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

«Теория распространения радиоволн»

Уровень основной образовательной программы _____Специалитет_____

Специальность 10.05.02 – Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Специализация Защита информации в системах связи и управления

Форма обучения_____очная_____

Факультет _____Безопасности_____

Кафедра Безопасности информационных систем (БИС)_____

Курс ____четвёртый_____ **Семестр** __восьмой___

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 6	Всего	Единицы
1.	Лекции	28	28	часов
2.	Лабораторные работы	-	-	часов
3.	Практические занятия	28	28	часов
4.	Всего аудиторных занятий	56	56	часов
5.	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	52	52	часов
7.	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8.	Экзамен	36	36	часов
9.	Общая трудоёмкость	144	144	часов
	(в зачётных единицах)	4	4	

Экзамен _8_ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12942

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 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 2016-11-16 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» декабря 2016 года, протокол № 5.

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

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

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой.

Декан ФБ _____ Давыдова Е.М.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей
кафедрой БИС _____ Мещеряков Р.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Центр системного проектирования директор _____ А.А. Конев
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласована на портале № 12942

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов в области информационной безопасности телекоммуникационных систем. По окончанию курса у студентов должно составиться целостное представление о распространении радиоволн и антенно-фидерных устройствах, обеспечивающих их передачу и приём.

Задачами дисциплины является изучение:

- физических основ теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли;
- особенностей распространения радиоволн в приземном слое, в тропосфере и ионосфере с учётом влияние среды на условия распространения радиоволн различных диапазонов;
- основных типов и параметров антенно-фидерных устройств и трактов, служащих для передачи и приёма радиоволн.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина **Б1.Б.30** – «Теория распространения радиоволн» относится к базовым дисциплинам подготовки специалистов по направлению **10.05.02** – Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- физические основы теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли;
- особенности распространения радиоволн в приземном слое, в тропосфере и ионосфере с учётом влияние среды на условия распространения радиоволн различных диапазонов;

Уметь:

- правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры, выполнить согласование антенно-фидерного тракта для обеспечения надёжной работы системы связи и управления;

Владеть:

- основными методами расчёта параметров трасы распространения радиоволн и характеристик антенно-фидерных устройств в различных частотных диапазонах.

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **4** зачётных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
Аудиторные занятия (всего)	**56**	**56**

Согласована на портале № 12942

в том числе:		
Лекции	28	28
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	28	28
Самостоятельная работа (всего)	**52**	**52**
в том числе:		
Проработка лекционного материала.	14	14
Подготовка к практическим занятиям, контрольным работам, тестированию.	38	38
Подготовка и сдача экзамена	**36**	**36**
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Зачётные единицы трудоёмкости	**4**	**4**

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)
	Распространение радиоволн	**14**	**-**	**4**	**22**	**40**	ОПК-3
1	Общие вопросы теории	2		2	6	10	
2	Распространение земных радиоволн	4		-	4	8	
3	Распространение радиоволн в тропосфере	4		-	6	10	
4	Распространение радиоволн в ионосфере	4		2	6	12	
	Фидерные тракты	**6**	**-**	**10**	**14**	**30**	ОПК-3
5	Фидерные линии. Согласование	3		10	7	20	
6	Пассивные устройства	3		-	7	10	
	Антенны	**8**	**-**	**14**	**16**	**38**	ОПК-3
7	Параметры передающих и приёмных антенн	2		4	6	12	
8	Линейные антенны	3		4	4	11	
9	Апертурные антенны	3		6	6	15	
	Итого:	**28**	**-**	**28**	**52**	**108**	

Согласована на портале № 12942

5.2. Содержание разделов лекционного курса (28 часов)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
	Распространение радиоволн		**14**	ОПК-3
1	Общие вопросы теории	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.	2	
2	Распространение земных 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. Расчет поля при низко расположенных антеннах. Особенности распространения УКВ на наземных трассах и в условиях городской застройки.	4	
3	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). Поглощение радиоволн в тропосфере.	4	
4	Распространение радиоволн в ионосфере	Строение ионосферы. Физические причины образования ионосферы. Диэлектрическая проницаемость ионосферы. Характеристика ионосферных слоёв. 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. Виды и назначение разнесений. Распространение радиоволн на космических трассах.	4	
	Фидерные тракты		**6**	ОПК-3
5	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.	3	
6	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.	3	
	Антенны		**8**	ОПК-3
7	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 антенны. Шумовая температура.	2	

Согласована на портале № 12942

8	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. Антенны бегущей волны, спиральные и диэлектрические антенны.	3	
9	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.	3	

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		
Предшествующие дисциплины												
1	Теория электрических цепей	+	+	+								
2	Теория электрической связи	+	+	+	+	+						

Последующие дисциплины, близкие по содержанию к программе дисциплины, после 8 семестра в РУП отсутствуют.

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

Компетенции	Л	П	СРС	Формы контроля
ОПК-3	+	+	+	Опрос на практических занятиях, контрольные работы, тестирование, экзамен

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

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ 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.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Формы **Методы**	Лекции	Практические занятия	Всего
Обратная связь (опросы на лекциях и на практических занятиях)	6	10	16
Итого интерактивных занятий	6	10	**16**

Согласована на портале № 12942

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Учебным планом не предусмотрен.

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (28 часов)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Количество часов	ОК, ПК
1	1	Расчёт энергетики канала распространения волн	2	ОПК-3
2	1-4	Контрольная работа «Распространение радиоволн»	2	
3	5	Линии передачи с Т-волнами	2	
4	5	Волноводные линии передачи	2	
5	5	Нагруженные отрезки фидеров	2	
6	5	Узкополосное и широкополосное согласование	2	
7	5-6	Контрольная работа «Фидерные тракты»	2	
8	7	Параметры и характеристики антенн	2	
9	8	Линейные антенны	2	
10	9	Волноводные излучатели и рупорные антенны	2	
11	9	Линзовые антенны	2	
12	9	Зеркальные антенны	2	
13	7-9	Тест «Антенны»	2	
14	7-9	Обсуждение результатов тестирования	2	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (52 часа)

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоёмкость (час.)	Компетенции	Контроль выполнения работы
1.	1 - 9	Проработка лекционного материала.	14	ОПК-3	Конспект, опрос.
2.	1-9	Подготовка к практическим занятиям, контрольным работам, коллоквиуму, тестированию.	38	ОПК-3	Проверка домашних заданий, контрольных работ, тестов.
Всего			**52**		

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрены учебным планом

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 видов самостоятельной работы, предусмотренных программой по дисциплине.

Согласована на портале № 12942

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 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	4	4	4	**12**
Контрольные работы и тесты на практических занятиях	8	8	14	**30**
Выполнение домашних заданий по темам практических занятий	10	10	-	**20**
Компонент своевременности	4	4	-	**8**
Итого максимум за период:	**26**	**26**	**18**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**26**	**52**	**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)**
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

Согласована на портале № 12942

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. (**50**)

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. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Гошин Г.Г. – Томск: ТУСУР. – 2012. – 237с. (учебно-методическое пособие по практическим занятиям). Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795
8. Фатеев А.В. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта антенн и устройств СВЧ [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие – Томск: ТУСУР – 2013. – 100 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3746

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

Согласована на портале № 12942

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.

Автоматизированные рабочие места для расчёта и моделирования устройств СВЧ и антенн расположены в лаборатории ГПО «СВЧ электроника» (ауд. 324, РТК).

Для **самостоятельной работы** используется учебная аудитория (компьютерный класс) ауд.337-Б. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп 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 приема-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

Согласована на портале № 12942

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;
- 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 № 12942

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
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕОРИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

Уровень основной образовательной программы _____Специалитет_____

Специальность 10.05.02 – Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Специализация Защита информации в системах связи и управления

Форма обучения_____очная_____

Факультет _____Безопасности_____

Кафедра Безопасности информационных систем (БИС)_____

Курс ____четвёртый_____ **Семестр** __восьмой___

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Зачет _____ **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**

Экзамен ___8___**семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 12942

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Теория распространения 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 закреплённых за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-3	способность применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач.	**Должен знать:** физические основы теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли; особенности распространения радиоволн в приземном слое, в тропосфере и ионосфере с учётом влияние среды на условия распространения радиоволн различных диапазонов. **Должен уметь:** правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры, выполнить согласование антенно-фидерного тракта для обеспечения надёжной работы системы связи и управления. **Должен владеть:** основными методами расчёта параметров трасы распространения радиоволн и характеристик антенно-фидерных устройств в различных частотных диапазонах.

2. Формирование и реализация компетенций

Компетенция ОПК-3: способность 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	Знает физические основы теории распространения радиоволн в различных	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры, выполнить	основными методами расчёта параметров трасы распространения радиоволн

Согласована на портале № 12942

	средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли; особенности распространения радиоволн в приземном слое, в тропосфере и ионосфере с учётом влияние среды на условия распространения радиоволн различных диапазонов.	согласование антенно-фидерного тракта для обеспечения надёжной работы системы связи и управления.	и характеристик антенно-фидерных устройств в различных частотных диапазонах.
Виды занятий	Лекции Групповые консультации Самостоятельная работа студентов	Лекции Практические занятия Контрольные работы Тестирование Самостоятельная работа студентов	Практические занятия Контрольные работы Тестирование Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	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.	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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	физические основы теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли; особенности распространения радиоволн в приземном слое, в тропосфере и ионосфере с учётом влияние среды на условия распространения радиоволн различных диапазонов	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры, выполнить согласование антенно-фидерного тракта для обеспечения надёжной работы системы связи и управления	основными методами расчёта параметров трасы распространения радиоволн и характеристик антенно-фидерных устройств в различных частотных диапазонах
Хорошо (базовый уровень)	физические основы теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли; особенности распространения радиоволн в приземном слое, в тропосфере и ионосфере	выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	некоторыми методами расчёта основных параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	имеет представление о физических основах теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли, а также об особенностях распространения радиоволн в различных средах	может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры; затрудняется выполнить согласование антенно-фидерного тракта	имеет представление о некоторых методах расчёта параметров и характеристик антенн и фидерных трактов

Согласована на портале № 12942

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

Таблица 4. Показатели и критерии оценивания компетенции

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	физические основы теории распространения радио-волн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли; особенности распростра-нения радиоволн в приземном слое, в тропос-фере и ионосфере с учётом влияние среды на условия распространения радиоволн различных диапазонов	правильно выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры, выполнить согласование антенно-фидерного тракта для обеспечения надёжной работы системы связи и управления	основными методами расчёта параметров трасы распространения радиоволн и характеристик антенно-фидерных устройств в различных частотных диапазонах
Хорошо (базовый уровень)	физические основы теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли; особенности распростра-нения радиоволн в призем-ном слое, в тропосфере и ионосфере	выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры и выполнить согласование антенно-фидерного тракта	некоторыми методами расчёта основных параметров и характеристик антенн, фидерных трактов и входящих в них устройств.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	имеет представление о физических основах теории распространения радиоволн в различных средах, в свободном пространстве и в атмосфере Земли, а также об особенностях распростра-нения радиоволн в различных средах	может выбрать антенну и фидерную линию, оценить их параметры; затрудняется выполнить согласование антенно-фидерного тракта	имеет представление о некоторых методах расчёта параметров и характеристик антенн и фидерных трактов

3. Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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. Темы контрольных работ

1. Распространение радиоволн.
2. Фидерные тракты.
3. Антенны (тесты).

3.2. Тесты «Антенны»

В каждом тесте необходимо отметить позиции правильных ответов.

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

1) распределения поля внутри проводника,

Согласована на портале № 12942

2) температуры внутренних шумов,
3) запасенной 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:

1) среды, в которой находится антенна,

Согласована на портале № 12942

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 трехвитковой конической спиральной антенны.

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

1) у трехвитковой цилиндрической спиральной антенны,
2) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны,
3) у трехвитковой 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.

Согласована на портале № 12942

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.

3.3. Темы 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

Согласована на портале № 12942

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 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.

Согласована на портале № 12942

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:

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. (**50**)

12.3 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. Антенны и фидеры. Сборник задач с формулами и решениями [Электронный ресурс]: Учебное пособие. / Гошин Г.Г. – Томск: ТУСУР. – 2012. – 237с. (учебно-методическое пособие по практическим занятиям). Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2795
8. Фатеев А.В. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта антенн и устройств СВЧ [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие – Томск: ТУСУР – 2013. – 100 с. – Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/3746

Согласована на портале № 12942