

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

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталева В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Основы теории случайных процессов

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.	20
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:

профессор, д.т.н. Грузман И. С.

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.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи; в части следующих результатов обучения:
34. знать основы математического представления случайных процессов и методы обработки случайных сигналов в системах мобильной связи
у4. уметь применять методы теории случайных процессов для анализа сигналов в системах 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
---	---------------------------

Основы теории случайных процессов

ПК.36.В.34 знать основы математического представления случайных процессов и методы обработки случайных сигналов в системах мобильной связи	
1. об основных математических моделях, применяемых для описания вероятностных характеристик процессов в радиотехнических устройствах	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2. об основных методах анализа прохождения сигнала и шума через линейные радиотехнические системы	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3. об основных принципах статистического синтеза оптимальных радиотехнических устройств	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4. об основных методах обнаружения и оценивания параметров сигналов	Лекции; Практические занятия
5. основные математические модели случайных процессов и радиотехнических систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. методы оценивания характеристик случайного процесса	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7. методы определения вероятностных характеристик процесса на выходе радиотехнической системы при условии, что структура и характеристики системы заданы и дано вероятностное описание процессов на входе	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
8. основные статистические критерии качества, применяемые в задачах обработки данных	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9. 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. методы оценивания характеристик случайных процессов и обнаружения сигналов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.36.В.у4 уметь применять методы теории случайных процессов для анализа сигналов в системах мобильной связи	
11. производить самостоятельный выбор математических моделей сигналов, методов статистического анализа и синтеза радиотехнических устройств в зависимости от их структуры и функционального назначения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
12. определять основные характеристики случайных процессов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13. выбирать статистические критерии качества в зависимости от поставленной задачи обработки сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
14. оценивать эффективность оптимальных методов обработки сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
15. расчета основных характеристик оптимальных систем обработки данных	Лекции; Лабораторные работы

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 радиотехнических задач. 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. Согласованный фильтр и его характеристики.	0	2	3, 9
11. Примеры синтеза и анализа оптимальных и квазиоптимальных линейных систем.	0	2	13, 3, 9
12. Задача линейной фильтрации случайных процессов. Фильтр Винера и его характеристики. Примеры применения фильтра Винера для обработки сиг-налов	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 сигналов. Критерии и методы синтеза алгоритмов помехоустойчивого оценивания параметров.	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 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 программой: лабораторные работы по курсу "Статистическая ра-диотехника". Прохождение случайных процессов через нелинейные безынерционные цепи	0	6	1	Студент: - приобретает навыки работы с программно-лабораторным комплексом "Статистическая радиотехника" - измеряет простейшие харак-теристики СП
2. Измерение характеристик случайных процессов	0	4	1, 10, 6	Студент: - определяет необходимые объемы выборок для оценки харак-теристик СП с заданной точностью - измеряет характеристики СП -проводит анализ полученных результатов
Дидактическая единица: Оптимальные системы				
3. Оптимальный и квазиоптимальный линейные фильтры, 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 фильтры, 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	2	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	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 согласованного фильтра	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 обнаружителей 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: Грузман И. С. Применение теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 81, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_gruzman.rar Грузман И. С. Основы теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 95 с. : ил.				
2	РГЗ	10, 5, 6, 7, 8, 9	20	2
решение задач расчетно-графического задания и подготовка к защите задания: Грузман И. С. Применение теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 81, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_gruzman.rar Грузман И. С. Основы теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 95 с. : ил.				
3	Подготовка к занятиям	1, 2	10	1
изучение теоретического материала по тематике лабораторных работ, практических занятий и расчетного задания; Грузман И. С. Применение теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 81, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_gruzman.rar Грузман И. С. Основы теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 95 с. : ил.				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	40	3
Подготовка к экзамену: Грузман И. С. Применение теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 81, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_gruzman.rar Грузман И. С. Основы теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 95 с. : ил.				

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:gruzman@corp.nstu.ru
Контроль	e-mail:gruzman@corp.nstu.ru

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.36.В
Формируемые умения: у4. уметь применять методы теории случайных процессов для анализа сигналов в системах мобильной связи		
Краткое описание применения: Обсуждаются вопросы обработки сигналов в радиотехнике		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Грузман И. С. Применение теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 81, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_gruzman.rar "		

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.36.В 34. знать основы математического представления случайных процессов и методы обработки случайных сигналов в системах мобильной связи	+	+	+
	ПК.36.В у4. уметь применять методы теории случайных процессов для анализа сигналов в системах 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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Грузман И. С. Применение теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 81, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_gruzman.rar
2. Грузман И. С. Основы теории случайных процессов : учебное пособие / И. С. Грузман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 95 с. : ил.

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

Основы теории случайных процессов

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 Основы теории случайных процессов 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.36.В способность к выполнению исследований и оформлению их результатов применительно к системам радиоэлектроники и связи	34. знать основы математического представления случайных процессов и методы обработки случайных сигналов в системах мобильной связи	Белый шум. Воздействие белого шума на линейную систему 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 обработки сиг-налов Измерение характеристик случайных процессов Математические модели случайных процессов. Дискретный и аналоговый белый шум. Оптимальные линейные системы. Постановка задачи, критерии, этапы синтеза и анализа. Согласованный фильтр и его характеристики. Оптимальный и квазиоптимальный линейные фильтры, 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 вы-ходе линейной динамической системы. Применение вероятностных характеристик случайных величин для решения радиотехнических задач. Теоремы о числовых характеристиках случайных величин Примеры синтеза и анализа оптимальных и квазиоптимальных линейных систем. Расчет вероятностных характеристик обнаружителей.	Контрольные работы РГЗ	Экзамен

		Примеры синтеза и анализа обнаружителей сигналов. Синтез и анализ алгоритмов оценивания параметров сигналов Синтез и анализ обнаружителей 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.36.В	у4. уметь применять методы теории случайных процессов для анализа сигналов в системах 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 обработки сигналов Оптимальный и квазиоптимальный линейные фильтры, минимизирующие средне-квадратическую ошибку фильтрации Основы теории обнаружения сигналов. Критерии и методы синтеза помехоустойчивых обнаружителей. Основы теории оценивания параметров сигналов. Критерии и методы синтеза алгоритмов помехоустойчивого оценивания параметров. Примеры синтеза и анализа оптимальных и квазиоптимальных линейных систем. Расчет вероятностных характеристик обнаружителей. Примеры синтеза и анализа	Контрольные работы РГЗ	Экзамен

		обнаружителей сигналов. Расчет характеристик алгоритмов оценивания параметров сигналов. Примеры синтеза и анализа оптимальных оценок параметров сигналов. Синтез и анализ согласованного фильтра 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. Элементы спектральной теории СП. Спектральное разложение СП на конечном интервале времени. Спектр мощности и его свойства.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.36.В.

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса.

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 РГЗ, контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, контрольной работы.

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.36.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. Количество баллов составляет менее 50.

Пороговый. Работа в семестре и ответы на вопросы на экзамене показывают освоение основного содержания курса, однако имеются существенные замечания к уровню подготовки. Количество баллов составляет от 50 до 72.

Базовый. Работа в семестре и ответы на вопросы на экзамене показывают в целом полное освоение содержания курса, однако имеются частные замечания к уровню подготовки. Количество баллов составляет от 73 до 86.

Продвинутый. Ответы на вопросы на экзамене показывают полное освоение содержания курса. Количество баллов составляет от 87 до 100.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Основы теории случайных процессов», 6 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-21, второй вопрос из диапазона вопросов 22-42 (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 «Основы теории случайных процессов»

1. Случайные величины. Свойства интегральной функции и плотности распределения вероятностей (примеры).
2. Согласованная фильтрация при небелом шуме.

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

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 0-16 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, вычислительные, 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

Экзамен считается сданным с оценкой "отлично", если в течение семестра и на экзамене получено 87-100 баллов.

Экзамен считается сданным с оценкой "хорошо", если в течение семестра и на экзамене получено 73-86 баллов.

Экзамен считается сданным с оценкой "удовлетворительно", если в течение семестра и на экзамене получено 50-72 балла и на экзамене получено не менее 16 баллов.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Основы теории случайных процессов»

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.
20. СПМ отклика. Взаимная ковариационная функция и СПМ процессов на входе и выходе линейной системы.
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 «Основы теории случайных процессов», 6 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме спектрально-корреляционные характеристики случайных процессов, включает 3 задачи. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

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

Контрольная работа считается **невыполненной**, если не решена ни одна из задач. Оценка составляет 0 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если к решению одной из задач есть существенное замечание, оценка составляет 1-3 баллов

Работа выполнена на **базовом** уровне, если к решению задач имеется несколько мелких замечаний, оценка составляет 4-6 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если все задачи решены правильно или к решению одной из задач имеется 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.

Приведенные выше баллы непосредственно учитываются в балльно-рейтинговой системе.

4. Пример варианта контрольной работы

Задача 1.

Найти взаимную корреляционную и взаимную ковариационную функции двух случайных процессов $X(t) = 3Ut - 2$ и $Y(t) = 12t^2 + S^2$, где U, S взаимно некоррелированные случайные величины, равномерно распределенные на интервалах $[1, 5]$ и $[2, 8]$.

Задача 2

Известны математические ожидания $m_x(t) = 4t^2 + 2t$, $m_y(t) = 2t - 5$ и ковариационные функции $K_x(t_1, t_2) = 12t_1t_2$ и $K_y(t_1, t_2) = \exp(3|t_1 - t_2|)$ некоррелированных случайных процессов $X(t)$ и $Y(t)$. Найти математическое ожидание, дисперсию, ковариационную и нормированную корреляционную функции случайного процесса $Z(t) = 3X(t) + 6Y(t)$.

Задача 3

На цепь, составленную из последовательно соединенных сопротивления, индуктивности и емкости воздействует напряжение $X(t)$, представляющее собой стационарный случайный процесс со спектральной плотностью мощности $G_X(f) = B + C\delta(f)$. Найти спектральную плотность мощности напряжения на емкости.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Основы теории случайных процессов», 6 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны решить четыре задачи в соответствии с исходными данными.

Расчетно-графическое задание оформляется в виде пояснительной записки, которая включает в себя титульный лист, исходные данные и решение каждой задачи.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если неправильно решена одна из задач, оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной на **пороговом** уровне, если к решению одной из задач есть существенное замечание, оценка составляет 1-3 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если к решению задач имеется несколько мелких замечаний, оценка составляет 4-6 баллов
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены правильно или к решению одной из задач имеется мелкое замечание, оценка составляет 7-10 баллов

3. Шкала оценки

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

Приведенные выше баллы непосредственно учитываются в балльно-рейтинговой системе.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Задача 1

Случайный процесс $X(t) = Vt^3 + 5$, где V – случайная величина, равномерно распределенная на интервале $[0; 2]$. Найти реализации случайного процесса, наблюдаемые в результате двух опытов, в которых случайная величина V приняла следующие значения: $v_1 = 0.1$, $v_2 = 0.4$.

Задача 2

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

Задача 3

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

Задача 4

Одномерная плотность распределения вероятностей случайного процесса $X(t)$ имеет вид

$$w(x, t) = \frac{1}{\sqrt{\beta\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \alpha \sin t)^2}{\beta}\right),$$

где α и β – неслучайные величины, причем $\beta > 0$. Определить математическое ожидание и дисперсию случайного процесса $X(t)$. Определить вероятность выполнения неравенства $X(t=1) > 0$.