

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Математические методы обнаружения и различения сигналов

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ,
профиль: Системы мобильной связи

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	100
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	80
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №174 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТОР, протокол заседания кафедры №3 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Морозов Ю. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Спектор А. А.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция НГТУ: ПК.37.В способность к построению, настройке, регулировке и испытаниям систем радиоэлектроники и связи; в части следующих результатов обучения:
з5. знать основы методов обнаружения и различения сигналов
у4. уметь применять методы обнаружения и различения сигналов для анализа функционирования систем мобильной связи

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Математические методы обнаружения и различения сигналов</i>	
ПК.37.В.з5 знать основы методов обнаружения и различения сигналов	
1.Иметь представления об основных математических моделях, применяемых для обнаружения и различения сигналов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.Иметь представление об основных методах анализа прохождения сигнала и шума через линейные радиотехнические системы	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3.Иметь представление об основных принципах статистического синтеза средств обнаружения и различения сигналов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.Иметь представление об основных методах обнаружения и оценивания параметров сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
5.Знать основные математические модели случайных процессов и радиотехнических систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6.Знать методы оценивания характеристик случайного процесса	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7.Знать методы определения вероятностных характеристик процесса на выходе системы обнаружения и различения сигналов при условии, что структура и характеристики системы заданы и дано вероятностное описание процессов на входе	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
8.Знать основные статистические критерии качества, применяемые в задачах обнаружения и различения сигналов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.Знать методы параметрического и структурного синтеза оптимальных по выбранному критерию систем выделения детерминированных и восстановления случайных сигналов, наблюдаемых в присутствии помех	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
10.Знать методы оценивания характеристик случайных процессов, обнаружения и различения сигналов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.37.В.у4 уметь применять методы обнаружения и различения сигналов для анализа функционирования систем мобильной связи	
11.Уметь производить самостоятельный выбор математических моделей сигналов, методов статистического анализа и синтеза систем обнаружения и различения сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
12.Уметь определять основные характеристики случайных процессов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.Уметь выбирать статистические критерии качества в зависимости от поставленной задачи обнаружения и различения сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
14.Уметь оценивать эффективность оптимальных методов обработки сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
15.Иметь опыт расчета основных характеристик оптимальных систем обнаружения и различения сигналов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 6			
Дидактическая единица: Случайные процессы			
1. Применение вероятностных характеристик случайных величин для решения задач обнаружения и различения сигналов. Теоремы о числовых характеристиках случайных величин	0	2	1
2. Случайные процессы (СП). Свойства математического ожидания и дисперсии СП.	0	2	5
3. Элементы корреляционной теории СП. Свойства взаимной корреляционной, взаимной ковариационной и нормированной взаимной корреляционной функций.	0	2	11, 12, 5
4. Стационарные и эргодические СП. Свойства корреляционной, ковариационной и нормированной корреляционной функций стационарного СП. Характеристики суммы стационарных СП.	0	2	11, 12, 5
5. Элементы спектральной теории СП. Спектральное разложение СП на конечном интервале времени. Спектр мощности и его свойства.	0	2	1, 11, 12
6. Спектральное разложение СП на бесконечном участке времени. Спектральная плотность мощности и ее свойства. Взаимная спектральная плотность мощности. Связь между спектральными и корреляционными характеристиками СП	0	2	1, 11, 12
7. Математические модели случайных процессов. Дискретный и аналоговый белый шум.	0	2	2, 7
Дидактическая единица: преобразование случайных процессов			
8. Преобразование случайных процессов линейной динамической системой. Определение математического ожидания, дисперсии, корреляционной функции и спектральной плотности мощности случайных процессов на вы-ходе линейной динамической системы.	0	4	2, 7
9. Воздействие белого шума на линейную систему. Измерение импульсной характеристики линейной системы с помощью белого шума	0	2	2, 7
Дидактическая единица: Оптимальные системы			
10. Оптимальные линейные системы. Постановка задачи, критерии, этапы синтеза и анализа. Оптимальный обнаружитель и его характеристики.	0	2	3, 9
11. Примеры синтеза и анализа оптимальных и квазиоптимальных обнаружителей сигналов.	0	2	13, 3, 9
12. Задача линейной фильтрации случайных процессов. Фильтр Винера и его характеристики. Примеры применения фильтра Винера для обнаружения и различения сигналов	0	2	13, 15, 3, 9
Дидактическая единица: обнаружение сигналов			
13. Основы теории обнаружения сигналов. Критерии и методы синтеза помехоустойчивых обнаружителей.	0	2	10, 14, 15, 4, 8, 9
14. Расчет вероятностных характеристик обнаружителей. Примеры синтеза и анализа обнаружителей сигналов.	0	2	15, 4
Дидактическая единица: оценивание параметров сигналов			

15. Основы теории оценивания параметров и различения сигналов. Критерии и методы синтеза алгоритмов помехоустойчивого оценивания параметров и различения сигналов.	0	2	12, 14, 15, 4
16. Выборочный метод. Статистические оценки характеристик эргодических стационарных случайных процессов.	0	2	15
17. Расчет характеристик алгоритмов оценивания параметров и различения сигналов. Примеры синтеза и анализа оптимальных оценок параметров сигналов.	0	2	15, 3

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Случайные процессы				
1. Ознакомление с моделирующей программой. Прохождение случайных процессов через нелинейные безынерционные цепи	0	6	1	Студент: - приобретает навыки работы с программно-лабораторным комплексом "Статистическая радиотехника" - измеряет простейшие характеристики СП
2. Измерение характеристик случайных процессов	0	4	1, 10, 6	Студент: - определяет необходимые объемы выборок для оценки характеристик СП с заданной точностью - измеряет характеристики СП -проводит анализ полученных результатов
Дидактическая единица: Оптимальные системы				
3. Оптимальный и квазиоптимальный линейные обнаружители, максимизирующие отношение сигнал шум	0	4	12, 3, 8	Студент: - производит настройку квазиоптимального фильтра - исследует характеристики оптимального и квазиоптимального фильтров
4. Оптимальный и квазиоптимальный линейные обнаружители, минимизирующие средне-квадратическую ошибку фильтрации	0	4	15, 3	Студент: - производит настройку квази-оптимального фильтра - исследует характеристики оптимального и квазиоптимального фильтров

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Случайные процессы				

1. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция нестационарных случайных процессов в системах обнаружения и различения сигналов	0	4	1	- определяет характеристики случайных процессов
2. Характеристики стационарных и эргодических случайных процессов	2	4	1, 5	- определяет характеристики случайных процессов
3. Спектральные характеристики случайных процессов. Связь между спектральными и корреляционными характеристиками СП	2	4	1, 5	- определяет характеристики случайных процессов
Дидактическая единица: преобразование случайных процессов				
4. Белый шум. Воздействие белого шума на линейную систему обнаружения и различения сигналов	2	4	2, 7	- проводит анализ характеристик СП на выходе линейной системы - сравнивает характеристики СП на входе и выходе линейной системы
Дидактическая единица: Оптимальные системы				
5. Синтез и анализ оптимального обнаружителя	2	4	11, 14, 3	- выбирает критерий оптимальности - проводит синтез согласованного фильтра - определяет его структуру - определяет отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра
6. Синтез и анализ фильтра Винера	2	4	11, 14, 3	- выбирает критерий оптимальности - проводит синтез фильтра Винера - определяет среднеквадратическую ошибку фильтрации
Дидактическая единица: обнаружение сигналов				
7. Синтез и анализ систем обнаружения и различения сигналов	4	6	10, 14, 4	- выбирает критерий оптимальности - проводит синтез обнаружителя сигналов - определяет характеристики обнаружителя
Дидактическая единица: оценивание параметров сигналов				
8. Синтез и анализ алгоритмов оценивания параметров сигналов	4	6	13, 14, 4, 6, 9	- выбирает критерий оптимальности - проводит синтез алгоритма оценивания параметров сигналов - определяет характеристики алгоритма оценивания

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Контрольные работы	11, 12, 13, 14	10	2
Решение задач по теме практических занятий: Морозов Ю. В. Математические методы обнаружения и различения сигналов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234717 . - Загл. с экрана.				
2	РГЗ	11, 12, 13, 14, 15	20	2
решение задач расчетно-графического задания и подготовка к защите задания: Морозов Ю. В. Математические методы обнаружения и различения сигналов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234717 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10	1
изучение теоретического материала по тематике лабораторных работ, практических занятий и расчетного задания; Морозов Ю. В. Математические методы обнаружения и различения сигналов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234717 . - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	40	3
Подготовка к экзамену: Морозов Ю. В. Математические методы обнаружения и различения сигналов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234717 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail:yu.morozov@corp.nstu.ru

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		

<i>Лабораторная:</i>	5	10
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>Контрольные работы:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	5	10
<i>Экзамен:</i>	20	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
	ПК.37.В 35. знать основы методов обнаружения и различения сигналов			+
	ПК.37.В у4. уметь применять методы обнаружения и различения сигналов для анализа функционирования систем мобильной связи	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Шахтарин Б. И. Обнаружение сигналов : [учебное пособие для вузов] / Б. И. Шахтарин. - М., 2006. - 526 с. : ил., табл.
2. Шахтарин Б. И. Случайные процессы в радиотехнике. Т. 1 : учебное пособие для вузов радиотехнических и приборных специальностей. - М., 2006. - 462, [2] с. : ил.. - Посвящается 175-летию Моск. гос. техн. ун-та им. Н. Э. Баумана.

Дополнительная литература

1. Горяинов В. Т. Статистическая радиотехника : Примеры и задачи: Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / В. Т. Горяинов, А. Г. Журавлев, В. И. Тихонов; Под ред. В. И. Тихонова. - М., 1980. - 543 с. : ил.
2. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. - М., 1989. - 653, [1] с. : ил.
3. Лабораторный практикум по курсу "Статистическая радиотехника" : Метод. указания для фак-та радиотехники, электроники и физики (спец. 2007) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Сост.: А. А. Спектор, И. С. Грузман. - Новосибирск, 1999. - 27 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Морозов Ю. В. Математические методы обнаружения и различения сигналов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234717. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы обнаружения и различения сигналов

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
, профиль: Системы мобильной связи

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Математические методы обнаружения и различения сигналов приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.37.В способность к построению, настройке, регулировке и испытаниям систем радиоэлектроники и связи	з5. знать основы методов обнаружения и различения сигналов	Белый шум. Воздействие белого шума на линейную систему обнаружения и различения сигналов Воздействие белого шума на линейную систему. Измерение импульсной характеристики линейной системы с помощью белого шума Задача линейной фильтрации случайных процессов. Фильтр Винера и его характеристики. Примеры применения фильтра Винера для обнаружения и различения сигналов Измерение характеристик случайных процессов Математические модели случайных процессов. Дискретный и аналоговый белый шум. Оптимальные линейные системы. Постановка задачи, критерии, этапы синтеза и анализа. Оптимальный обнаружитель и его характеристики. Оптимальный и квазиоптимальный линейные обнаружители, максимизирующие отношение сигнал шум Основы теории обнаружения сигналов. Критерии и методы синтеза помехоустойчивых обнаружителей. Преобразование случайных процессов линейной динамической системой. Определение математического ожидания, дисперсии, корреляционной функции и спектральной плотности мощности случайных процессов на выходе линейной динамической системы. Применение вероятностных характеристик случайных величин для решения задач обнаружения и различения сигналов. Теоремы о числовых характеристиках случайных величин Примеры синтеза и анализа оптимальных и		Экзамен, вопросы 1-20

		квазиоптимальных обнаружителей сигналов. Расчет вероятностных характеристик обнаружителей. Примеры синтеза и анализа обнаружителей сигналов. Синтез и анализ алгоритмов оценивания параметров сигналов Синтез и анализ систем обнаружения и различения сигналов Случайные процессы (СП). Свойства математического ожидания и дисперсии СП. Спектральные характеристики случайных процессов. Связь между спектральными и корреляционными характеристиками СП Стационарные и эргодические СП. Свойства корреляционной, ковариационной и нормированной корреляционной функций стационарного СП. Характеристики суммы стационарных СП. Характеристики стационарных и эргодических случайных процессов Элементы корреляционной теории СП. Свойства взаимной корреляционной, взаимной ковариационной и нормированной взаимной корреляционной функций. Элементы спектральной теории СП. Спектральное разложение СП на конечном интервале времени. Спектр мощности и его свойства.		
ПК.37.В	у4. уметь применять методы обнаружения и различения сигналов для анализа функционирования систем мобильной связи	Выборочный метод. Статистические оценки характеристик эргодических стационарных случайных процессов. Задача линейной фильтрации случайных процессов. Фильтр Винера и его характеристики. Примеры применения фильтра Винера для обнаружения и различения сигналов Основы теории обнаружения сигналов. Критерии и методы синтеза помехоустойчивых обнаружителей. Основы теории оценивания параметров и различения сигналов. Критерии и методы синтеза алгоритмов помехоустойчивого оценивания параметров и различения сигналов. Примеры синтеза и анализа оптимальных и квазиоптимальных обнаружителей сигналов.	Контрольная работа, РГЗ	Экзамен, вопросы 21-42

		Расчет вероятностных характеристик обнаружителей. Примеры синтеза и анализа обнаружителей сигналов. Расчет характеристик алгоритмов оценивания параметров и различения сигналов. Примеры синтеза и анализа оптимальных оценок параметров сигналов. Синтез и анализ алгоритмов оценивания параметров сигналов. Синтез и анализ оптимального обнаружителя. Синтез и анализ систем обнаружения и различения сигналов. Синтез и анализ фильтра Винера. Спектральное разложение СП на бесконечном участке времени. Спектральная плотность мощности и ее свойства. Взаимная спектральная плотность мощности. Связь между спектральными и корреляционными характеристиками СП. Стационарные и эргодические СП. Свойства корреляционной, ковариационной и нормированной корреляционной функций стационарного СП. Характеристики суммы стационарных СП. Элементы корреляционной теории СП. Свойства взаимной корреляционной, взаимной ковариационной и нормированной взаимной корреляционной функций.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.37.В.

Экзамен проводится в устной форме по билетам.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.37.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований,

теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Количество баллов составляет от 50 до 72.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Количество баллов составляет от 73 до 86.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Количество баллов составляет от 87 до 100.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Математические методы обнаружения и различения сигналов», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-42 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Математические методы обнаружения и различения
сигналов»

1. Случайные события, вероятность, теоремы сложения и умножения вероятностей (примеры).
2. Воздействие белого шума на интегрирующую RC-цепь.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ А.А. Спектор
(подпись)
(дат)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 16 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *16-24 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает

характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет 25-34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 35-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Математические методы обнаружения и различения сигналов»

1. Случайные события, вероятность, теоремы сложения и умножения вероятностей (примеры).
2. Формула полной вероятности, формула Байеса (примеры).
3. Случайные величины. Свойства интегральной функции и плотности распределения вероятностей (примеры).
4. Моменты случайных величин. Гауссовское и равномерное распределение случайных величин (примеры).
5. Теоремы о числовых характеристиках (примеры).
6. Классификация случайных процессов (СП). Случайная последовательность с независимыми сечениями (дискретный белый шум).
7. Марковский СП, гауссовский СП.
8. Математическое ожидание СП и его свойства.
9. Дисперсия СП и ее свойства.
10. Ковариационная и нормированная корреляционная функции СП.
11. Взаимная ковариационная функция СП. Характеристики суммы СП.
12. Стационарные и стационарно связанные СП.
13. Эргодические СП. Интервал корреляции СП.
14. Спектральный анализ стационарных в широком смысле случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина.
15. Свойства спектральной плотности мощности (СПМ).
16. Эффективная ширина спектра ее связь с интервалом корреляции СП.
- Соотношение неопределенности. Взаимная СПМ двух стационарно связанных СП.
17. СП с равномерной в полосе частот СПМ. Белый шум.
18. Математическое ожидание отклика линейной системы.
19. Ковариационная функция отклика линейной системы обнаружения обнаружения сигналов.
20. СПМ отклика. Взаимная ковариационная функция и СПМ процессов на входе и выходе линейной системы обнаружения сигналов.
21. Воздействие белого шума на линейную систему. Измерение импульсной характеристики линейной системы с помощью белого шума.
22. Воздействие белого шума на интегрирующую RC-цепь.
23. Оптимальные линейные системы. Постановка задачи, модели, критерии.

Основные этапы синтеза и анализа оптимальных систем.

24. Синтез согласованного фильтра.
25. Анализ согласованного фильтра.
26. Согласованный фильтр как коррелятор. Плотность распределения вероятностей сигнала на выходе согласованного фильтра.
27. Оптимальный и квазиоптимальный фильтры для видеоимпульса, наблюдаемого на фоне аддитивного белого шума
28. Оптимальный и квазиоптимальный фильтры для радиоимпульса, наблюдаемого на фоне аддитивного белого шума
29. Согласованная фильтрация при небелом шуме.
30. Синтез фильтра Винера (общий случай). Синтез фильтра Винера при некоррелированных сигнале и аддитивной помехе
31. Восстановление линейно-искаженных сигналов. Пример.
32. Задача обнаружения сигналов. Критерий Байеса.
33. Критерий максимума апостериорной вероятности. Критерий максимального правдоподобия и Неймана-Пирсона.
34. Синтез и анализ обнаружителя дискретного сигнала, наблюдаемого на фоне аддитивного гауссовского шума с некоррелированными отсчетами.
35. Синтез и анализ обнаружителя аналогового сигнала, наблюдаемого на фоне аддитивного белого шума.
36. Обнаружение сигнала, наблюдаемого на фоне мультипликативной помехи
37. Оценивание параметров СП. Несмещенные, состоятельные и эффективные оценки. Неравенство Крамера-Рао.
38. Оценка математического ожидания (МО) случайного процесса.
39. Оценка дисперсии случайного процесса (при известном и неизвестном МО).
40. Оценка вероятности превышения СП порога.
41. Оценка МО непрерывного СП.
42. МП оценки. МП оценка МО гауссовского СП.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Математические методы обнаружения и различения сигналов», бсеместр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: Основы теории оценивания параметров и различения сигналов. Критерии и методы синтеза алгоритмов помехоустойчивого оценивания параметров и различения сигналов. Она включает в себя 2 вопроса.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если она содержит грубые ошибки. Оценка составляет 0 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если есть существенное замечание. Оценка составляет 1-3 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если есть несоклько мелких замечаний. Оценка составляет 4-6 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если замечаний нет или есть одно мелкое замечание. Оценка составляет 7-10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

1. Случайные события, вероятность, теоремы сложения и умножения вероятностей
2. Ковариационная и нормированная корреляционная функции

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Математические методы обнаружения и различения сигналов», 6 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны вывести некоторые математические соотношения, применяемые для обнаружения и различения сигналов.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ задания, сделать обзор литературы по теме задания, написать и обосновать вывод заданного выражения.

Обязательные структурные части РГЗ: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение.

Оцениваемые позиции: правильность решения и оформление.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ задания, оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ задания и обзор литературы поверхностные, вывод выражения недостаточно обоснован, оценка составляет 1-3 балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа выполнена в полном объеме, имеются мелкие замечания, оценка составляет 4-6 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ работы выполнен правильно в полном объеме, имеется не более одного мелкого замечания, оценка составляет 7-10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задача 1

Найти трехмерную плотность распределения вероятностей случайного процесса с независимыми сечениями, одномерное распределение которого подчиняется рэлеевскому распределению экспоненциальному распределению.

Задача 2

Найти n -мерную плотность распределения вероятностей случайного процесса с независимыми сечениями, одномерное распределение которого подчиняется экспоненциальному распределению.