

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Радиолокационные сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

### 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:

профессор кафедры каф. РТС \_\_\_\_\_ Тисленко В. И.

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 кафедры ТУСУР \_\_\_\_\_ Денисов В. П.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

освоение теоретических принципов построения современных радиолокационных и навигационных систем, обладающих высокими показателями по точности измерения параметров движения объектов и их разрешающей способности;

освоении технических способов и методов обработки сигналов, обеспечивающих достижение потенциальных характеристик разрешения радиосигналов по информативным параметрам

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучить структуру и параметры частотно-временной автокорреляционной функции зондирующих радиосигналов и их взаимосвязь с параметрами сигнала;

– изучить закономерности преобразования различных типов радиосигналов при согласованной фильтрации и частотно-временной корреляционной обработке;

– изучить основные положения теории и практики пространственно-временной обработки сигналов при многоканальном приеме с использованием фазированных антенных решеток;

– изучить технологию обработки радиосигналов в РЛС с синтезированной апертурой

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиолокационные сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем» (Б1.Б.29.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика 1. Высшая математика, Математика 2. Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике, Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Радиотехнические цепи и сигналы.

Последующими дисциплинами являются: Антенные решетки в радиолокационных системах, Радиолокационные системы с синтезированием апертуры антенн.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-1.2 способностью оптимизировать структуру радиолокационных систем в соответствии с выбранными (или заданными) критериями качества;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** соотношения определяющие взаимосвязь частотно-временных параметров радиосигнала с величиной потенциальной разрешающей способности РЛС по дальности и радиальной скорости; сущность принципа неопределенности в радиолокации; принцип технологии обработки радиосигналов в РЛС с синтезированной апертурой;

– **уметь** объяснить преимущества использования сигналов со сложной модуляцией в современных радиосистемах локации, навигации и связи; представить структуру устройств обработки сигналов, которая реализует потенциальные возможности РЛС по точности оценок координат и разрешающей способности по задержке и частотному сдвигу для типовых моделей;

– **владеть** научной терминологией при решении задач анализа и синтеза РЛ систем с высокой разрешающей способностью

## 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
		7 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	5	5
Проработка лекционного материала	15	15
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	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
7 семестр						
1 Цели и задачи курса "РС и разрешающая способность РЛС". Проблема разрешения радиосигналов по параметрам.	4	3	0	4	11	ПСК-1.2
2 Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала	4	3	12	6	25	ПСК-1.2
3 Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.	4	3	0	5	12	
4 Функция неопределенности (ФН) типовых радиосигналов.	8	4	0	10	22	
5 Многоканальный прием сигналов с использованием ФАР.	6	3	6	5	20	
6 РЛС с синтезированной апертурой.	10	2	0	6	18	
Итого за семестр	36	18	18	36	108	
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
7 семестр			
1 Цели и задачи курса "РС и разрешающая способность РЛС". Проблема разрешения радиосигналов по параметрам.	Зондирующий сигнал. Задачи различения и разрешения сигналов на входе приемника. Квадратичная мера различия по параметру двух радиосигналов.	4	ПСК-1.2
	Итого	4	
2 Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала	Узкополосный сигнал; структура частотно-временной корреляционной функции, квадратурные компоненты корреляционной функции.	4	
	Итого	4	
3 Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.	Параметры, определяющие ширину главных сечений ФН и их взаимосвязь с системными параметрами радиосигнала.	4	
	Итого	4	
4 Функция неопределенности (ФН) типовых радиосигналов.	Простая и сложная модуляция; сигналы с ЛЧМ и ФКМ модуляцией. ФН периодической последовательности радиоимпульсов. Когерентная и некогерентная пачки радиосигналов. Согласованный линейный фильтр. Свойства и форма сигнала на выходе фильтра. Корреляционный приемник. Разрешение объектов по дальности. Разрешение объектов по радиальной скорости. Совместное разрешение по дальности и скорости.	8	
	Итого	8	
5 Многоканальный прием сигналов с использованием ФАР.	Пространственно-частотно-временная корреляционная функция поля на входе приемной антенны. Пространственные частоты и угловой спектр. Пространственно-временная обработка; пространственное разрешение объектов по угловым координатам и угловым скоростям. РЛС бокового обзора на воздушном носителе.	6	

	Итого	6	
6 РЛС с синтезированной апертурой.	Траекторный сигнал. Когерентная обработка. Доплеровское обнаружение диаграммы направленности антенны. Структура вычислителя.	10	
	Итого	10	
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 представлены 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
Предшествующие дисциплины						
1 Математика 1. Высшая математика		+	+	+	+	+
2 Математика 2. Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике	+		+	+	+	
3 Основы теории радиолокационных систем и комплексов	+	+	+	+	+	+
4 Радиотехнические цепи и сигналы	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Антенные решетки в радиолокационных системах					+	
2 Радиолокационные системы с синтезированием апертуры антенн						+

### 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-1.2	+	+	+	+	Экзамен, Защита отчета, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала	Изучение процессов обработки радиосигналов при оптимальной согласованной фильтрации. Сигнал с простой модуляцией. Лабораторная работа изложена в учебном пособии "Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах" (глава 7).	6	ПСК-1.2
	Изучение процессов обработки радиосигналов при оптимальной согласованной фильтрации. Сигналы со сложной модуляцией ФКМ и ЛЧМ. Лабораторная работа изложена в учебном пособии "Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах" (глава 7).	6	
	Итого	12	
5 Многоканальный прием сигналов с использованием ФАР.	Разрешение объектов при обнаружении. Простые и сложные сигналы. Лабораторная работа изложена в учебном пособии "Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах" (глава 7).	6	
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

## 8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Цели и задачи курса "РС и разрешающая способность РЛС".	Обсуждение типичных задач в сфере обороноспособности страны ,	3	ПСК-1.2

Проблема разрешения радиосигналов по параметрам.	мониторинга состояния земной поверхности и природных ресурсов, связанных с необходимостью повышения разрешающей способности средств радиолокационного наблюдения. Зондирующий сигнал и характеристики его информативности. Мера различия сигналов по информативным параметрам.		
	Итого	3	
2 Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала	Узкополосный радиосигнал, квадратурные компоненты сигнала. Комплексное представление сигнала. Простые и сложные сигналы. Структура частотно-временной корреляционной функции ( ЧВКФ ) зондирующего сигнала. Квадратурные компоненты ЧВКФ .	3	
	Итого	3	
3 Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.	Функция неопределенности (ФН) радиосигнала. Параметры ФН, определяющие ширину ее главных сечений и их связь с параметрами радиосигнала. Требования к уровню боковых лепестков.	3	
	Итого	3	
4 Функция неопределенности (ФН) типовых радиосигналов.	Структура ФН для сигнала с простой модуляцией. ФН сигналов с ЛЧМ и ФКМ.Согласованный фильтр. Способы его реализации. Оптимальная обработка когерентной и некогерентной пачки сигналов на входе приемника.Разрешение сигналов по временной задержке (дальности ).Разрешение сигналов по частоте (радиальной скорости).Совместное разрешение объектов по дальности и скорости.	4	
	Итого	4	
5 Многоканальный прием сигналов с использованием ФАР.	Многочувствительные фазированные антенные решетки (ФАР). Диаграммообразующие схемы. Проблемы разрешения сигналов в РЛС с ФАР. Пространственно-временная обработка сигналов в РЛС с ФАР. Требования к уровню боковых лепестков .	3	
	Итого	3	
6 РЛС с синтезированной апертурой.	Соотношения , определяющие параметры траекторного сигнала от точечного объекта. Технология	2	



	когерентной обработки траекторного сигнала. Предельные характеристики разрешения объектов на поверхности Земли. Основные соотношения и требования к элементам РЛС с синтезированной апертурой.		
	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
7 семестр				
1 Цели и задачи курса "РС и разрешающая способность РЛС". Проблема разрешения радиосигналов по параметрам.	Проработка лекционного материала	4	ПСК-1.2	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	4		
2 Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3		Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
4 Функция неопределенности (ФН) типовых радиосигналов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3		Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Итого	10		
5 Многоканальный прием сигналов с использованием ФАР.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3		Опрос на занятиях, Экзамен

	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
6 РЛС с синтезированной апертурой.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3		Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	6		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

### 9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Частотно-временная корреляционная функция (ЧВКФ) - мера различия двух сигналов по временной задержке и частотному сдвигу спектра.
2. Структура ЧВКФ узкополосных радиосигналов. Квадратурные компоненты ЧВКФ. Синхронный детектор.
3. Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.

### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Разрешение радиосигналов по информативным параметрам. Особенность задач разрешения в РЛС обзора воздушного пространства и РЛС обзора земной поверхности.
2. Постановка задачи разрешения радиосигналов при обнаружении и измерении параметров.
3. Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.

### 9.3. Темы лабораторных работ

1. Разработка выводов по результатам лабораторного исследования.

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 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
7 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	5	5	5	15
Защита отчета		10	9	19
Опрос на занятиях	5	10	10	25
Отчет по лабораторной работе		6	5	11
Итого максимум за	10	31	29	70

период				
Экзамен				30
Нарастающим итогом	10	41	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.

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)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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. Тисленко, В. И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Тисленко В. И. — Томск: ФДО, ТУСУР, 2016. — 160 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6554.>, дата обращения: 03.02.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Бакулев, П. А. Радиолокационные системы : Учебник для вузов / П. А. Бакулев. - М. : Радиотехника, 2004. - (Учебник для вузов). с. 316. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

2. . Ширман, Я. Д. Разрешение и сжатие сигналов : монография / Яков Давидович Ширман. - М. : Советское радио, 1974. - 360, с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)

3. Информационные технологии в радиотехнических системах : учебное пособие для вузов / В. А. Васин [и др.] ; ред. И. Б. Федоров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 764[4] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Тисленко В. И. - 2016. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/6546>, дата обращения: 03.02.2017.

2. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. Глава 7 содержит описание лабораторных работ и может быть использована для подготовки к ним и проведения. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2123>, дата обращения: 03.02.2017.

3. Моделирование систем: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2118>, дата обращения: 03.02.2017.

4. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2120>, дата обращения: 03.02.2017.

### **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. Библиотека ТУСУР
2. Научно-образовательный портал ТУСУР

## **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, используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской, стандартной учебной мебелью. Имеется оборудование для демонстрации наглядных пособий в виде презентаций по некоторым разделам курса лекций и других вспомогательных материалов.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 401, 406, 423. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7 Professional; пакет MathCad 2014. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034 г. Томск, ул. Вершинина, д. 47, 4 этаж, ауд. 401, 423, 406. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом; Мультимедийный проектор; компьютеры класса Pentium. Используется лицензионное программное обеспечение: Microsoft Windows XP Professional ; Visual Studio 2008 EE; Microsoft Office Visio 2010. Пакеты программ MathCad 2014, Matlab v6.5.

#### **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 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;
- 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.

**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 сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем**

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**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

– профессор кафедры каф. РТС Тисленко В. И.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

## 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-1.2	способностью оптимизировать структуру радиолокационных систем в соответствии с выбранными (или заданными) критериями качества	<p>Должен знать соотношения определяющие взаимосвязь частотно-временных параметров радиосигнала с величиной потенциальной разрешающей способности РЛС по дальности и радиальной скорости; сущность принципа неопределенности в радиолокации; принцип технологии обработки радиосигналов в РЛС с синтезированной апертурой; ;</p> <p>Должен уметь объяснить преимущества использования сигналов со сложной модуляцией в современных радиосистемах локации, навигации и связи; представить структуру устройств обработки сигналов , которая реализует потенциальные возможности РЛС по точности оценок координат и разрешающей способности по задержке и частотному сдвигу для типовых моделей; ;</p> <p>Должен владеть научной терминологией при решении задач анализа и синтеза РЛ систем с высокой разрешающей способностью;</p>

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, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в



			решении проблем
Удовлетворительный (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-1.2

ПСК-1.2: способностью оптимизировать структуру радиолокационных систем в соответствии с выбранными (или заданными) критериями качества.

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	Должен знать соотношения определяющие взаимосвязь частотно-временных параметров радиосигнала с величиной потенциальной разрешающей способности РЛС по дальности и радиальной скорости; сущность принципа неопределенности в радиолокации; принцип технологии обработки радиосигналов в РЛС с синтезированной апертурой.	Должен уметь: объяснить преимущества использования сигналов со сложной модуляцией в современных радиосистемах локации, навигации и связи; представить структуру устройств обработки сигналов, которая реализует потенциальные возможности РЛС по точности оценок координат и разрешающей способности по задержке и частотному сдвигу в условиях приема на фоне собственного шума приемника.	Должен владеть научной терминологией и навыками при решении типовых задач анализа и синтеза РЛ систем с высокой разрешающей способностью.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении, имеет проблемы при решении задач;</li> </ul>

### 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 Темы опросов на занятиях

- Разрешение радиосигналов по информативным параметрам. Особенность задач разрешения в РЛС обзора воздушного пространства и РЛС обзора земной поверхности.
- Постановка задачи разрешения радиосигналов при обнаружении и измерении параметров.
- Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.
- Частотно-временная корреляционная функция (ЧВКФ) - мера различия двух сигналов по временной задержке и частотному сдвигу спектра.
- Структура ЧВКФ узкополосных радиосигналов. Квадратурные компоненты ЧВКФ. Синхронный детектор.
- Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.

#### 3.2 Темы докладов

- Разрешение радиосигналов по информативным параметрам. Особенность задач разрешения в РЛС обзора воздушного пространства и РЛС обзора земной поверхности.
- Постановка задачи разрешения радиосигналов при обнаружении и измерении параметров.
- Частотно-временная корреляционная функция (ЧВКФ) - мера различия двух сигналов по временной задержке и частотному сдвигу спектра.
- Структура ЧВКФ узкополосных радиосигналов. Квадратурные компоненты ЧВКФ. Синхронный детектор.

#### 3.3 Экзаменационные вопросы

- Разрешение радиосигналов по информативным параметрам. Особенность задач

разрешения в РЛС обзора воздушного пространства и РЛС обзора земной поверхности.

- Постановка задачи разрешения радиосигналов при обнаружении и измерении параметров.
- Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.
- Частотно-временная корреляционная функция (ЧВКФ) - мера различия двух сигналов по временной задержке и частотному сдвигу спектра.
- Структура ЧВКФ узкополосных радиосигналов. Квадратурные компоненты ЧВКФ. Синхронный детектор.
- Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.

### **3.4 Темы лабораторных работ**

- Процесс обработки радиосигналов при оптимальной согласованной фильтрации. Сигнал с простой модуляцией. Параметры сигнала на выходе фильтра.
- Процесс обработки радиосигналов при оптимальной согласованной фильтрации. Сигналы со сложной модуляцией ФКМ и ЛЧМ. Параметры сигнала на выходе фильтра.
- Разрешение объектов при обнаружении. Простые и сложные сигналы.
- Совместное разрешение сигналов по временной задержке и частотному сдвигу. Структура многоканального коррелятора. Пример: блок поиска-обнаружения навигационного приемника ГНСС ГЛОНАСС.

## **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 формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### **4.1. Основная литература**

1. Тисленко, В. И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Тисленко В. И. — Томск: ФДО, ТУСУР, 2016. — 160 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6554.>, свободный.

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Бакулев, П. А. Радиолокационные системы : Учебник для вузов / П. А. Бакулев. - М. : Радиотехника, 2004. - (Учебник для вузов). с. 316. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. . Ширман, Я. Д. Разрешение и сжатие сигналов : монография / Яков Давидович Ширман. - М. : Советское радио, 1974. - 360, с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 4 экз.)
3. Информационные технологии в радиотехнических системах : учебное пособие для вузов / В. А. Васин [и др.] ; ред. И. Б. Федоров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 764[4] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Тисленко В. И. - 2016. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/6546>, свободный.
2. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. Глава 7 содержит описание лабораторных работ и может быть использована для подготовки к ним и проведения. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2123>, свободный.
3. Моделирование систем: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2118>, свободный.
4. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011.

43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2120>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Библиотека ТУСУР
2. Научно-образовательный портал ТУСУР