторых физических процессах, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы.	выбрать антенну и фидерную линию, оценить некоторые их параметры, затрудняется выполнить согласование антенно-фидерного тракта	некоторыми инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн и фидерных трактов

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	сущность физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	основными инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Хорошо (базовый уровень)	сущность некоторых физических процессов, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить ряд их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	рядом инженерных методов расчёта параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств
Удовлетворительно (пороговый уровень)	представление о некоторых физических процессах, происходящих при распространении радиоволн в земных условиях с учётом влияния подстилающей поверхности, тропосферы и ионосферы.	выбрать антенну и фидерную линию, оценить некоторые их параметры, затрудняется выполнить согласование антенно-фидерного тракта	некоторыми инженерными методами расчёта параметров и характеристик антенн и фидерных трактов

2.2. Компетенция ОПК-4: способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые

Согласована на портале № 12215

средства оценивания представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем
Виды занятий	Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов.	Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов.
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. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	применять на практике методы расчёта и анализа напряжён-ности поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем
Хорошо (базовый уровень)	некоторые принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	некоторыми методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	имеет представление о некоторых принципах действия, основных параметрах и характерис-тиках различных типов передающих и приёмных антенн	применять на практике методы расчёта и анализа напряжён-ности поля в земных условиях	Имеет представление о некоторых методах учёта влияния поверх-ности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенн

Согласована на портале № 12215

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

Отлично (высокий уровень)	принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	основными методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем
Хорошо (базовый уровень)	некоторые принципы действия, основные параметры и характеристики различных типов передающих и приёмных антенн, включая фидерные тракты	применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн	некоторыми методами учёта влияния поверхности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенных систем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	имеет представление о некоторых принципах действия, основных параметрах и характерис-тиках различных типов передающих и приёмных антенн	применять на практике методы расчёта и анализа напряжён-ности поля в земных условиях	Имеет представление о некоторых методах учёта влияния поверх-ности и атмосферы Земли на параметры и характеристики антенн

2.3. Компетенция ОПК-5: готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы
Виды занятий	Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов .	Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Контроль самостоятель-ной работы студентов. Экзамен.	Проверка домашних заданий по практикам.. Проверка контрольных работ. Проверка тестов. Контроль самостоятельной работы студентов.	Проверка домашних заданий по практикам. Проверка контрольных работ. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы

Согласована на портале № 12215

		Экзамен.	студентов. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы
Хорошо (базовый уровень)	некоторые методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы	некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы
Удовлетворительно (пороговый уровень)	о некоторых методиках сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы	оформлять, представлять, докладывать и защищать результаты работы	некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления результатов работы

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	основные методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы
Хорошо (базовый уровень)	некоторые методики сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы	оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты работы	некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы
Удовлетворительно (пороговый уровень)	о некоторых методиках сбора и анализа информации для представления и защиты результаты выполненной работы	оформлять, представлять, докладывать и защищать результаты работы	некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления результатов работы

Согласована на портале № 12215

2.4. Компетенция ПК-2: способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.	применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн.	методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.
Виды занятий	Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов .	Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов.
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. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.	применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн.	методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.
Хорошо (базовый уровень)	некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.	применять на практике некоторые методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн.	методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.

Согласована на портале № 12215

Удовлетворительно (пороговый уровень)	некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.	затрудняется применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях	некоторыми методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	основные принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.	применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн.	методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.
Хорошо (базовый уровень)	некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.	применять на практике некоторые методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях с учётом факторов, влияющих на распространение радиоволн.	методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	некоторые принципы и подходы к моделированию антенно-фидерных устройств, включая стандартные пакеты прикладных программ.	затрудняется применять на практике методы расчёта и анализа напряжённости поля в земных условиях	некоторыми методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования.

2.5. Компетенция ПК-4: способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**

Согласована на портале № 12215

Содержание этапов	основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств
Виды занятий	Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов .	Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов.
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. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств
Хорошо (базовый уровень)	некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование	основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств
Удовлетворительно (пороговый уровень)	некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований	для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры	некоторыми методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 12215

Отлично (высокий уровень)	основные методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	для проведения экспериментальных исследований правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств
Хорошо (базовый уровень)	некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование	основными методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств
Удовлетворительно (пороговый уровень)	некоторые методики организации и проведения экспериментальных исследований	для проведения экспериментальных исследований может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры	некоторыми методами и средствами измерений параметров и характеристик антенно-фидерных устройств

2.6. Компетенция ПК-5: готовность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6.– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Содержание этапов	основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований	составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы
Виды занятий	Лекции. Групповые консультации. Самостоятельная работа студентов.	Лекции. Практические занятия. Контрольные работы. Тестирование. Самостоятельная работа студентов.	Практические занятия. Контрольные работы. Коллоквиум. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Контроль самостоятель-ной 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. Активность на коллоквиуме. Контроль самостоятельной работы студентов. Экзамен.

Согласована на портале № 12215

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований	составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы
Хорошо (базовый уровень)	некоторые методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований	составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы
Удовлетворительно (пороговый уровень)	некоторые методики сбора и анализа информации к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований	составлять обзоры по результатам проводимых исследований	некоторыми техническими средствами и программными продуктами для оформления результатов работы

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Формулировка показателей и критериев оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	основные методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований	составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов выполненной работы
Хорошо (базовый уровень)	некоторые методики сбора и анализа информации для формирования исходных данных к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований	составлять обзоры и отчёты по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций	основными техническими средствами и программными продуктами для оформления и представления результатов работы
Удовлетворительно (пороговый уровень)	некоторые методики сбора и анализа информации к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований	составлять обзоры по результатам проводимых исследований	некоторыми техническими средствами и программными продуктами для

Согласована на портале № 12215

			оформления результатов работы

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:

3.1. Тесты «Антенны».

<u>В каждом тесте необходимо отметить правильные ответы.</u>

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,

Согласована на портале № 12215

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:

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 Надененко,
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 Надененко,
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?:

Согласована на портале № 12215

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.

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. Антенны
3. 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

Согласована на портале № 12215

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.
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 Е и Н, 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.

Согласована на портале № 12215

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 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.

4. Методические материалы

Для обеспечения учебного процесса и решения задач обучения используются совпадающие с пунктом 12 рабочей программы по дисциплине следующие 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 Р2М [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

Согласована на портале № 12215

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. (учебно-методическое пособие по практическим занятиям) Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795

Согласована на портале № 12215