МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиолокационные каналы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	17		17	часов
2	Практические занятия	17	18	35	часов
3	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	34	26	60	часов
5	Самостоятельная работа	38	46	84	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	144	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
		2.0	2.0	4.0	З.Е

Зачет: 8 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11165

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от «10» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. РТС _____ Бутько В. А.

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

старший преподаватель каф. РТС _____ Ноздреватых Д. О.

Согласована на портале № 11165

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Радиолокационные каналы» является формирование у студентов знаний, умений и навыков, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в радиолокационных каналах, разрабатывать статистические модели сигналов и помех, проводить количественный анализ влияния среды распространения, объектов локации и источников помех на основные характеристики радиолокационных систем.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение физических и математических моделей процесса формирования сигналов и помех в радиолокационных каналах;

– освоение методов оценки влияния радиолокационных характеристик объектов, среды распространения, естественных и организованных помех на дальность действия и точностные характеристики радиолокационных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиолокационные каналы» (Б1.Б.29.2) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Антенны, Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Радиолокационные сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем, Распространение радиоволн, Статистическая радиотехника, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование радиотехнических систем, Радиолокационные системы сопровождения и наведения, Радиолокационные станции.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-1.4 способностью проводить анализ и синтез радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** структуры радиолокационных каналов для различных видов радиолокации; физические и математические модели элементов радиолокационного канала и процесса формирования сигнала на входе приемного устройства радиолокационной системы; основные эффекты и методы оценки влияния земной поверхности и атмосферы на дальность радиолокационного обнаружения и точность измерения координат целей; источники и характеристики естественных и организованных помех радиолокационным системам;

– **уметь** разрабатывать математические модели сигналов и помех на входе приемного устройства радиолокационной системы; проводить выбор и обоснование статистических моделей полезных и помеховых сигналов и значения параметров этих моделей; оценивать ошибки радиолокационных измерений, обусловленные характеристиками цели и условиями распространения радиоволн; выполнять расчеты наблюдаемости целей на фоне активных и пассивных помех

– **владеть** методами моделирования сигналов и помех на входе приемного устройства радиолокационной системы; методами оценки влияния параметров среды распространения радиоволн и характеристик радиолокационных объектов на дальность действия и точностные характеристики радиолокационных систем и комплексов; методиками расчета наблюдаемости радиолокационных целей на фоне активных и пассивных помех.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		8 семестр	9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	34	26

Согласована на портале № 11165

Лекции	17	17	
Практические занятия	35	17	18
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8		8
Самостоятельная работа (всего)	84	38	46
Выполнение курсового проекта (работы)	46		46
Проработка лекционного материала	14	14	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24	
Всего (без экзамена)	144	72	72
Общая трудоемкость час	144	72	72
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Структура и математические модели радиолокационных каналов	2	1	3	0	6	ПСК-1.4
2	Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	2	1	3	0	6	ПСК-1.4
3	Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	3	4	8	0	15	ПСК-1.4
4	Радиолокационные характеристики распределенных объектов	3	4	8	0	15	ПСК-1.4
5	Влияние среды распространения на формирование радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	3	2	6	0	11	ПСК-1.4
6	Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	3	3	6	0	12	ПСК-1.4
7	Источники и характеристики помех радиолокации	1	2	4	0	7	ПСК-1.4
8	Курсовая работа	0	18	46	0	64	ПСК-1.4
	Итого	17	35	84	8	144	

Согласована на портале № 11165

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Структура и математические модели радиолокационных каналов	Предмет и содержание дисциплины. Понятие радиолокационного канала (РЛК). Структурные схемы РЛК для различных видов локации. Математические модели элементов РЛК. Математическая модель процесса формирования сигнала на входе приемника радиолокационной системы (РЛС).	2	ПСК-1.4
	Итого	2	
2 Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	Общие сведения о радиолокационных объектах. Классификация объектов. Явление вторичного излучения. Комплексный коэффициент отражения цели. Моностатическая и бистатическая диаграммы рассеяния. Поляризационные характеристики радиолокационных объектов. Понятие эффективной площади рассеяния (ЭПР) цели. Дальность действия РЛС в свободном пространстве.	2	ПСК-1.4
	Итого	2	
3 Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	Характеристики вторичного излучения тел простой формы. Искусственные отражатели и противорадиолокационные покрытия. Понятие точечного отражателя. Двухточечная и многоточечная модели объектов сложной формы. Преобразование частотно-временной структуры сигнала движущимися точечной и двухточечной целью. Пространственная структура поля двухточечного вторичного излучателя. Кажущийся центр вторичного излучения цели. Шумы цели: амплитудные, угловые, дальномерные, доплеровские и поляризационные. Ошибки радиолокационных измерений, обусловленные шумами цели. Статистические модели и характеристики сигналов, отраженных	3	ПСК-1.4

Согласована на портале № 11165

	реальными целями. Данные о средних значениях ЭПР радиолокационных целей.		
	Итого	3	
4 Радиолокационные характеристики распределенных объектов	Общая характеристика распределенных объектов. Удельная ЭПР объемно-распределенного объекта и эффективная ЭПР разрешаемого объема. Характеристики рассеяния на гидрометеорах. Рассеяние на облаках дипольных отражателей. Отражения от оптически ненаблюдаемых объектов (ангел-эхо). Статистические характеристики отражений объемно-распределенными объектами: плотности вероятностей амплитуды и ЭПР, энергетические спектры. Физические модели обратного рассеяния радиоволн поверхностно-распределенными объектами. Удельная ЭПР поверхностно-распределенного объекта и мощность отраженного сигнала. Статистические модели, энергетические и спектральные характеристики отражений поверхностно-распределенными объектами. Приближенные эмпирические формулы для расчета удельной ЭПР суши и морской поверхности.	3	ПСК-1.4
	Итого	3	
5 Влияние среды распространения на формирование радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	Диапазоны частот, выделенные для радиолокации. Общая характеристика влияния среды распространения на формирование радиолокационных сигналов. Физические явления при распространении радиоволн (отражение, рассеяние, интерференция, дифракция, рефракция, поглощение). Понятие множителя ослабления поля свободного пространства. Множитель ослабления и уравнение дальности радиолокационного обнаружения цели в приближении плоской гладкой земной поверхности и однородной атмосферы. Учет сферичности земной поверхности. Дальность прямой видимости. Дифракция радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности на поле отраженной волны. Зеркальная и диффузная	3	ПСК-1.4

Согласована на портале № 11165

	компоненты отраженной волны. Эффективный коэффициент отражения. Зоны видимости РЛС. Ошибки измерения угла места цели, обусловленные отражениями от земной поверхности.		
	Итого	3	
6 Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	Электрические свойства атмосферы. Модели вертикального профиля показателя преломления атмосферы. Явление рефракции радиоволн. Виды рефракции. Влияние рефракции на дальность действия РЛС и точность измерения координат цели. Поглощение и рассеяние радиоволн в тропосфере. Удельный коэффициент ослабления. Учет поглощения энергии радиоволн при расчете дальности действия РЛС. Загоризонтное распространение радиоволн. Распространение радиоволн в тропосферных волноводах. Дальнее тропосферное распространение УКВ. Статистические модели загоризонтных сигналов. Энергетические и корреляционные свойства сигналов. Погрешности пеленгования загоризонтных источников излучения. Численные методы моделирования распространения радиоволн с учетом влияния земной поверхности и атмосферы. Системы оперативного прогноза множителя ослабления и зон видимости РЛС.	3	ПСК-1.4
	Итого	3	
7 Источники и характеристики помех радиолокации	Общие сведения о помехах. Активные и пассивные помехи. Естественные и организованные помехи. Способы создания организованных помех. Наблюдаемость целей на фоне пассивных помех. Активные маскирующие помехи. Уравнение дальности действия РЛС при воздействии маскирующих активных помех.	1	ПСК-1.4
	Итого	1	
Итого за семестр		17	
Итого		17	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

Согласована на портале № 11165

обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины									
1	Антенны	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Основы теории радиолокационных систем и комплексов	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Радиолокационные сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Распространение радиоволн	+				+	+		+
5	Статистическая радиотехника	+		+	+			+	
6	Электродинамика	+	+	+	+				
Последующие дисциплины									
1	Проектирование радиотехнических систем	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Радиолокационные системы сопровождения и наведения	+				+	+	+	
3	Радиолокационные станции	+	+	+	+	+	+		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 11165

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПСК-1.4	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Структура и математические модели радиолокационных каналов	Структурные схемы радиолокационных каналов. Представление радиолокационного	1	ПСК-1.4

Согласована на портале № 11165

	канала последовательным соединением линейных многополюсников. Математические модели элементов радиолокационного канала. Формирование сигнала на входе приемной системы РЛС.		
	Итого	1	
2 Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	Классификация и основные характеристики радиолокационных объектов. Диаграмма рассеяния и поляризационные свойства радиолокационного объекта. Понятие ЭПР цели. Расчет диаграммы обратного рассеяния и поляризационной матрицы рассеяния полуволнового вибратора.	1	ПСК-1.4
	Итого	1	
3 Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	ЭПР целей простой формы. Зависимость ЭПР от длины волны. Эффект Доплера в радиолокации. Расчет ширины спектра флуктуаций отраженного сигнала на примере двухточечной цели. Шумы цели. Расчет ошибок измерения координат цели, обусловленные её шумами. Законы распределения амплитуды и мощности сигнала, отраженного сложной целью.	4	ПСК-1.4
	Итого	4	
4 Радиолокационные характеристики распределенных объектов	Понятие удельной ЭПР объемно-распределенного объекта. Расчет энергетических и спектральных характеристик сигналов, отраженных объемно-распределенными объектами. Расчет наблюдаемости (радиолокационного контраста) цели на фоне объемно-распределенных рассеивателей. Понятие удельной ЭПР поверхностно-распределенного объекта.Расчет энергетических характеристик сигналов, отраженных поверхностно-распределенными объектами. Расчет наблюдаемости (радиолокационного контраста) цели на фоне поверхностно-распределенных рассеивателей.Статистические модели сигналов, отраженных распределенными объектами.	4	ПСК-1.4
	Итого	4	
5 Влияние среды распространения на формирование	Влияние земной поверхности на формирование радиолокационного	2	ПСК-1.4

Согласована на портале № 11165

радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	сигнала. Расчет множителя влияния Земли. Расчет и построение зон видимости РЛС. Расчет ошибок измерения угла места цели, обусловленной отражениями от земной поверхности.		
	Итого	2	
6 Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Расчет дальности действия РЛС с учетом рефракции и поглощения радиоволн в атмосфере. Расчет ошибок измерения дальности угловых координат цели, обусловленных рефракцией радиоволн.	3	ПСК-1.4
	Итого	3	
7 Источники и характеристики помех радиолокации	Активные и пассивные помехи радиолокации. Расчет мощности сигнала пассивной помехи. Расчет дальности действия РЛС при воздействии маскирующих активных помех.	2	ПСК-1.4
	Итого	2	
Итого за семестр		17	
9 семестр			
8 Курсовая работа	Выдача заданий на курсовую работу. Основные требования к выполнению курсовой работы и оформлению пояснительной записки. План-график выполнения работы. Анализ задания на курсовую работу. Разработка математической модели. Проведение расчетов. Консультации по выполнению курсовой работы.	18	ПСК-1.4
	Итого	18	
Итого за семестр		18	
Итого		35	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				

Согласована на портале № 11165

1 Структура и математические модели радиолокационных каналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПСК-1.4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	8		
4 Радиолокационные характеристики распределенных объектов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПСК-1.4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	8		
5 Влияние среды распространения на формирование радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-1.4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
6 Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-1.4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
7 Источники и характеристики помех радиолокации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		38		
9 семестр				
8 Курсовая работа	Выполнение курсового	46	ПСК-1.4	Защита курсовых

Согласована на портале № 11165

	проекта (работы)			проектов (работ), Отчет по курсовой работе
	Итого	46		
Итого за семестр		46		
Итого		84		

10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

Содержание курсовой работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
9 семестр		
Целью курсовой работы является систематизация и углубление теоретических знаний и приобретение практических навыков расчета количественных оценок влияния параметров среды распространения радиоволн, характеристик радиолокационных объектов и помех на дальность действия и точностные характеристики радиолокационных систем. Содержание курсовой работы: 1. Изучение и анализ задания на курсовую работу. Составление плана выполнения работы. 2. Проработка теоретического материала по теме работы. 3. Разработка математической модели. 4. Проведение расчетов и анализ результатов. 5. Составление и оформление пояснительной записки.	8	ПСК-1.4
Итого за семестр	8	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– 1. Ошибки радиолокационного измерения координат, обусловленные шумами цели. 2. Ошибки измерения угла места цели, обусловленные отражениями от земной поверхности. 3. Влияние условий распространения радиоволн на зоны видимости РЛС. 4. Атмосферные ошибки радиолокационных измерений. 5. Дальность действия и погрешности измерения координат загоризонтного источника излучения пассивной корабельной РЛС. 6. Дальность действия и зоны видимости РЛС при воздействии маскирующих активных помех.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
8 семестр				
Домашнее задание	20	22	20	62
Конспект самоподготовки	5	5	5	15

Согласована на портале № 11165

Опрос на занятиях	8	8	7	23
Итого максимум за период	33	35	32	100
Нарастающим итогом	33	68	100	100
9 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			30	30
Компонент своевременности	5	5	5	15
Отчет по курсовой работе	15	20	20	55
Итого максимум за период	20	25	55	100
Нарастающим итогом	20	45	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
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. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 334 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664, дата обращения: 23.01.2017.

2. Радиотехнические системы: Учебник для вузов / Ю.М. Казаринов [и др.]; ред. Ю.М. Казаринов. – М.: Академия, 2008. – 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

Согласована на портале № 11165

3. Радиолокационные системы: Учебник для вузов / П. А. Бакулев. – М.: Радиотехника, 2004. – 319 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Я.Д. Ширман [и др.]; ред.: Я.Д. Ширман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Справочник-задачник по радиолокации: справочное издание / В.В. Васин, Б.М. Степанов. – М.: Советское радио, 1977. – 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)
3. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / Боков Л. А., Мандель А. Е., Замотринский В. А. - 2013. 410 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3289, дата обращения: 23.01.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852, дата обращения: 23.01.2017.
2. Радиолокационные системы: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Денисов В. П. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1590, дата обращения: 23.01.2017.
3. Радиотехнические системы: Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 210302.65 «Радиотехника» / Денисов В. П. - 2012. 73 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1202, дата обращения: 23.01.2017.

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. Научно-образовательный портал ТУСУРа https://edu.tusur.ru/.
2. Библиотека ТУСУРа https://lib.tusur.ru/.
3. Поисковые системы сети Интернет.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд.

Согласована на портале № 11165

422. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры ПЭВМ INTEL Celeron - 4 шт.; Телевизор (LED 50" (127 см) Toshiba 50L4353 - 1 шт. Используется лицензионное программное обеспечение: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft Office Visio 2010.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 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

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 приведен в приложении к рабочей программе.

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

Для студентов с инвалидностью 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	Тесты, письменные самостоятельные	Преимущественно проверка

Согласована на портале № 11165

общемедицинским показаниям	работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	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 № 11165

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Радиолокационные каналы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- доцент каф. РТС Бутько В. А.

Зачет: 8 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11165

1. Введение

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

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПСК-1.4	способностью проводить анализ и синтез радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью	Должен знать структуры радиолокационных каналов для различных видов радиолокации; физические и математические модели элементов радиолокационного канала и процесса формирования сигнала на входе приемного устройства радиолокационной системы; основные эффекты и методы оценки влияния земной поверхности и атмосферы на дальность радиолокационного обнаружения и точность измерения координат целей; источники и характеристики естественных и организованных помех радиолокационным системам; ; Должен уметь разрабатывать математические модели сигналов и помех на входе приемного устройства радиолокационной системы; проводить выбор и обоснование статистических моделей полезных и помеховых сигналов и значения параметров этих моделей; оценивать ошибки радиолокационных измерений, обусловленные характеристиками цели и условиями распространения радиоволн; выполнять расчеты наблюдаемости целей на фоне активных и пассивных помех; Должен владеть методами моделирования сигналов и помех на входе приемного устройства радиолокационной системы; методами оценки влияния параметров среды распространения радиоволн и характеристик радиолокационных объектов на дальность действия и точностные характеристики радиолокационных систем и комплексов; методиками расчета наблюдаемости радиолокационных целей на фоне активных и пассивных

Согласована на портале № 11165

		помех.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-1.4

ПСК-1.4: способностью проводить анализ и синтез радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные понятия теории разрешения сигналов, принципы построения и методы анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешаю-щей способностью.	Умеет использовать теоретические знания для решения задач анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью.	Владеет математическим аппаратом, методами исследования и моделирования радиолокационных систем с высоким разрешением.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая	• Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);

Согласована на портале № 11165

	работа);	работа);	
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Домашнее задание; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Зачет; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает математический аппарат теории разрешения сигналов, методы и способы повышения разрешающей способности радиолокационных систем, принципы их построения и перспективы развития.;	• Свободно применяет математический аппарат при решении задач анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью, умеет аргументированно обосновывать выбор метода решения и полученные результаты.;	• Свободно владеет методами анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью, демонстрирует правильное применение методов.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает математический аппарат теории разрешения сигналов, методы и способы повышения разрешающей способности радиолокационных систем, принципы их построения.;	• Применяет математический аппарат при решении задач анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью, умеет обосновывать выбор метода решения и полученные результаты.;	• Владеет навыками анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью при решении типовых задач.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает определения основных понятий теории разрешения сигналов, методы оценки разрешающей способности радиолокационных систем и принципы их построения.;	• Применяет математический аппарат при решении задач анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью.;	• Владеет навыками решения простых задач анализа и синтеза радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью.;

Согласована на портале № 11165

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 следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1. Какие элементы включает в себя радиолокационный канал? Изобразите схематически структуру активного радиолокационного канала. 2. Напишите в общем виде выражение для сигнала на выходе приемной антенны РЛС при наблюдении одиночной сложной цели и воздействии активных и пассивных помех. 3. Дайте классификацию радиолокационных объектов по соотношению между их размерами и размерами разрешаемого РЛС объема. 4. Дайте определение ЭПР цели. Приведите общую формулу для её расчета. От каких факторов зависит ЭПР цели. 5. Почему диаграмма рассеяния уголкового отражателя значительно шире, чем плоского листа? При каких условиях площадь поперечного сечения проводящей сферы можно считать равной её ЭПР? 6. Напишите уравнение дальности действия РЛС в свободном пространстве. Дайте определение входящих в уравнение величин. 7. Поясните физику возникновения шумов цели – амплитудного, углового, дальномерного и скоростного. К чему ведут шумы цели? 8. Объясните причины возникновения флуктуаций ЭПР сложных целей. Какие законы распределения вероятностей используют для описания амплитуды отраженного сигнала и ЭПР цели? 9. Какие параметры используют для характеристики скорости флуктуаций ЭПР цели? 10. Дайте определение удельной ЭПР объемно-распределенной цели. Как рассчитывается ЭПР такой цели? 11. Дайте определение удельной ЭПР поверхностно-распределенной цели. Как рассчитывается ЭПР такой цели? 12. Перечислите диапазоны частот, выделенные для радиолокации. Дайте краткую характеристику особенностей распространения радиоволн каждого из диапазонов. 13. Напишите уравнение дальности действия РЛС с учетом влияния отражений радиоволн от земной поверхности. Объясните причину трудности радиолокационного обнаружения низколетящих целей. 14. Как отражения от земной поверхности влияют на точность измерения угла места цели? 15. В чем заключается явление рефракции радиоволн? Каким образом рефракция радиоволн влияет на дальность действия РЛС и точность измерения координат цели? 16. Каковы физические причины затухания радиоволн в тропосфере? Как оно учитывается при расчете дальности действия РЛС? 17. Дайте определение зоны видимости РЛС. Как учитывается кривизна земной поверхности при построении зоны видимости РЛС? 18. С какими эффектами распространения радиоволн связана возможность обнаружения целей за пределами горизонта? Каковы особенности загоризонтных радиолокационных сигналов? 19. К какому виду помех относятся флуктуации радиоволн, обусловленные случайной неоднородностью среды распространения радиоволн. Перечислите эффекты влияния этих флуктуаций на характеристики радиолокационных сигналов. 20. Назовите основные виды и источники помех радиолокационным системам. Дайте их характеристику. 21. Дайте определение и назовите характеристики естественных и организованных пассивных помех радиолокационных системам. Как рассчитывается наблюдаемость цели на фоне пассивной помехи? 22. Какие методы защиты от пассивных помех существуют и на чем они основаны? 23. Дайте определение и назовите характеристики естественных и организованных активных помех радиолокационных системам. Как рассчитывается наблюдаемость цели на фоне активной помехи? 24. В чем отличие прицельных и заградительных активных помех. Какие существуют методы защиты от активных помех?

3.2 Темы домашних заданий

– Домашние задания выдаются в виде задач из «Справочника-задачника по радиолокации» (см. пункт 2 в разделе 4.2). Ниже приведены примеры типовых задач. 1. Цель представляет собой два одинаковых изотропных точечных отражателя, расположенных на неотражающей штанге длиной L=5 м. Длина волны РЛС равна 5 см. Найти значения углов ориентации цели относительно РЛС, при которых эта цель имеет наибольшую и наименьшую ЭПР. 2. В проектируемой импульсной РЛС требуется обеспечить разрешающую способность по дальности не хуже 3 м, причем с точки зрения обеспечения необходимой дальности обнаружения длительность зондирующего импульса должна быть не менее 10 мкс. Удовлетворяются ли одновременно эти

Согласована на портале № 11165

требования при использовании простого радиоимпульса? Если нет, то какого вида и с какими параметрами следует выбрать зондирующий сигнал для удовлетворения указанным требованиям? 3. Определить значение коэффициента различимости, необходимое для обнаружения цели с ЭПР 10 кв. м на дальности 100 км импульсной РЛС, имеющей следующие характеристики: мощность передатчика 10 кВт, длительность импульса 0,5 мкс, эффективная площадь антенны 0,1 кв. м, рабочая длина волны 3 см, коэффициент шума приемника 5 дБ. 4. В направлении на РЛС движется автомобиль. Определить доплеровское смещение частоты отраженного сигнала, если скорость движения автомобиля лежит в пределах от 10 до 50 км/ч, а длина волны РЛС равна 3 см. Какие требования должны быть предъявлены к стабильности частоты высокочастотного генератора РЛС, если допустимы уходы частоты не более 15% от измеряемого доплеровского смещения частоты? 5. Определите максимальную частоту в спектре амплитудных флуктуаций сигналов, отраженных от самолета, летящего со скоростью 300 м/с и совершающего вираж с ускорением 19,6 м/с2, если длина самолета 30 м, а длина волны РЛС 10 см. 6. Будет ли наблюдаться цель с ЭПР 10 кв. м, находящаяся на дальности 20 км на индикаторе РЛС, если она прикрывается заградительной помехой в полосе частот 1000 МГц? Мощность передатчика помех 1 кВт, коэффициент усиления антенны передатчика помех принять равным единице. Характеристики РЛС: мощность передатчика 500 кВт, коэффициент усиления антенны 1500, длительность зондирующего импульса 0,5 мкс. Обнаружение цели происходит при соотношении сигнал/помеха не менее два. 7. Как изменится отношение сигнал/помеха на входе приемника РЛС, если при прочих равных условиях длительность зондирующего импульса уменьшилась в 5 раз? Полоса пропускания приемника РЛС согласована с соответствующей длительностью импульса. Постановщик помех (станция помех) совмещена с целью и формирует заградительную широкополосную помеху с равномерной спектральной плотностью мощности. 8. Самолетная РЛС с учетом поглощения энергии радиоволн в атмосфере должна иметь дальность действия 50 км. Какова должна быть дальность действия в свободном пространстве, если длина волны равна 1,5 см и учитывается поглощение в дожде интенсивностью 4 мм/ч и в кислороде воздуха на всей дальности действия РЛС? 9. Рассчитайте среднеквадратическую погрешность измерения угловой координаты, вызываемую угловым шумом цели, если характерный размер цели равен 15 м. Расчеты выполнить для дальностей цели 1, 5 и 10 км. Определите дальность, на которой эта погрешность соизмерима с флуктуационной погрешностью, равной 0,01 град. 10. Источник помех обеспечивает создание заградительной шумовой помехи с равномерной спектральной плотностью мощности в полосе частот 10 МГц. Во сколько раз изменится спектральная плотность мощности шумовой помехи и дальность действия передатчика помех, если помеху создавать в полосе 5 МГц при той же мощности передатчика? 11. Будет ли РЛС наблюдать самолет с ЭПР 5 м2, находящийся на дальности 20 км, если он приближается под прикрытием заградительной помехи из зоны барражирования. Дальность до постановщика помех составляет 100 км. Помеха вводится через первый боковой лепесток ДНА РЛС. Характеристики РЛС: мощность передатчика РЛС 70 кВт, коэффициент усиления антенны 2000, уровень первого бокового лепестка минус 15 дБ, длительность зондирующего импульса 0,25 мкс, коэффициент подавления РЛС равен 2. Характеристики постановщика помех: мощность передатчика помех 100 Вт, коэффициент усиления антенны 0,5, полоса помехи 100 МГц.

3.3 Темы опросов на занятиях

– Структурные схемы РЛК для различных видов локации. Математическая модель процесса формирования сигнала на входе приемника радиолокационной системы. Явление вторичного излучения. Моностатическая и бистатическая диаграммы рассеяния цели. Понятие эффективной площади рассеяния (ЭПР) цели. Дальность действия РЛС в свободном пространстве. ЭПР тел простой формы. Понятие точечного отражателя. Двухточечная и многоточечная модели объектов сложной формы. Кажущийся центр вторичного излучения цели. Шумы цели: амплитудные, угловые, дальномерные, доплеровские и поляризационные. Ошибки радиолокационных измерений, обусловленные шумами цели. Статистические модели и характеристики сигналов, отраженных реальными целями. Удельная ЭПР объемно-распределенного объекта и эффективная ЭПР разрешаемого объема. Характеристики рассеяния на гидрометеорах. Рассеяние на облаках дипольных отражателей. Удельная ЭПР поверхностно-распределенного объекта и мощность отраженного сигнала. Статистические модели и характеристики сигналов, отраженных объемно- и пространственно-распределенными объектами.

Согласована на портале № 11165

Диапазоны частот, выделенные для радиолокации. Общая характеристика влияния среды распространения на формирование радиолокационных сигналов. Физические явления при распространении радиоволн. Понятие множителя ослабления поля свободного пространства. Уравнение дальности радиолокационного обнаружения цели с учетом отражений от земной поверхности. Учет сферичности земной поверхности. Дальность прямой видимости. Влияние неровностей земной поверхности на поле отраженной волны. Зеркальная и диффузная компоненты отраженной волны. Зоны видимости РЛС. Ошибки измерения угла места цели, обусловленные отражениями от земной поверхности. Модели вертикального профиля показателя преломления атмосферы. Явление рефракции радиоволн. Влияние рефракции на дальность действия РЛС и точность измерения координат цели. Поглощение и рассеяние радиоволн в тропосфере. Учет поглощения энергии радиоволн при расчете дальности действия РЛС. Загоризонтное распространение радиоволн. Распространение радиоволн в тропосферных волноводах. Дальнее тропосферное распространение УКВ. Статистические модели загоризонтных сигналов. Погрешности пеленгования загоризонтных источников излучения. Численные методы моделирования распространения радиоволн с учетом влияния земной поверхности и атмосферы. Системы оперативного прогноза множителя ослабления и зон видимости РЛС. Активные и пассивные помехи. Естественные и организованные помехи. Наблюдаемость целей на фоне пассивных помех. Активные маскирующие помехи. Уравнение дальности действия РЛС при воздействии маскирующих активных помех.

3.4 Зачёт

– Структура и математические модели радиолокационных каналов. Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов. Радиолокационные характеристики объемно-распределенных объектов. Радиолокационные характеристики поверхностно-распределенных объектов. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Влияние земной поверхности на формирование радиолокационного сигнала. Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала. Естественные и организованные помехи радиолокации.

3.5 Темы курсовых проектов (работ)

– 1. Ошибки радиолокационного измерения координат, обусловленные шумами цели. 2. Ошибки измерения угла места цели, обусловленные отражениями от земной поверхности. 3. Влияние условий распространения радиоволн на зоны видимости РЛС. 4. Атмосферные ошибки радиолокационных измерений. 5. Дальность действия и погрешности измерения координат загоризонтного источника излучения пассивной корабельной РЛС. 6. Дальность действия и зоны видимости РЛС при воздействии маскирующих активных помех.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 334 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664, свободный.

2. Радиотехнические системы: Учебник для вузов / Ю.М. Казаринов [и др.]; ред. Ю.М. Казаринов. – М.: Академия, 2008. – 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Радиолокационные системы: Учебник для вузов / П. А. Бакулев. – М.: Радиотехника, 2004. – 319 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Я.Д. Ширман [и др.]; ред.: Я.Д. Ширман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Справочник-задачник по радиолокации: справочное издание / В.В. Васин, Б.М. Степанов. – М.: Советское радио, 1977. – 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

Согласована на портале № 11165

3. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / Боков Л. А., Мандель А. Е., Замотринский В. А. - 2013. 410 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3289, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852, свободный.
2. Радиолокационные системы: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Денисов В. П. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1590, свободный.
3. Радиотехнические системы: Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 210302.65 «Радиотехника» / Денисов В. П. - 2012. 73 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1202, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа https://edu.tusur.ru/.
2. Библиотека ТУСУРа https://lib.tusur.ru/.
3. Поисковые системы сети Интернет.

Согласована на портале № 11165