МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиолокационные сигналы и разрешающая способность радиолокационных систем

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	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 2018

Согласована на портале № 37880

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор кафедры каф. РТС _____ В. И. Тисленко

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 37880

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.31.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: 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 обучающийся 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

Согласована на портале № 37880

Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	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	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	Ле к., ч	ра к. за	б. ра б.,	м. ра б.,	в (б ез	уе м ые ко м
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	ПСК-1.2
4 Функция неопределенности (ФН) типовых радиосигналов.	8	4	0	10	22	ПСК-1.2
5 Многоканальный прием сигналов с использованием ФАР.	6	3	6	5	20	ПСК-1.2
6 РЛС с синтезированной апертурой.	10	2	0	6	18	ПСК-1.2
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)	ое мк ос	м ые ко
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	

Согласована на портале № 37880

2 Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала	Узкополосный сигнал; структура частотно-временной корреляционной функции, квадратурные компоненты корреляционной функции.	4	ПСК-1.2
	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	ПСК-1.2
	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	ПСК-1.2
	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	ПСК-1.2
	Итого	6	
6 РЛС с синтезированной апертурой.	Траекторный сигнал. Когерентная обработка.Доплеровское обужение диаграммы направленности антенны. Структура вычислителя.	10	ПСК-1.2
	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	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 37880

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПСК-1.2	+	+	+	+	Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

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	ое мкость	ые ко
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	ПСК-1.2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 37880

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Цели и задачи курса "РС и разрешающая способность РЛС". Проблема разрешения радиосигналов по параметрам.	Обсуждение типичных задач в сфере обороноспособности страны , 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.	3	ПСК-1.2
	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	ПСК-1.2
	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	ПСК-1.2
	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	ПСК-1.2
	Итого	4	
5 Многоканальный прием сигналов с использованием ФАР.	Многолучевые фазированные антенные решетки (ФАР). Диаграммо-образующие схемы. Проблемы разрешения сигналов в РЛС с ФАР. Пространственно-временная обработка сигналов в РЛС с ФАР. Требования к уровню боковых лепестков .	3	ПСК-1.2
	Итого	3	
6 РЛС с синтезированной апертурой.	Соотношения , определяющие параметры траекторного сигнала от точечного объекта. Технология когерентной обработки траекторного сигнала. Предельные характеристики разрешения	2	ПСК-1.2

Согласована на портале № 37880

	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,	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, Тест, Экзамен
	Итого	4		
2 Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-1.2	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Функция неопределенности радиосигнала и ее свойства. Принцип неопределенности в радиолокации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПСК-1.2	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
4 Функция неопределенности (ФН) типовых радиосигналов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПСК-1.2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, 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	ПСК-1.2	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
6 РЛС с синтезированной	Подготовка к практическим занятиям,	3	ПСК-1.2	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен

Согласована на портале № 37880

апертурой.	семинарам			
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	6		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

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	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		6	5	11
Тест		5	5	10
Итого максимум за период	10	31	29	70
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.

Согласована на портале № 37880

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. Тисленко, В. И. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Тисленко В. И. — Томск ФДО, ТУСУР, 2016. — 160 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6554. (дата обращения: 09.07.2018).

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. 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 [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Тисленко В. И. - 2016. 43 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/6546 (дата обращения: 09.07.2018).
2. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. Глава 7 содержит описание лабораторных работ и может быть использована для подготовки к ним и проведения. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2123 (дата обращения: 09.07.2018).
3. Моделирование систем [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 22 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2118 (дата обращения: 09.07.2018).
4. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 43 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2120 (дата обращения: 09.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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:

Согласована на портале № 37880

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное 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 демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-Zip
– Adobe Acrobat Reader
– Microsoft PowerPoint Viewer
– Microsoft Visual Studio
– Microsoft Windows 7 Pro
– PTC Mathcad13, 14
– Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Согласована на портале № 37880

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Visual Studio
- Microsoft Windows 7 Pro
- Mozilla Firefox
- Opera
- PTC Mathcad13, 14
- Scilab

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 37880

лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

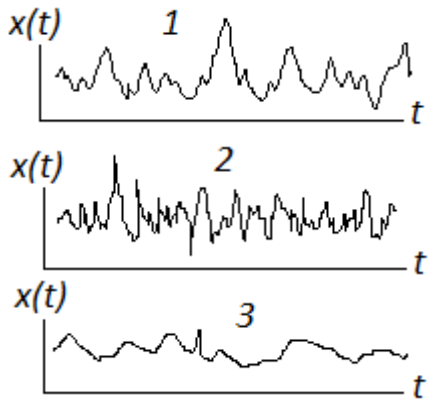
14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

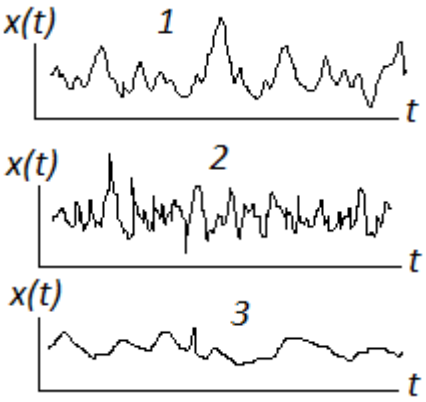
1	$X(t)$ - случайный аналоговый сигнал; $X_k = X(t_k)$ - случайная величина - значение сигнала в дискретный момент времени t_k. Какое из указанных соотношений определяет среднее значение случайного сигнала. $W(x_k)$ - плотность вероятностей сигнала в k - й момент времени.		$\int_{-\infty}^{\infty} x_k \cdot W(x_k)\, dx_k$
			$\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} x_k$, где n - число опытов
			$\sum_{k=0}^{n} x_k \cdot W(x_k)$
			$x_k \cdot W(x_k)$

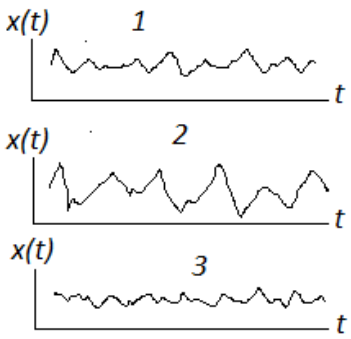
2	$X(t_k)$ - *случайный дискретный* во времени сигнал (напряжение на резисторе), принимающий в каждый дискретный момент времени два возможных значения: $x_1 = 2B$ и $x_2 = 4\,B$ с вероятностями $P_1 = 0.4\,и\,P_2 = 0.6$. Вычислить математическое ожидание m_x этого сигнала для произвольного дискретного момента времени. значений .		m_x = 3В
			m_x =3.2 В
			m_x =1.6 В
			m_x =0.5 В

3	 Выше в одном масштабе показаны три типичных записи для трех стационарных		$\Delta\tau_1 > \Delta\tau_2 > \Delta\tau_3$
			$\Delta\tau_1 > \Delta\tau_3 > \Delta\tau_2$
			$\Delta\tau_3 > \Delta\tau_1 > \Delta\tau_2$
			$\Delta\tau_2 > \Delta\tau_1 > \Delta\tau_3$

Согласована на портале № 37880

	случайных сигналов. Укажите правильное соотношение для ширин $\Delta\tau_i$ нормированных временных автокорреляцинных функций этих сигналов.		

4	 На осциллограммах в одном масштабе показаны три типичных записи для трех стационарных случайных сигналов. Укажите правильное соотношение для ширин спектральных функций (энергетических спектров) $\Delta\Omega_i$ этих сигналов.		$\Delta\Omega_1 > \Delta\Omega_2 > \Delta\Omega_3$
			$\Delta\tau_1 > \Delta\tau_3 > \Delta\tau_2$
			$\Delta\Omega_2 > \Delta\Omega_1 > \Delta\Omega_3$
			$\Delta\Omega_3 < \Delta\Omega_1 < \Delta\Omega_2$

5	 Выше в одном масштабе показаны три типичных записи для трех стационарных случайных сигналов. Укажите правильное соотношение для дисперсий этих сигналов.		$D_1 > D_3 > D_2$
			$D_1 > D_2 > D_3$
			$D_3 > D_2 > D_1$
			$D_2 > D_1 > D_3$

6	Какое из указанных справа соотношений определяет временную автокорреляционную функцию детерминированного сигнала $s(t)$ конечной длительности.		$K_s(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot s(t-\tau)\, d\tau$
			$K_s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot s(t-\tau)\, dt$

Согласована на портале № 37880

			$K_s(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot s(t-\tau)\, dt$
			$K_s(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) \cdot s(t-\tau)\, dt$

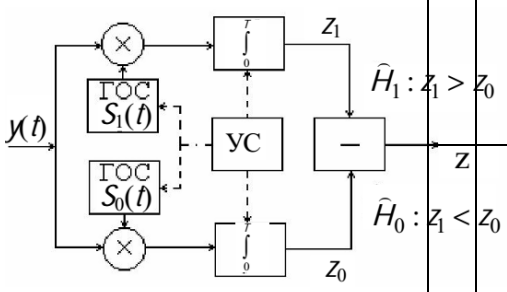
7	Что есть база радиосигнала?		Ширина огибающей временной автокорреляционной функции радиосигнала
			Эффективная протяженность сигнала
			Произведение ширины частотного спектра сигнала на его длительность во времени
			Ширина частотного спектра радиосигнала

8	Имеем полностью известный детерминированный сигнал $s(t)$, поступающий на вход линейного фильтра в сумме с белым шумом $n(t)$. Какую задачу решает согласованный с сигналом линейный фильтр?		Обеспечивает наименьшее искажение полезного сигнала на своем выходе
			Максимально устраняет влияние шума на полезный сигнал
			Обеспечивает на своем выходе максимальное отношение уровня полезного сигнала к шуму
			Обеспечивает в некоторый момент времени наибольший уровень полезного сигнала на выходе.

9	Комплексная частотная характеристика $\dot{K}_{сф}(i\omega)$ согласованного линейного фильтра связана с комплексным спектром $\dot{S}(i\omega)$ полезного сигнала $s(t)$ длительностью τ_u следующим соотношением ($k = const$)		$\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}(i\omega) \cdot e^{-i\omega t_0}$; $t_0 \geq \tau_u$
			$\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}^*(i\omega) \cdot e^{i\omega t_0}$; $t_0 \geq \tau_u$
			$\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}^*(i\omega) \cdot e^{-i\omega t_0}$; $t_0 < \tau_u$
			$\dot{K}_{сф}(i\omega) = k \cdot \dot{S}^*(i\omega) \cdot e^{-i\omega t_0}$; $t_0 \geq \tau_u$

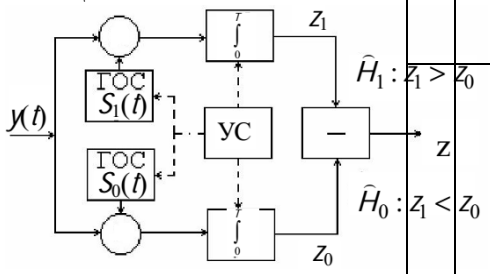
10	Импульсная реакция $h_{сф}(t)$ фильтра согласованного с сигналом $s(t)$ длительностью τ_u определена соотношением ($k = const; t_0 = const$)		$h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 + t)$; $t_0 \geq \tau_u$
			$h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 - t)$; $t_0 \geq \tau_u$
			$h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 - t)$; $t_0 < \tau_u$
			$h_{сф}(t) = k \cdot s(t_0 - t)$; $t_0 \geq \tau_u$

Согласована на портале № 37880

11	 УС – устройство синхронизации. На рис. показана структура оптимального различителя двух полностью известных детерминированных сигналов $s_1(t)$ и $s_2(t)$ на фоне белого гауссовского шума. Для входного сигнала $y(t)$ возможны две гипотезы $H_0 : y(t) = s_0(t) + n(t)$ или $H_1 : y(t) = s_1(t) + n(t)$. Полезные сигналы**:** радиоимпульсы с простой модуляцией**:** длительность $\tau_u = 1\,мс$ и амплитуда $A = 1\,мВ$. Уровень *сигнальной* компоненты в сигнале z_{1s}, если на входе *реализовалась гипотеза* H_1, имеет величину:		$z_{1s} = 2 \cdot 10^{-9}$ $z_{1s} = 0.5 \cdot 10^{-4}$ $z_{1s} = 0.5 \cdot 10^{-9}$ $z_{1s} = 0.5 \cdot 10^{-6}$

12	В схеме оптимального различителя двух полностью известных сигналов $s_1(t)$ и		Вычитающее устройство

Согласована на портале № 37880

	$s_2(t)$ на фоне гауссовского белого шума ГОС – генер-р опорн. сигнала; УС – устр-во синхронизации  . следует применить в качестве узла 		Сумматор Умножитель Делитель

13	Применение сложных радиосигналов с большой базой типа ЛЧМ и ФКМ позволяет при оптимальной обработке		не имеет преимуществ по сравнению с сигналами с простой модуляцией
			получить узкий по оси времени пик выходного сигнала по сравнению со случаем применения сигнала равной длительности и с простой модуляцией
			получить преимущества в разрешении сигналов по частоте и временной задержке только при большом отношении С/Ш
			увеличить длительность импульсного сигнала с одновременным расширением частотного спектра, что обеспечит формирование на выходе устройства обработки узкого пика выходного сигнала по частотной и временной оси, т.е.

14	Ширина главного сечения функции неопределенности радиосигнала по частотной оси		пропорциональна ширине частотного спектра радио сигнала
			обратно пропорциональна произведению длительности радиосигнала на ширину частотного спектра
			обратно пропорциональна длительности радиосигнала
			пропорциональна величине базы радиосигнала

Согласована на портале № 37880

15	Ширина главного сечения функции неопределенности радиосигнала по временной оси		пропорциональна величине базы радиосигнала
			обратно пропорциональна ширине частотного спектра радиосигнала
			обратно пропорциональна произведению длительности радиосигнала на ширину частотного спектра
			пропорциональна ширине частотного спектра радио сигнала

16	Какие *статистические* параметры оценки неизвестного параметра сигнала определяют качество этой оценки		Статистическое среднее значение разности между истинным значением параметра и оценкой этого параметра
			Дисперсия оценки
			Разность между истинным значением параметра и оценкой
			Средний квадрат погрешности (ошибки)

17	Метод наименьших квадратов используют для решения задач		Обнаружения полезного сигнала на фоне шума
			Сглаживания наблюдаемого случайного сигнала и оценки неизвестных параметров сглаженной функции (сигнала)
			Различения сигналов
			Разрешения сигналов

18	Для экспериментальной оценки среднего значения (математического ожидания) случайной величины используют выборочное среднее значение (среднее арифметическое последовательности наблюдений). При этом рассеяние оценки – ее среднее квадратическое отклонение (СКО) зависит		Только от объема выборки
			Только от СКО случайной величины
			Не зависит от объема выборки
			Пропорционально СКО случайной величины и обратно пропорционально квадратному корню из объема выборки

19	В приемнике обнаружения полезного сигнала на фоне шума вероятность события - ложная тревога зависит от		уровня полезного сигнала на входе порогового устройства
			уровня шума на входе порогового устройства
			Отношения мощности полезного сигнала к мощности шума
			отношения величины порога к среднеквадратичному значению шума на входе

Согласована на портале № 37880

			порогового устройства

20	Сигнал на входе приемника $y(t_k) = s(t_k;\lambda) + n(t_k)$ $s(t_k)$ полезный сигнал; $n(t_k)$ - гауссовский некоррелированный шум с нулевым средним значением и дисперсией σ_n^2; λ - неизвестный параметр полезного сигнала. На интервале обработки образована выборка $\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}} = \{y_k; k = 1,..., N\}$ из N отсчетов сигнала $y(t_k) \equiv y_k$. Укажите выражение для функции правдоподобия		$W(\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}} / \lambda) = 1/\left[(2\pi)^{N/2} \cdot \sigma^N\right] \cdot \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(y_k - s_k(\lambda)\right)^2\right] \equiv L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda)$
			$W(\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}} / \lambda) = 1/\left[(2\pi)^{N/2} \cdot \sigma^N\right] \cdot \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(s_k(\lambda)\right)^2\right] \equiv L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda)$
			$W(\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}, \lambda) = 1/\left[(2\pi)^{N/2} \cdot \sigma^N\right] \cdot \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(y_k^2\right)\right] \equiv L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda)$
			$L_{\overset{\mathrm{r}}{\mathbf{y}}}(\lambda) = \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_n^2}\sum_{k=1}^{N}\left(-s_k^2(\lambda)\right)\right]$

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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.

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.

14.1.3. Темы докладов

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.

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.

Согласована на портале № 37880

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Зондирующий сигнал. Задачи различения и разрешения сигналов на входе приемника. Квадратичная мера различия по параметру двух радиосигналов.

Узкополосный сигнал; структура частотно-временной корреляционной функции, квадратурные компоненты корреляционной функции.

Параметры, определяющие ширину главных сечений ФН и их взаимосвязь с системными параметрами радиосигнала.

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.

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.

Траекторный сигнал. Когерентная обработка.Доплеровское обужение диаграммы направленности антенны. Структура вычислителя.

14.1.5. 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.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 37880

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 37880