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 системы с синтезированием апертуры антенн

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: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
Лекции	36	36	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	18	18	часов
Всего аудиторных занятий	72	72	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Всего (без экзамена)	108	108	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
	4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10489

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	_____	Великанова Е. П.
ст. преподаватель каф. РТС	_____	Ноздреватых Б. Ф.
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:

профессор каф. РТС	_____	Тисленко В. И.

Согласована на портале № 10489

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов с вопросами обработки сигналов бортовых РЛС с синтезированной апертурой антенны (РСА) как при прямолинейной, так и при криволинейной траекториях полета носителя РЛС.

Дать представление о работе каждого блока в составе РЛС с синтезированной апертурной антенны и их взаимодействии друг с другом.

1.2. Задачи дисциплины

– Дать знания об истории появления систем с синтезированной апертурой антенны, их преимуществах и недостатках перед другими системами.

– Пояснить принцип работы РСА и его математическое описание

– Ознакомить с расчетом тактико-технических характеристик РСА

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиолокационные системы с синтезированием апертуры антенн» (Б1.Б.29.5) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Антенные решетки в радиолокационных системах, Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Радиолокационные сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-1.3 способностью разрабатывать алгоритмы обработки радиолокационной информации;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** Методы радиолокационного обзора местности; принцип работы систем на основе РСА их преимущества и недостатки; алгоритмы обработки сигнала в РСА; методы распознавания объектов местности; методы компенсации траекторных нестабильностей; методы селекции движущихся целей.

– **уметь** Рассчитать дальность действия РСА; изобразить функцию неопределённости зондирующего сигнала; рассчитать параметры согласованного фильтра для обработки принятого сигнала

– **владеть** алгоритмом обработки сигнала в РСА; алгоритмом компенсации траекторных нестабильностей; алгоритмом инверсного синтезирования,

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
		9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10
Проработка лекционного материала	12	12

Согласована на портале № 10489

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

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	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Радиовидение, история вопроса и принцип работы	2	0	0	1	3	ПСК-1.3
2	Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	2	4	5	6	17	ПСК-1.3
3	Характеристики объектов радиолокационной съемки	2	0	0	1	3	ПСК-1.3
4	Дальность действия РСА	4	2	0	2	8	ПСК-1.3
5	Функция неопределенности зондирующего сигнала	2	2	0	3	7	ПСК-1.3
6	Структурная схема РСА землеобзора	3	0	0	1	4	ПСК-1.3
7	Алгоритмы обработки сигналов РСА	5	4	9	8	26	ПСК-1.3
8	Система компенсации траекторных нестабильностей	6	2	4	7	19	ПСК-1.3
9	Распознавание объектов и точность оценки координат	4	2	0	3	9	ПСК-1.3
10	Помехозащищенность и скрытность работы РСА	4	2	0	3	9	ПСК-1.3
11	Режим селекции движущихся целей	2	0	0	1	3	ПСК-1.3
	Итого	36	18	18	36	108	

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

Согласована на портале № 10489

9 семестр			
1 Радиовидение, история вопроса и принцип работы	Введение. Основные определения. Преимущества и недостатки радиовидения. Задачи, решаемые с помощью радиовидения. Существующие системы с РСА и их характеристики.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	Принцип действия РЛС бокового обзора и функциональная схема. Эпюры сигналов на выходе системы и её разрешающая способность. Принцип действия РСА и его разрешающая способность.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
3 Характеристики объектов радиолокационной съемки	Общие положения. Возможные исследовательские задачи.Отражающая способность подстилающей поверхности. Влияние длины волны и поляризации на отражательные характеристики. Спекл-шум и методы борьбы с ним.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
4 Дальность действия РСА	Характеристики объектов и виды задач обнаружения. Характеристики удельной ЭПР различных поверхностей.Картографирование. Основное уравнение радиолокации. Обнаружение точечной цели на слабоотражающем фоне. Обнаружение точечной цели на сильноотражающем фоне. Обнаружение цели с отрицательным контрастом.	4	ПСК-1.3
	Итого	4	
5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	Основные определения. Вид функции неопределенности без учета ДН. Неоднозначность оценки дальности и угла азимута. Функция неопределенности с учетом ДН антенны, виды обзора.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
6 Структурная схема РСА землеобзора	Принципы построения РСА землеобзора. Структурная схема. Параметры приемопередающего тракта. Виды модуляции зондирующего сигнала. Выбор параметров антенной системы.	3	ПСК-1.3
	Итого	3	
7 Алгоритмы обработки сигналов	Траекторный сигнал и этапы его	5	ПСК-1.3

Согласована на портале № 10489

РСА	обработки. Алгоритм согласованной фильтрации. Угловое и линейное разрешение по азимуту. Способы формирования радиолокационного изображения (построчный и покадровый). Цифровая обработка траекторного сигнала. Учет миграции сигналов целей по дальности и способы её устранения.		
	Итого	5	
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Траекторный сигнал от точечного объекта. Влияние искажений траекторного сигнала на характеристики изображения. Влияние рельефа местности и геометрические искажения радиолокационного изображения. Компенсация траекторных искажений с помощью инерциальной системы навигации. Методы автофокусировки.	6	ПСК-1.3
	Итого	6	
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	Дешифрование радиолокационных изображений. Объекты радиолокационной разведки и их опознавательные признаки.Особенности распознавания земной и водной поверхности. Особенности радиолокационного изображения перед оптическим.	4	ПСК-1.3
	Итого	4	
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	Общие сведения.Скрытность работы РСА. Основные характеристики РТР. Основные способы повышения скрытности РСА. Энергетические показатели скрытности работы РСА. Помехоустойчивость РСА.	4	ПСК-1.3
	Итого	4	
11 Режим селекции движущихся целей	Общие сведения. Методы селекции движущихся целей.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
Итого за семестр		36	

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и 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	9	10	11

Согласована на портале № 10489

Предшествующие дисциплины											
1	Антенные решетки в радиолокационных системах		+								
2	Основы теории радиолокационных систем и комплексов	+	+		+		+				
3	Радиолокационные сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем		+						+		
4	Цифровая обработка сигналов							+			+

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

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПСК-1.3	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Расчетная работа

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
2 Сравнение РЛС бокового обзора	Моделирование импульсного	5	ПСК-1.3

Согласована на портале № 10489

(РБО) и РСА	активного радара в среде MatLab. Знакомство со встроенными функциями, позволяющие осуществить имитацию распространения сигнала и отражения от точечной цели с произвольной ЭПР. Сравнительный анализ когерентного и некогерентного накопления сигнала.		
	Итого	5	
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	Моделирование сжатия сигнала по времени (согласованная фильтрация). Анализ выходного сигнала при различных параметрах системы. Теоретический расчет разрешения по дальности и сравнение с полученными значениями при моделировании.	5	ПСК-1.3
	Моделирование сжатия сигнала по азимуту в РСА. Анализ характеристики радиолокационного изображения. Расчет теоретической разрешающей способности по азимуту и её сравнение с полученной при моделировании. Влияние характеристик системы на вид изображения.	4	
	Итого	9	
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Моделирование траекторных нестабильностей. Анализ их влияния на качество итогового изображения. Расчет теоретического уровня искажений изображения и сравнение с полученным при моделировании.	4	ПСК-1.3
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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
9 семестр			
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	Оценка дальности и разрешающая способность по дальности для РБО и РСА. Оценка азимута и разрешающая способность по азимуту для РБО и РСА.	4	ПСК-1.3
	Итого	4	

Согласована на портале № 10489

4 Дальность действия РСА	Расчет дальности действия РСА для различных типов задач.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	Расчет неоднозначности оценки дальности и угла азимута.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	Расчет параметров согласованного фильтра в РСА.	2	ПСК-1.3
	Алгоритм устранения миграции по дальности	2	
	Итого	4	
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Расчет параметров алгоритма автофокусировки.	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	Расчет точности оценки координат	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	Расчет характеристик скрытной работы	2	ПСК-1.3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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
9 семестр				
1 Радиовидение, история вопроса и принцип работы	Проработка лекционного материала	1	ПСК-1.3	Опрос на занятиях
	Итого	1		
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	6		
3 Характеристики объектов радиолокационной съемки	Проработка лекционного материала	1	ПСК-1.3	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Итого	1		

Согласована на портале № 10489

4 Дальность действия РСА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-1.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.3	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
6 Структурная схема РСА землеобзора	Проработка лекционного материала	1	ПСК-1.3	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Итого	1		
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-1.3	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.3	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	7		
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.3	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.3	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа

Согласована на портале № 10489

	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
11 Режим селекции движущихся целей	Проработка лекционного материала	1	ПСК-1.3	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		36		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		72		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
9 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Конспект самоподготовки	1	1		2
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе	5	5	10	20
Расчетная работа	3	3	3	9
Итого максимум за период	22	22	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	44	70	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.

Согласована на портале № 10489

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: 17.01.2017.

2. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2016. 160 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6554, дата обращения: 17.01.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Статистическая теория обнаружения сигналов / К. Хелстром. - М. : Издательство иностранной литературы, 1963. - 431 с. : ил. - Пер. с англ. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

2. Основы теории обнаружения радиолокационных сигналов и измерения их параметров : / Я. Д. Ширман, В. Н. Голиков. - М. : Советское радио, 1963. - 277, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 272-274. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

3. Цифровая обработка радиолокационной информации : монография / С. З. Кузьмин. - М. : Советское радио, 1967. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 389-391. -Имен. указ.: с. 392. -Предм. указ.: с. 393-396. - Б. ц (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4. Применение цифровой обработки сигналов : Пер. с англ. / Ред. Э. Оппенгейм, Пер. А. М. Рязанцев. - М. : Мир, 1980. - 550[2] с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - (в пер.) : Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

5. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли : учебное пособие / Г. С. Кондратенков, А. Ю. Фролов ; ред. : Г. С. Кондратенков. - М. : Радиотехника, 2005. - 368 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

6. Справочник-задачник по радиолокации : справочное издание / В. В. Васин, Б. М. Степанов. - М. : Советское радио, 1977. - 315[5] с. : ил. - Библиогр.: с. 310-316 (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

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: 17.01.2017.

2. Радиотехнические системы: Методические указания по выполнению самостоятельной работы / Масалов Е. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1607, дата обращения: 17.01.2017.

3. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс]

Согласована на портале № 10489

- Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196, дата обращения: 17.01.2017.

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. Matlab, Internet

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. 423. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 423. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. 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

Согласована на портале № 10489

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 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;

Согласована на портале № 10489

– 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 № 10489

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 системы с синтезированием апертуры антенн

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: **5**
Семестр: **9**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- доцент каф. РТС Великанова Е. П.
- ст. преподаватель каф. РТС Ноздреватых Б. Ф.

Экзамен: 9 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10489

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-1.3	способностью разрабатывать алгоритмы обработки радиолокационной информации	Должен знать Методы радиолокационного обзора местности; принцип работы систем на основе РСА их преимущества и недостатки; алгоритмы обработки сигнала в РСА; методы распознавания объектов местности; методы компенсации траекторных нестабильностей; методы селекции движущихся целей.; Должен уметь Рассчитать дальность действия РСА; изобразить функцию неопределённости зондирующего сигнала; рассчитать параметры согласованного фильтра для обработки принятого сигнала ; Должен владеть алгоритмом обработки сигнала в РСА; алгоритмом компенсации траекторных нестабильностей; алгоритмом инверсного синтезирования, ;

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	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 10489

		задач	

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-1.3

ПСК-1.3: способностью разрабатывать алгоритмы обработки радиолокационной информации.

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	алгоритмы сжатия сигнала по дальности в импульсном радаре; алгоритмы сжатия сигнала по азимуту в РСА; алгоритмы селекции движущихся целей	применять согласованную фильтрацию для сжатия сигнала по времени; применять согласованную фильтрацию для сжатия сигнала по частоте; применять цифровую обработку радиолокационных сигналов с синтезированной апертурой антенн	принципами радиолокационного обзора в РСА; принципами построения радиолокационных систем исследования земли;методами распознавания объектов подстилающей поверхности
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Расчетная работа; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Зачет; • Расчетная работа; • Экзамен;

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)	• алгоритмы сжатия сигнала по дальности в импульсном радаре;	• применять согласованную фильтрацию для сжатия	• принципами радиолокационного обзора в РСА;

Согласована на портале № 10489

	• алгоритмы сжатия сигнала по азимуту в РСА; • алгоритмы селекции движущихся целей;	сигнала по времени;; • применять согласованную фильтрацию для сжатия сигнала по частоте; • применять цифровую обработку радиолокационных сигналов с синтезированной апертурой антенн;	• принципами построения радиолокационных систем исследования земли; • методами распознавания объектов подстилающей поверхности;
Хорошо (базовый уровень)	• алгоритмы сжатия сигнала по дальности в импульсном радаре; • алгоритмы сжатия сигнала по азимуту в РСА;	• применять согласованную фильтрацию для сжатия сигнала по времени;; • применять согласованную фильтрацию для сжатия сигнала по частоте;	• принципами радиолокационного обзора в РСА; • принципами построения радиолокационных систем исследования земли;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• алгоритмы сжатия сигнала по дальности в импульсном радаре;	• применять согласованную фильтрацию для сжатия сигнала по времени;;	• принципами построения радиолокационных систем исследования земли;

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

– Принцип работы РСА; разрешающая способность по времени и частоте; функция неопределённости зондирующего сигнала; дальность действия РСА.

3.2 Зачёт

– Принцип работы радара с синтезированной апертурой антенны; методы компенсации траекторных нестабильностей; селекция движущихся целей в РСА; функция неопределенности зондирующего сигнала в РСА.

3.3 Темы домашних заданий

– Методы обратного (инверсного) синтезирования

3.4 Темы опросов на занятиях

– Принцип работы РСА; разрешающая способность по времени и частоте; функция неопределённости зондирующего сигнала; дальность действия РСА

3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. РЛС бокового обзора и РЛС с синтезированной апертурой антенны. Принцип работы, основные характеристики (разрешающая способность, дальность действия), сравнительный анализ. 2. Характеристики объектов радиолокационной съемки (тип рассеяния, зависимость от длины волны, влияние поляризации, спекл-шум). 3. Задача обнаружения целей в РСА (обнаружение на слабоотражающем фоне, режим картографирования, обнаружение на сильноотражающем фоне, обнаружение цели с отрицательным контрастом). 4. Функция неопределённости зондирующего сигнала в РСА без учёта ДН и с учётом ДН. Неоднозначность измерений. 5. Структурная схема РСА землеобзора, описание функций основных блоков. Выбор

Согласована на портале № 10489

параметров зондирующего сигнала и антенной системы. 6. Обработка траекторного сигнала в РСА (этапы обработки, согласованная фильтрация). 7. Миграции целей по дальности, её устранение. Геометрически искажения изображения. 8. Система компенсации траекторных нестабильностей в РСА землеобзора (влияние амплитудных и фазовых искажений, инерциальная система навигации). 9. Алгоритмы автофокусировки изображения в РСА. 10. Дешифрование РЛИ в РСА. Объекты радиолокационной разведки и их опознавательные признаки (портреты). 11. Помехозащищенность, пути достижения помехозащищенности. Скрытность работы, способы повышения скрытности. 12. Помехоустойчивость в РСА. Виды преднамеренных помех. Влияние шумовой помехи на дальность действия. 13. Селекция движущихся целей в РСА. Типы задач СДЦ. Методы СДЦ.

3.6 Темы контрольных работ

– Преимущество РЛС с синтезированной апертурой по сравнению с обычной;Преимущество радиовидения по сравнению с оптическими системами; Чему равно разрешение по дальности для РСА; Чему равно линейное разрешение по азимуту для РСА; Записать какой пропорциональностью связано ОСШ и дальность действия в РСА; Записать какой пропорциональностью связано ОСШ и разрешение по азимуту dl в РСА; Блок-схема обработки траекторного сигнала методом прямой свертки; Блок-схема обработки траекторного сигнала методом быстрой свертки; К чему приводят линейные искажения фазы сигнала из-за траекторных нестабильностей?; Что такое миграция по дальности; Перечислить распознавательные признаки РСА изображения (портреты) и кратко пояснить в чем они заключаются; Алгоритмы автофокусировки. Для чего нужны и в чём заключается принцип их работы; Основные направления повышения скрытности работы РСА; Что такое дальность скрытной работы и такое помехоустойчивость? Виды преднамеренных помех и в чем они состоят.

3.7 Темы расчетных работ

– Рассчитать и построить зависимость разрешения по азимуту для РЛС бокового обзора, для фокусированной РСА и для нефокусированной РСА.

3.8 Темы лабораторных работ

– Моделирование импульсного активного радара в среде MatLab. Знакомство со встроенными функциями, позволяющие осуществить имитацию распространения сигнала и отражения от точечной цели с произвольной ЭПР. Сравнительный анализ когерентного и некогерентного накопления сигнала.

– Моделирование сжатия сигнала по времени (согласованная фильтрация). Анализ выходного сигнала при различных параметрах системы. Теоретический расчет разрешения по дальности и сравнение с полученными значениями при моделировании.

– Моделирование сжатия сигнала по азимуту в РСА. Анализ характеристики радиолокационного изображения. Расчет теоретической разрешающей способности по азимуту и её сравнение с полученной при моделировании. Влияние характеристик системы на вид изображения.

– Моделирование траекторных нестабильностей. Анализ их влияния на качество итогового изображения. Расчет теоретического уровня искажений изображения и сравнение с полученным при моделировании.

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. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2016. 160 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6554,

Согласована на портале № 10489

свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Статистическая теория обнаружения сигналов / К. Хелстром. - М. : Издательство иностранной литературы, 1963. - 431 с. : ил. - Пер. с англ. - Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)
2. Основы теории обнаружения радиолокационных сигналов и измерения их параметров : / Я. Д. Ширман, В. Н. Голиков. - М. : Советское радио, 1963. - 277, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 272-274. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)
3. Цифровая обработка радиолокационной информации : монография / С. З. Кузьмин. - М. : Советское радио, 1967. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 389-391. -Имен. указ.: с. 392. -Предм. указ.: с. 393-396. - Б. ц (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
4. Применение цифровой обработки сигналов : Пер. с англ. / Ред. Э. Оппенгейм, Пер. А. М. Рязанцев. - М. : Мир, 1980. - 550[2] с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - (в пер.) : Б. ц. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)
5. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли : учебное пособие / Г. С. Кондратенков, А. Ю. Фролов ; ред. : Г. С. Кондратенков. - М. : Радиотехника, 2005. - 368 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
6. Справочник-задачник по радиолокации : справочное издание / В. В. Васин, Б. М. Степанов. - М. : Советское радио, 1977. - 315[5] с. : ил. - Библиогр.: с. 310-316 (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

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. Радиотехнические системы: Методические указания по выполнению самостоятельной работы / Масалов Е. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1607, свободный.
3. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Matlab, Internet

Согласована на портале № 10489