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 радиосистем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Аудиовизуальная техника, Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов, Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления, РЗИ, СВЧ и КР**

Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
4	Самостоятельная работа	48	48	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5579

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от « 3 » 11 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 2015-03-06 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. ТУ _____ Газизов Т. Р.

Заведующий выпускающей каф РЗИ _____Задорин А.С.

Заведующий выпускающей каф. СВЧ и КР _____Шарангович С.Н.

Эксперты:

доцент кафедры ТУСУР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 5579

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 «Основы статистической радиотехники» (Б1.В.ДВ.5.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Математический анализ, Основы теории цепей, Прикладные математические методы в радиотехнике, Радиотехнические цепи и сигналы, Статистическая теория радиотехнических систем, Теория вероятностей и математическая статистика.

Последующими дисциплинами являются: Радиотехнические системы, Устройства приема и обработки сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

– ПК-4 способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** физическкий смысл статистических характеристик случайных сигналов; взаимосвязь параметров полезного сигнала и параметров его частотно-временной корреляционной функции; постановку и методологию решения задач статистического синтеза оптимальных систем различения, обнаружения и оценки параметров радиосистемах связи , локации и навигации; типовые структуры статистически оптимальных устройств различения, обнаружения и оценки параметров радиосигналов на фоне белого гауссовского шума;

– **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 обобщенные структурные схемы обнаружителя и различителя детерминированных сигналов и пояснить их работу; оценить влияние параметров радиосигнала и гауссовской помехи на потенциальные помехоустойчивости и точности систем

Согласована на портале № 5579

радиосвязи, локации и навигации.

– **владеть** существующей в среде специалистов терминологией для статистической описания свойств сигналов и помех на основе методов статистической радиотехники

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	48	48
Проработка лекционного материала	22	22
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

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	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	6	8	10	24	ОПК-5, ПК-1
2	Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	8	14	18	40	ОПК-5, ПК-1, ПК-4
3	Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	10	14	20	44	ОПК-5, ПК-1, ПК-4
	Итого	24	36	48	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 5579

5 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. Радиоканал и его свойства. Модель сигнала в однолучевом и многолучевом каналах. Пространственные частотные и временные искажения структуры электромагнитного поля в месте приема. Гауссовская модель полезного сигнала в многолучевом канале.	6	ОПК-5, ПК-1
	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 правдоподобия. Структура оптимального приемника – различителя (обнаружителя) детерминированного сигнала на фоне белого гауссова шума: корреляционный приемник и приемник с согласованным фильтром. Статистические характеристика	8	ОПК-5, ПК-1, ПК-4

Согласована на портале № 5579

	качества различения и обнаружения.		
	Итого	8	
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.	10	ОПК-5, ПК-1, ПК-4
	Итого	10	
Итого за семестр		24	

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	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	+	+	+
2	Математический анализ	+	+	+
3	Основы теории цепей		+	+
4	Прикладные математические методы в радиотехнике		+	+
5	Радиотехнические цепи и сигналы	+	+	+
6	Статистическая теория радиотехнических систем	+	+	+
7	Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+
Последующие дисциплины				
1	Радиотехнические системы	+	+	+

Согласована на портале № 5579

2	Устройства приема и обработки сигналов	+	+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-5	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Зачет
ПК-1	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Зачет
ПК-4	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 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.	8	ОПК-5, ПК-1
	Итого	8	
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Согласованный линейный фильтр. Корреляционный приемник. Оптимальный байесовский различитель (обнаружитель) –	14	ОПК-5, ПК-1, ПК-4

Согласована на портале № 5579

	структура и характеристики качества.		
	Итого	14	
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Байесовская теория оценок. Оценки максимального правдоподобия. Оценки по методу наименьших квадратов. Свойства оценок.	14	ОПК-5, ПК-1, ПК-4
	Итого	14	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-5, ПК-1	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-5, ПК-1, ПК-4	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	18		
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-5, ПК-1, ПК-4	Домашнее задание, Зачет, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	10		
	Итого	20		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

Согласована на портале № 5579

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Домашнее задание	7	7	12	26
Зачет			30	30
Конспект самоподготовки	6	6	6	18
Опрос на занятиях	8	8	10	26
Итого максимум за период	21	21	58	100
Нарастающим итогом	21	42	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 5579

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, свободный.

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, теории информации и кодирования - М.: Сов. радио, 1978. – 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Библиотека ТУСУР
2. Научно-образовательный портал ТУСУР

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс (ауд. 423 РК) – сервер, 12 ПЭВМ;
2. Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК) – сервер, 8 ПЭВМ

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 5579

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 радиосистем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Аудиовизуальная техника, Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов, Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТУ, Кафедра телевидения и управления, РЗИ, СВЧ и КР**

Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2014 года

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

Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5579

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
ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	Должен знать физическкий смысл статистических характеристик случайных сигналов; взаимосвязь параметров полезного сигнала и параметров его частотно-временной корреляционной функции; постановку и методологию решения задач статистического синтеза оптимальных систем различения, обнаружения и оценки параметров радиосистемах связи , локации и навигации; типовые структуры статистически оптимальных устройств различения, обнаружения и оценки параметров радиосигналов на фоне белого гауссовского шума; ; 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 обобщенные структурные схемы обнаружителя и различителя детерминированных сигналов и пояснить их работу; оценить влияние параметров радиосигнала и гауссовской помехи на потенциальные помехоустойчивости и точности систем радиосвязи, локации и навигации. ; Должен владеть существующей в среде специалистов терминологией для статистической описания свойств сигналов и помех на основе методов статистической радиотехники ;
ПК-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	
ПК-4	способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем	

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 № 5579

	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 ОПК-5

ОПК-5: способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

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	содержание и способы экспериментальной оценки основных параметров и функций, определяющих статистические свойства случайных сигналов	записать и вычислить с использованием стандартного пакета прикладных программ выборочные значения оценок параметров и функций, определяющих статистические свойства случайного сигнала	терминологией статистического описания случайных сигналов и способами вычисления оценок основных статистических параметров случайных сигналов
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Домашнее задание; • Зачет; • Зачет;

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	• Обладает диапазоном практических умений,	• Контролирует работу, проводит оценку,

Согласована на портале № 5579

	теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости ;	требуемых для развития творческих решений;	совершенствует действия работы самостоятельно обнаруживает допущенные в анализе ошибки;
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.;	• Выполняет содержательный анализ задач, 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, имеет проблемы при самостоятельном описании содержания задач;

2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных 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 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методологию выполнения статистического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	определить последовательность действий при выполнении статистического моделирования каналов обнаружения, различения и оценки параметров сигналов при наличии помех по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	специальной терминологией для выполнения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки;	• Домашнее задание; • Зачет; • Зачет;

Согласована на портале № 5579

	• Зачет;	• Зачет;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – 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;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы самостоятельно обнаруживает допущенные в анализе ошибки;
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.;	• Выполняет содержательный анализ задач, 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, имеет проблемы при самостоятельном описании содержания задач;

2.3 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	содержание задач, требующих решения при проведении предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем	выбрать последовательность действий, определяющих путь решения типовых задач при проведении предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем	специальной терминологией для грамотной формулировки содержания и способов решения типовых задач при проведении предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 5579

Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях; • Зачет; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Домашнее задание; • Зачет; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – 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;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы самостоятельно обнаруживает допущенные в анализе ошибки;
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.;	• Выполняет содержательный анализ задач, 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, имеет проблемы при самостоятельном описании содержания задач;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Статистические свойства огибающей и фазы аддитивной смеси регулярного сигнала и гауссовского шума: плотность распределения вероятностей , математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение. Методология статистического моделирования на ЦВМ с использованием типовых пакетов прикладных программ.

3.2 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?

Согласована на портале № 5579

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 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

Согласована на портале № 5579

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 , 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?

Согласована на портале № 5579

3.3 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. 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.

3.4 Темы опросов на занятиях

– 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. Радиоканал и его свойства. Модель сигнала в однолучевом и многолучевом каналах. Пространственные частотные и временные искажения структуры электромагнитного поля в месте приема. Гауссовская модель полезного сигнала в многолучевом канале.

– 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 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.

– 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 амплитуды и начальной фазы регулярного сигнала. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера – Рао.

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.

Согласована на портале № 5579

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, теории информации и кодирования - М.: Сов. радио, 1978. – 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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 № 5579