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

Статистическая теория радиотехнических систем

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы. Радиоэлектронные системы передачи информации. Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	32	32	часов
3	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
4	Самостоятельная работа	42	42	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13465

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 25 » 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:

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:

доцент кафедры ТУСУР	_____	Богомолов С. И.

Согласована на портале № 13465

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель курса состоит

в изучении основ статистической теории синтеза оптимальных устройств обработки при решении задач различения, обнаружения и оценки параметров полезных сигналов при наличии помех в системах радиосвязи, радиолокации, радионавигации;

в изучении способов обработки сигналов и помех в устройствах обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помехи в виде собственного шума приемника.

1.2. Задачи дисциплины

- изучить статистическую методологию описания случайных сигналов;
- изучить статистические свойства и характеристики смеси регулярного сигнала и гауссовского шума;
- изучить взаимосвязь параметров регулярного сигнала и его частотно временной корреляционной функции;
- изучить характеристики линейного согласованного фильтра и принципы его построения для типовых сигналов;
- изучить характеристики и устройства оптимального различения (обнаружения) сигнала на фоне шума;
- изучить способы построения и алгоритмы обработки сигналов в оптимальных устройствах оценки параметров сигнала

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» (Б1.Б.25) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, Радиотехнические цепи и сигналы, Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике, Теория радиосистем передачи информации.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа студента, Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории радиосистем и комплексов управления, Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, Проектирование радиотехнических систем, Радиоавтоматика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-10 способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** физический смысл статистических характеристик случайных сигналов; взаимосвязь параметров полезного сигнала и параметров его частотно-временной корреляционной функции; методологию решения задач статистического синтеза оптимальных систем различения, обнаружения и оценки параметров радиосистемах связи , локации и навигации;
- **уметь** изложить постановку задачи синтеза оптимальных устройств обнаружения, различения и оценки параметров сигналов на фоне шума в терминах статистической теории проверки гипотез и теории оценок; представить структуру устройств оптимального обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигнала на фоне собственного шума приемника в условиях отсутствия и наличия априорной неопределенности о параметрах сигнала оценить влияние параметров радиосигнала и гауссовской помехи на потенциальные помехоустойчивость и точность систем радиосвязи, локации и навигации.
- **владеть** научной терминологией в области статистических методов синтеза оптимальных систем обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигнала на фоне помехи;

Согласована на портале № 13465

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
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	66	66
Лекции	34	34
Практические занятия	32	32
Самостоятельная работа (всего)	42	42
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	22
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	Самостоятельная работа	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
6 семестр					
1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	6	6	8	20	ПК-10
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	14	12	16	42	ПК-10
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	14	14	18	46	ПК-10
Итого за семестр	34	32	42	108	
Итого	34	32	42	108	

Согласована на портале № 13465

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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
6 семестр			
1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	Классификация сигналов и сообщений. Функция различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала и ее структура. Функция неопределенности радиосигнала и связь ее параметров с параметрами радиосигнала. Принцип неопределенности. Примеры функций неопределенности простых и сложных импульсных сигналов. Стационарная гауссовская случайная помеха. Белый шум. Статистические свойства огибающей и фазы смеси регулярного сигнала и гауссовской помехи. Гауссовская модель полезного сигнала в многолучевом радиоканалеканале.	6	ПК-10
	Итого	6	
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Общая характеристика задач статистической теории РТС. Согласованный линейный фильтр: импульсная реакция и комплексная частотная характеристика согласованного фильтра; форма сигнала на выходе и отношение уровней сигнала к шуму на выходе согласованного фильтра. Примеры построения согласованных фильтров: фильтр для прямоугольного радиоимпульса с прямоугольной огибающей; для прямоугольного радиоимпульса с фазокодовой манипуляцией (ФКМ), фильтр для пачки когерентных радиоимпульсов. Байесовская теория синтеза оптимального приемника - различителя (обнаружителя) сигнала при наличии помех: функция потерь; средний байесов риск; отношение	14	ПК-10

Согласована на портале № 13465

	правдоподобия. Структура оптимального приемника – различителя (обнаружителя) детерминированного сигнала на фоне белого гауссова шума: корреляционный приемник и приемник с согласованным фильтром. Статистические характеристика качества различения и обнаружения.		
	Итого	14	
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Оценки параметров сигналов и их свойства. Байесовская теория оценок: функция потерь; байесовский риск; оптимальные байесовские оценки. Функция правдо-подобия и максимально правдоподобные оценки. Совместные оценки. Метод наименьших квадратов: оператор оценки в линейных моделях; статистические свойства оценок МНК. Примеры оценок неизвестных параметров. Общая структурная схема оптимального измерителя параметра сигнала известной формы. Статистические характеристики (среднее и дисперсия) максимально правдоподобной оценки параметра сигнала при большом отношении уровня сигнала к шуму. Оптимальная оценка амлитуды и начальной фазы регулярного сигнала. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера – Рао.	14	ПК-10
	Итого	14	
Итого за семестр		34	

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
Предшествующие дисциплины			
1 Математика	+	+	+
2 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств	+	+	+
3 Радиотехнические цепи и сигналы	+	+	+

Согласована на портале № 13465

4 Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике	+	+	+
5 Теория радиосистем передачи информации		+	+
Последующие дисциплины			
1 Научно-исследовательская работа студента	+	+	+
2 Основы теории радиолокационных систем и комплексов	+	+	+
3 Основы теории радионавигационных систем и комплексов	+	+	+
4 Основы теории радиосистем и комплексов управления	+	+	+
5 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы		+	+
6 Проектирование радиотехнических систем	+	+	+
7 Радиоавтоматика	+		+

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	Самостоятельная работа	
ПК-10	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Компонент своевременности, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 13465

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
6 семестр			
1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	Функция различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция узкополосного сигнала. Функция неопределенности сигнала. Принцип неопределенности в радиолокации.Статистические свойства сигналов и помех. Распределение вероятностей огибающей и фазы смеси сигнала и гауссовского шума. Экспериментальная оценка характеристик случайных сигналов.	6	ПК-10
	Итого	6	
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Согласованный линейный фильтр. Корреляционный приемник. Оптимальный байесовский различитель (обнаружитель) – структура и характеристики качества.	12	ПК-10
	Итого	12	
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Байесовская теория оценок. Оценки максимального правдоподобия: временная задержка, фаза и частота регулярного сигнала в смеси с гауссовским белым шумом . МП оценки при наличии случайных параметров. Оценки по методу наименьших квадратов. Свойства оценок.	14	ПК-10
	Итого	14	
Итого за семестр		32	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 13465

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые	Формы контроля
6 семестр				
1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-10	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-10	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	16		
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-10	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	18		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		78		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. 1. Математические модели узкополосных полезных радиосигналов .
2. 2.Узкополосная гауссовская помеха. Статистические свойства. Алгоритмы
3. моделирования.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

4. Байесовские оценки неизвестных параметров и их свойства.
5. Функция правдоподобия и максимально правдоподобная оценка
6. задержки регулярного сигнала , частоты и фазы при приеме на фоне
7. белого гауссовского шума.
8. Метод наименьших квадратов. Свойства оценок.
9. Статистические свойства огибающей и фазы
10. случайного гауссовского узкополосного шума.

Согласована на портале № 13465

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
6 семестр				
Домашнее задание	7	9	12	28
Компонент своевременности	8	8	8	24
Опрос на занятиях	6	6	6	18
Итого максимум за период	21	23	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	21	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.

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)

Согласована на портале № 13465

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2123, дата обращения: 05.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учебное пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2003. - 398 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. Липкин И.А. Основы статистической радиотехники. - М.: Сов. радио, 1978. – 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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: 05.02.2017.

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

1. Компьютерный класс (ауд. 423 РК) – сервер, 12 ПЭВМ, оборудованный доской и стандартной учебной мебелью. 2. Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК) – сервер, 8 ПЭВМ, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. 3. Оборудование для демонстрации презентаций и других наглядных вспомогательных материалов. .

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

1. Компьютерный класс (ауд. 423 РК) – сервер, 12 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций. 2. Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК) – сервер, 8 ПЭВМ; Оборудование для демонстрации презентаций. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/; Microsoft Windows 7 Professional with SP1. Mathcad 14 Portable. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс),

Согласована на портале № 13465

расположенная по адресу 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:

Согласована на портале № 13465

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 13465

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

Статистическая теория радиотехнических 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: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- профессор кафедры каф. РТС Тисленко В. И.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13465

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
ПК-10	способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ	Должен знать физический смысл статистических характеристик случайных сигналов; взаимосвязь параметров полезного сигнала и параметров его частотно-временной корреляционной функции; методологию решения задач статистического синтеза оптимальных систем различения, обнаружения и оценки параметров радиосистемах связи , локации и навигации; ; Должен уметь изложить постановку задачи синтеза оптимальных устройств обнаружения, различения и оценки параметров сигналов на фоне шума в терминах статистической теории проверки гипотез и теории оценок; представить структуру устройств оптимального обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигнала на фоне собственного шума приемника в условиях отсутствия и наличия априорной неопределенности о параметрах сигнала оценить влияние параметров радиосигнала и гауссовской помехи на потенциальные помехоустойчивость и точность систем радиосвязи, локации и навигации. ; Должен владеть научной терминологией в области статистических методов синтеза оптимальных систем обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигнала на фоне помехи;;

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	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия

Согласована на портале № 13465

	изучаемой области с пониманием границ применимости	творческих решений, абстрагирования проблем	работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-10

ПК-10: способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ.

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	постановку типовых задач синтеза статистически оптимальных систем обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров радиосигналов на фоне помех ; соотношения, определяющие вероятностные показатели качества обнаружения (различения) сигнала (ов) и точности оценок неизвестных параметров в типовых задачах ;	представить структуру устройств оптимального обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигнала на фоне собственного шума приемника в условиях отсутствия и наличия априорной неопределенности о параметрах сигнала ;	научной терминологией в области статистических методов синтеза оптимальных систем обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигнала на фоне помехи;
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Экзамен;

Согласована на портале № 13465

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)	• 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, грамотно излагает содержание задач и результатов их решения; Уверенно ориентируется при изменении условий постановки задачи и берет ответственность за ее завершение , не имеет проблем с физической интерпретацией результатов типовых решений ;
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 ;	• Приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем, допускает неточности в интерпретации результатов решения задач;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении, имеет проблемы с интерпретацией физического и математичекого содержания задачи;;

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 Зачёт

– 1. В чем принципиальное отличие сигнала и помехи? 2. Почему РТС извлечения информации относят к системам с внешней модуляцией, а РТС передачи информации к системам с внутренней модуляцией? 3. В чем отличие аддитивной помехи от мультипликативной? 4. В чем различие детерминированного и статистического подходов к решению задач анализа и синтеза РТС? Почему детерминированный подход не состоятелен? 5. Перечислите функции и параметры, задание которых связано с понятием «статистическое описание» случайной функции? 6. В чем отличие детерминированной, квазидетерминированной и случайной функций? 7. В чем отличие аналогового и цифрового сообщений? 8. Запишите общее выражение сигнала – переносчика сообщения 9. В чем отличие сигналов с одноступенчатой и двухступечатой модуляцией? Приведите примеры осциллограмм. 10. Что есть функция различия сигналов и каков ее смысл? 11. Запишите выражение функции различия двух сигналов по одному информативному параметру x, когда он не является энергетическим. По двум параметрам? 12. Запишите в общем виде частотно –

Согласована на портале № 13465

временную корреляционную функцию узкополосного радиосигнала. 13. Запишите выражение временной автокорреляционной функции (АКФ) узкополосного радиосигнала в действительной и комплексной форме. 14. Запишите выражение комплексной огибающей временной АКФ узкополосного радиосигнала и обоснуйте тот факт, что это медленная (в сравнении с гармонической несущей) функция времени. 15. Что есть функция неопределенности (ФП) радиосигнала и каковы ее свойства? 16. В чем сущность принципа неопределенности в радиолокации? 17. Какие параметры радиосигнала определяют ширину ФП вдоль осей время – частота? 18. Что есть база радиосигнала и в чем различие сигналов с простой и сложной модуляцией? 19. Почему для сигнала с простой модуляцией уменьшение ширины пика ФН по оси времени непременно приводит (при постоянной мощности) к снижению энергии этого сиг-нала? 20. Почему для сигнала со сложной модуляцией уменьшение ширины пика ФН по оси времени не приводит (при постоянной мощности) к снижению энергии этого сигнала? 21. В каком случае ширина огибающей радиосигнала и ширина огибающей временной АКФ этого сигнала примерно одинаковы? Когда они могут различаться на несколько порядков? 22. Изобразите графически временную АКФ одиночного радиоимпульса с прямоугольной огибающей и простой модуляцией. 23. Изобразите графически временную АКФ одиночного ФКМ радиоимпульса с прямоугольной огибающей? 24.Почему для полноты вероятностного описания случайного сигнала необходимо при-влечение плотностей распределения вероятностей более чем 1-го порядка ? 25. Какая функция определяет спектральные свойства случайного стационарного процесса, поясните ее вероятностный смысл и физическую единицу измерения? 26. Какой случайный процесс называют нормальным и каковы его особенности? Покажите взаимосвязь квадратурных составляющих узкополосного радиосигнала с его огибающей и фазой. 27. Что означает тот факт, что шум белый? 28. Что означает тот факт, что шум стационарный и гауссовский? 29. Запишите выражение для одномерной ПРВ огибающей и назовите параметры, которые определяют вид этой функции. 30. Какой параметр характеризует величину СКО огибающей (или фазы) смеси регулярного и случайного шума относительно их средних значений. 31. Сделайте эскиз ПРВ фазы смеси регулярного сигнала и случайного гауссовского шума для двух значений параметра когерентности a1 > a2. 1. Назовите основные задачи статистической теории радиосистем. 2. В чем суть задачи оптимизации РТС и каковы основные этапы ее решения? 3. Изложите постановку задачи оптимизации характеристик линейного фильтра, решением которой является согласованный фильтр. 4. Если есть комплексный частотный спектр полезного сигнала , то какой вид имеют комплексный коэффициент передачи согласованного фильтра и его импульсная реакция? 5. Объясните работу согласованного фильтра на физическом уровне? 6. Какие величины определяют максимальное отношение уровня сигнала к среднеквадратичному значению шума на выходе согласованного фильтра? 7. В какой момент времени на выходе согласованного фильтра можно получить наибольшее превышение полезного сигнала над шумом? 8. Какую форму имеет полезный сигнал на выходе согласованного фильтра, если входной сигнал есть: одиночный прямоугольный видеоимпульс; радиоимпульс с прямоугольной огибающей; одиночный радиоимпульс с ФКМ? 9. Изобразите структурную схему согласованного фильтра для радиоимпульса с ФКМ; для пачки радиоимпульсов с простой модуляцией. 10. Изложите постановку задачи в байесовской теории синтеза оптимального приемника - различителя (обнаружителя) 2 – х полезных сигналов на фоне помехи. 11. Каков смысл величин, определяющих платежную матрицу в задаче синтеза оптимального приемника - различителя? 12. Что есть средний байесов риск в задаче синтеза оптимального приемника – различителя 2- х сигналов; приемника – обнаружителя полезного сигнала на фоне шума? 13. Запишите в общем виде оптимальное решающее правило приемника – различителя 2- х сигналов на фоне помехи. 14. Почему отношение 2 – х плотностей распределения вероятностей, участвующих при формировании решения на выходе оптимального приемника – различителя, называют отношением правдоподобия? 15. Дайте формулировку критерия «идеального наблюдателя»; критерия Неймана – Пир-сона? 16. Изобразите структуру оптимального приемника – различителя для случая 2 – х полностью известных сигналов, поступающих на вход приемника вместе с белым гауссовым шумом. 17. Изобразите структуру оптимального приемника – обнаружителя полностью известного, поступающего на вход приемника вместе с белым гауссовым шумом. 18. Почему в структуре оптимального приемника – различителя (обнаружителя) полностью известных сигналов

Согласована на портале № 13465

возможно применение согласованных фильтров? 19. В каких координатах представляют графики кривых, определяющих статистические характеристики качества бинарного приемника – различителя? 20. Какие из перечисленных четырех случайных событий в приемнике – обнаружителе являются противоположными: ложная тревога; пропуск сигнала; правильное обнаружение; неправильное обнаружение? 21. Изобразите графически ПРВ выходного сигнала оптимального приемника – различителя (обнаружителя) и укажите площади, определяющие вероятности принятия ошибочных решений. 1. Изложите в общем виде постановку задачи в статистической теории оценивания. 2. Что есть смещение оценки неизвестного параметра сигнала? 3. Запишите выражение для среднеквадратической ошибки параметра сигнала. 4. Поясните свойство состоятельности оценок. 5. Изложите постановку задачи оценки параметра сигнала в байесовской теории оценивания. 6. Какой смысл имеет функция потерь в байесовской теории оценивания и каковы основные типы этих функций? 7. Что есть байесовский риск в теории оценивания? 8. Запишите в общей форме выражение байесовского риска. 9. Каков содержательный смысл априорной ПРВ и апостериорной ПРВ оцениваемого параметра ? 10. Запишите в общей форме выражение байесовской оценки при квадратичной функции потерь. 11. Как изменяется вид байесовской оценки при назначении простой функции потерь?. 12. Что есть функция правдоподобия и оценка параметра по максимуму правдоподобия? 13. Запишите выражение, связывающее апостериорную ПРВ оцениваемого параметра и функцию правдоподобия; запишите в общем виде уравнение правдоподобия. 14. Запишите в общей форме математическую модель наблюдаемого сигнала, которая содержит аддитивную помеху и является линейной по отношению к одному (двум, трем) неизвестным параметрам. 15. Каков смысл и вид целевой функции при определении оценок по методу наименьших квадратов (МНК) ? 16. В чем особенность оператора, определяющего оценку в случае линейной по параметрам модели наблюдаемого сигнала? 17. Выполните необходимые преобразования и получите выражение для оценки постоянного параметра методом наименьших квадратов. 18. Каково условие несмещенности оценок по МНК? 19. Какие величины определяют СКО оценки постоянного параметра , если выборка состоит из некоррелированных отсчетов наблюдаемого сигнала? 20. Изобразите в общем виде структуру оптимального измерителя неизвестного параметра сигнала и поясните функции отдельных элементов измерителя. 21. Запишите выражение для дисперсии оценки неизвестного параметра сигнала, поступающего в смеси с белым гауссовым шумом на вход приемника – измерителя и перечислите величины, которые определяют ее значение. 22. Запишите в общей форме функцию правдоподобия параметра для случая выборки, состоящей из n статистически независимых отсчетов наблюдаемого сигнала . 24. Как определяют вклад выборки и отдельного наблюдения , являющегося элементом статистически независимой выборки? 25. Как определяют количество информации по Фишеру о параметре , содержащееся в независимой выборке объема n ? 26. Какими свойствами обладают максимально правдоподобные оценки неизвестного параметра при выполнении условий регулярности для функции правдоподобия? 27. Запишите неравенство Крамера – Рао. Что определяет это неравенство? 28. В чем состоит особенность задачи разрешения сигналов по параметру в сравнении с задачей различения сигналов? 29. Что есть мера разрешения двух сигналов по параметру временной задержки? 30. Что определяет величину потенциальной разрешающей способности двух сигналов известной формы по времени задержки? 31. Как следует построить приемник – обнаружитель, чтобы реализовать предельную разрешающую способность сигналов известной формы по времени задержки? 32. Что дает применение сигналов с большой базой в плане их разрешения по времени задержки? 33. Каковы особенности разрешения сигналов одновременно по двум параметрам – времени задержки и частотному сдвигу? 34. Почему применение сигнала с простой модуляцией не позволяет одновременно повышать разрешение сигналов по временной задержке и частотному сдвигу? 35. В чем состоит преимущество применения сигналов с большой базой при достижении высокого разрешения сигналов по временной задержке и частотному сдвигу?

3.2 Темы домашних заданий

– Частотно-временная корреляционная функция (ЧВКФ) узкополосного радиосигнала. Взаимосвязь параметров радиосигнала и параметров огибающей ЧВКФ. Функция неопределенности и ее свойства. Типы сигналов с большой базой.

– Постановка задачи оптимальной линейной фильтрации по критерию отношения С/Ш.

Согласована на портале № 13465

Согласованный фильтр, его системные функции. Свойства сигнала на выходе фильтра.

– Постановка задачи синтеза оптимального различителя 2-х сигналов на фоне помехи в статистической теории проверки гипотез. Понятие среднего риска. Решающее правило. Отношение правдоподобия. Структура оптимального различителя 2-х известных сигналов на фоне белого гауссовского шума. Характеристики качества приемника-различителя.

– Постановка задачи синтеза оптимального измерителя неизвестного параметра полезного сигнала на фоне помехи в статистической теории оценок. Байесовский риск. Апостериорная плотность вероятностей и типы оптимальных оценок. Функция правдоподобия и МП оценки.

3.3 Темы опросов на занятиях

– 1. В чем принципиальное отличие сигнала и помехи? 2. Почему РТС извлечения информации относят к системам с внешней модуляцией, а РТС передачи информации к системам с внутренней модуляцией? 3. В чем отличие аддитивной помехи от мультипликативной? 4. В чем различие детерминированного и статистического подходов к решению задач анализа и синтеза РТС? Почему детерминированный подход не состоятелен? 5. Перечислите функции и параметры, задание которых связано с понятием «статистическое описание» случайной функции? 6. В чем отличие детерминированной, квазидетерминированной и случайной функций? 7. В чем отличие аналогового и цифрового сообщений? 8. Запишите общее выражение сигнала – переносчика сообщения 9. В чем отличие сигналов с одноступенчатой и двухступечатой модуляцией? Приведите примеры осциллограмм. 10. Что есть функция различия сигналов и каков ее смысл? 11. Запишите выражение функции различия двух сигналов по одному информативному параметру x, когда он не является энергетическим. По двум параметрам? 12. Запишите в общем виде частотно – временную корреляционную функцию узкополосного радиосигнала. 13. Запишите выражение временной автокорреляционной функции (АКФ) узкополосного радиосигнала в действительной и комплексной форме. 14. Запишите выражение комплексной огибающей временной АКФ узкополосного радиосигнала и обоснуйте тот факт, что это медленная (в сравнении с гармонической несущей) функция времени. 15. Что есть функция неопределенности (ФП) радиосигнала и каковы ее свойства? 16. В чем сущность принципа неопределенности в радиолокации? 17. Какие параметры радиосигнала определяют ширину ФП вдоль осей время – частота? 18. Что есть база радиосигнала и в чем различие сигналов с простой и сложной модуляцией? 19. Почему для сигнала с простой модуляцией уменьшение ширины пика ФН по оси времени непременно приводит (при постоянной мощности) к снижению энергии этого сиг-нала? 20. Почему для сигнала со сложной модуляцией уменьшение ширины пика ФН по оси времени не приводит (при постоянной мощности) к снижению энергии этого сигнала? 21. В каком случае ширина огибающей радиосигнала и ширина огибающей временной АКФ этого сигнала примерно одинаковы? Когда они могут различаться на несколько порядков? 22. Изобразите графически временную АКФ одиночного радиоимпульса с прямоугольной огибающей и простой модуляцией. 23. Изобразите графически временную АКФ одиночного ФКМ радиоимпульса с прямоугольной огибающей? 24.Почему для полноты вероятностного описания случайного сигнала необходимо при-влечение плотностей распределения вероятностей более чем 1-го порядка ? 25. Какая функция определяет спектральные свойства случайного стационарного процесса, поясните ее вероятностный смысл и физическую единицу измерения? 26. Какой случайный процесс называют нормальным и каковы его особенности? Покажите взаимосвязь квадратурных составляющих узкополосного радиосигнала с его огибающей и фазой. 27. Что означает тот факт, что шум белый? 28. Что означает тот факт, что шум стационарный и гауссовский? 29. Запишите выражение для одномерной ПРВ огибающей и назовите параметры, которые определяют вид этой функции. 30. Какой параметр характеризует величину СКО огибающей (или фазы) смеси регулярного и случайного шума относительно их средних значений. 31. Сделайте эскиз ПРВ фазы смеси регулярного сигнала и случайного гауссовского шума для двух значений параметра когерентности a1 > a2. 1. Назовите основные задачи статистической теории радиосистем. 2. В чем суть задачи оптимизации РТС и каковы основные этапы ее решения? 3. Изложите постановку задачи оптимизации характеристик линейного фильтра, решением которой является согласованный фильтр. 4. Если есть комплексный частотный спектр полезного сигнала , то какой вид имеют комплексный коэффициент передачи согласованного фильтра и его импульсная реакция? 5. Объясните работу согласованного фильтра на физическом уровне? 6. Какие величины определяют

Согласована на портале № 13465

максимальное отношение уровня сигнала к среднеквадратичному значению шума на выходе согласованного фильтра? 7. В какой момент времени на выходе согласованного фильтра можно получить наибольшее превышение полезного сигнала над шумом? 8. Какую форму имеет полезный сигнал на выходе согласованного фильтра, если входной сигнал есть: одиночный прямоугольный видеоимпульс; радиоимпульс с прямоугольной огибающей; одиночный радиоимпульс с ФКМ? 9. Изобразите структурную схему согласованного фильтра для радиоимпульса с ФКМ; для пачки радиоимпульсов с простой модуляцией. 10. Изложите постановку задачи в байесовской теории синтеза оптимального приемника - различителя (обнаружителя) 2 – х полезных сигналов на фоне помехи. 11. Каков смысл величин, определяющих платежную матрицу в задаче синтеза оптимального приемника - различителя? 12. Что есть средний байесов риск в задаче синтеза оптимального приемника – различителя 2- х сигналов; приемника – обнаружителя полезного сигнала на фоне шума? 13. Запишите в общем виде оптимальное решающее правило приемника – различителя 2- х сигналов на фоне помехи. 14. Почему отношение 2 – х плотностей распределения вероятностей, участвующих при формировании решения на выходе оптимального приемника – различителя, называют отношением правдоподобия? 15. Дайте формулировку критерия «идеального наблюдателя»; критерия Неймана – Пир-сона? 16. Изобразите структуру оптимального приемника – различителя для случая 2 – х полностью известных сигналов, поступающих на вход приемника вместе с белым гауссовым шумом. 17. Изобразите структуру оптимального приемника – обнаружителя полностью известного, поступающего на вход приемника вместе с белым гауссовым шумом. 18. Почему в структуре оптимального приемника – различителя (обнаружителя) полностью известных сигналов возможно применение согласованных фильтров? 19. В каких координатах представляют графики кривых, определяющих статистические характеристики качества бинарного приемника – различителя? 20. Какие из перечисленных четырех случайных событий в приемнике – обнаружителе являются противоположными: ложная тревога; пропуск сигнала; правильное обнаружение; неправильное обнаружение? 21. Изобразите графически ПРВ выходного сигнала оптимального приемника – различителя (обнаружителя) и укажите площади, определяющие вероятности принятия ошибочных решений. 1. Изложите в общем виде постановку задачи в статистической теории оценивания. 2. Что есть смещение оценки неизвестного параметра сигнала? 3. Запишите выражение для среднеквадратической ошибки параметра сигнала. 4. Поясните свойство состоятельности оценок. 5. Изложите постановку задачи оценки параметра сигнала в байесовской теории оценивания. 6. Какой смысл имеет функция потерь в байесовской теории оценивания и каковы основные типы этих функций? 7. Что есть байесовский риск в теории оценивания? 8. Запишите в общей форме выражение байесовского риска. 9. Каков содержательный смысл априорной ПРВ и апостериорной ПРВ оцениваемого параметра ? 10. Запишите в общей форме выражение байесовской оценки при квадратичной функции потерь. 11. Как изменяется вид байесовской оценки при назначении простой функции потерь?. 12. Что есть функция правдоподобия и оценка параметра по максимуму правдоподобия? 13. Запишите выражение, связывающее апостериорную ПРВ оцениваемого параметра и функцию правдоподобия; запишите в общем виде уравнение правдоподобия. 14. Запишите в общей форме математическую модель наблюдаемого сигнала, которая содержит аддитивную помеху и является линейной по отношению к одному (двум, трем) неизвестным параметрам. 15. Каков смысл и вид целевой функции при определении оценок по методу наименьших квадратов (МНК) ? 16. В чем особенность оператора, определяющего оценку в случае линейной по параметрам модели наблюдаемого сигнала? 17. Выполните необходимые преобразования и получите выражение для оценки постоянного параметра методом наименьших квадратов. 18. Каково условие несмещенности оценок по МНК? 19. Какие величины определяют СКО оценки постоянного параметра , если выборка состоит из некоррелированных отсчетов наблюдаемого сигнала? 20. Изобразите в общем виде структуру оптимального измерителя неизвестного параметра сигнала и поясните функции отдельных элементов измерителя. 21. Запишите выражение для дисперсии оценки неизвестного параметра сигнала, поступающего в смеси с белым гауссовым шумом на вход приемника – измерителя и перечислите величины, которые определяют ее значение. 22. Запишите в общей форме функцию правдоподобия параметра для случая выборки, состоящей из n статистически независимых отсчетов наблюдаемого сигнала . 24. Как определяют вклад выборки и отдельного наблюдения ,

Согласована на портале № 13465

являющегося элементом статистически независимой выборки? 25. Как определяют количество информации по Фишеру о параметре , содержащееся в независимой выборке объема n ? 26. Какими свойствами обладают максимально правдоподобные оценки неизвестного параметра при выполнении условий регулярности для функции правдоподобия? 27. Запишите неравенство Крамера – Рао. Что определяет это неравенство? 28. В чем состоит особенность задачи разрешения сигналов по параметру в сравнении с задачей различения сигналов? 29. Что есть мера разрешения двух сигналов по параметру временной задержки? 30. Что определяет величину потенциальной разрешающей способности двух сигналов известной формы по времени задержки? 31. Как следует построить приемник – обнаружитель, чтобы реализовать предельную разрешающую способность сигналов известной формы по времени задержки? 32. Что дает применение сигналов с большой базой в плане их разрешения по времени задержки? 33. Каковы особенности разрешения сигналов одновременно по двум параметрам – времени задержки и частотному сдвигу? 34. Почему применение сигнала с простой модуляцией не позволяет одновременно повышать разрешение сигналов по временной задержке и частотному сдвигу? 35. В чем состоит преимущество применения сигналов с большой базой при достижении высокого разрешения сигналов по временной задержке и частотному сдвигу?

3.4 Экзаменационные вопросы

- Байесовские оценки неизвестных параметров и их свойства.
- Функция правдоподобия и максимально правдоподобная оценка
- задержки регулярного сигнала , частоты и фазы при приеме на фоне
- белого гауссовского шума.
- Метод наименьших квадратов. Свойства оценок.
- Статистические свойства огибающей и фазы
- случайного гауссовского узкополосного шума.
- 1. Математические модели узкополосных полезных радиосигналов .
- 2.Узкополосная гауссовская помеха. Статистические свойства. Алгоритмы
- моделирования.

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. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2123, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учебное пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2003. - 398 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. Липкин И.А. Основы статистической радиотехники. - М.: Сов. радио, 1978. – 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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

Согласована на портале № 13465