

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

Кафедра автономных информационных и управляющих систем

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Статистическая радиотехника

Образовательная программа: 27.03.04 Управление в технических системах, профиль: Автономные информационные и управляющие системы

Курс: 3, семестр : 5

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	81
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 27.03.04 Управление в технических системах

ФГОС введен в действие приказом №1171 от 20.10.2015 г. , дата утверждения: 12.11.2015 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 27.03.04 Управление в технических системах

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АИУС, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Борисова И. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Легкий В. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Легкий В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь использовать методы анализа радиотехнических цепей в стационарном и переходном режимах	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать методы представления и анализа детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике	
з2. знать основные методы преобразования сигналов линейными и нелинейными радиотехническими цепями	
з5. знать основы фильтрации детерминированных и случайных сигналов	
у1. уметь использовать методы анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в радиотехнических цепях	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Статистическая радиотехника

ОПК.3.у2 уметь использовать методы анализа радиотехнических цепей в стационарном и переходном режимах	
1. использовать методы анализа радиотехнических цепей в стационарном и переходном режимах	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.з1 знать методы представления и анализа детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике	
2. методы представления и анализа детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.6.з2 знать основные методы преобразования сигналов линейными и нелинейными радиотехническими цепями	
3. основные методы преобразования сигналов линейными и нелинейными радиотехническими цепями	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.6.з5 знать основы фильтрации детерминированных и случайных сигналов	
4. основы фильтрации детерминированных и случайных сигналов	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.6.у1 уметь использовать методы анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в радиотехнических цепях	
5. использовать методы анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в радиотехнических цепях	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Сигналы и помехи в радиотехнических системах			
1. Радиотехнические системы. Структурная схема радиотехнической системы. Представление сигналов и помех.	0	2	2
Дидактическая единица: Случайные процессы			

2. Случайные процессы: определение, классификация. Функция распределения, плотность вероятностей. Независимость случайных процессов, условная плотность. Моментные и корреляционные функции.	0	2	2
3. Нестационарные и стационарные процессы и поля. Стационарность в широком и узком смысле. Свойства стационарных процессов. Однородные случайные поля. Эргодические и неэргодические стационарные процессы и поля	0	2	2
4. Корреляционная функция. Автокорреляция, взаимная корреляция. Свойства корреляционных функций. Интервал автокорреляции, способы его определения.	0	2	2
Дидактическая единица: Спектральный анализ			
5. Спектральное разложение стационарной случайной функции. Дискретный спектр. Случайный спектр. Спектральная плотность, ее свойства. Формулы Винера-Хинчина. Эффективная ширина спектра. Взаимная спектральная плотность.	0	4	2
Дидактическая единица: Гауссовские случайные процессы			
6. Гауссовские случайные процессы, их свойства и характеристики. Белый шум и его модели. Пространственный белый шум. Дискретный гауссовский белый шум.	0	3	2
Дидактическая единица: Обнаружение и распознавание сигналов.			
7. Обнаружение и распознавание сигналов. Отношение правдоподобия. Классификатор Байеса. Минимаксный классификатор, классификатор Неймана-Пирсона.	0	3	2, 4
Дидактическая единица: Марковский и пуассоновский случайные процессы			
8. Марковские процессы: определение, классификация. Цепи Маркова однородные и неоднородные. Классификация состояний цепи Маркова. Дискретные марковские процессы. Уравнение Колмогорова-Чэпмена.	0	5	2
9. Пуассоновский процесс, его свойства. Обобщения пуассоновского процесса: пуассоновский процесс в нескольких измерениях, неоднородный пуассоновский процесс, пуассоновский процесс с кратными событиями, профильтрованный пуассоновский процесс,	0	3	2
Дидактическая единица: Прохождение случайных процессов через линейные системы			
10. Линейные звенья. Линеаризация. Характеристики, использующиеся для описания линейных звеньев: КЧХ, импульсная характеристика, корреляционная функция, спектральная плотность. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.	0	3	2, 3
Дидактическая единица: Прохождение случайных процессов через нелинейные неинерционные системы			
11. Плотность распределения вероятностей случайного процесса на выходе нелинейного звена. Корреляционная функция.	0	3	2, 3
Дидактическая единица: Оптимальная линейная фильтрация			

12. Оптимальная линейная фильтрация по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал/шум.	0	4	2, 4
--	---	---	------

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Случайные процессы				
1. Случайные процессы и их характеристики	0	4	1, 5	Моделирование случайных процессов
Дидактическая единица: Спектральный анализ				
2. Спектральное разложение стационарной случайной функции. Дискретный спектр. Случайный спектр. Спектральная плотность, ее свойства. Формулы Винера-Хинчина. Эффективная ширина спектра. Взаимная спектральная плотность.	0	4	1, 5	Исследование спектральных характеристик случайных функций
Дидактическая единица: Гауссовские случайные процессы				
3. Гауссовские случайные процессы, их свойства и характеристики. Белый шум и его модели. Пространственный белый шум. Дискретный гауссовский белый шум.	0	4	5	Моделирование и исследование гауссовского случайного процесса.
Дидактическая единица: Обнаружение и распознавание сигналов.				
4. Основные показатели эффективности обнаружения. Критерии оптимальности обнаружения. Отношение правдоподобия. Определение вероятностных показателей эффективности обнаружения. Обнаружение когерентной пачки импульсов. Обнаружитель пачки импульсов. Характеристики обнаружения когерентной пачки импульсов	0	4	1, 5	Расчет показателей эффективности обнаружения. Исследование характеристик обнаружения пакетов импульсов.
5. Обнаружение детерминированного сигнала. Согласованные фильтры. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой.	0	6	1, 5	Исследование характеристик обнаружения детерминированного сигнала. Исследование характеристик обнаружения сигнала со случайной начальной фазой. Исследование характеристик обнаружения сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой

6. Общая постановка задачи различения сигналов. Априорные данные для задачи различения сигналов. Синтез оптимальных алгоритмов различения сигналов. Достаточные статистики в задаче синтеза оптимального алгоритма различения сигналов.	0	2	1, 5	Синтез и исследование оптимальных алгоритмов различения сигналов
Дидактическая единица: Марковский и пуассоновский случайные процессы				
7. Цепи Маркова. Дискретные марковские процессы. Пуассоновский процесс, его свойства. Обобщения пуассоновского процесса.	0	4	5	Исследование марковских и пуассоновских случайных процессов
Дидактическая единица: Прохождение случайных процессов через линейные системы				
8. Линейные звенья. Линеаризация. Характеристики, использующиеся для описания линейных звеньев: КЧХ, импульсная характеристика, корреляционная функция, спектральная плотность. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.	0	2	1, 5	Моделирование прохождения случайных сигналов через линейные звенья
Дидактическая единица: Прохождение случайных процессов через нелинейные неинерционные системы				
9. Прохождение случайных сигналов через нелинейные звенья. Плотность распределения вероятностей случайного процесса на выходе нелинейного звена. Корреляционная функция.	0	2	1, 5	Моделирование прохождения случайных сигналов через нелинейные звенья
Дидактическая единица: Оптимальная линейная фильтрация				
10. Оптимальная линейная фильтрация по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал/шум.	0	4	1, 5	Моделирование оптимальных фильтров для обнаружения случайных сигналов

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5	5	2
: Рабинович Е. В. Методы и средства обработки сигналов : учебное пособие / Е. В. Рабинович ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 142, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000121843				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5	43	3

: Рабинович Е. В. Методы и средства обработки сигналов : учебное пособие / Е. В. Рабинович ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 142, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000121843 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.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5	15	2
: Рабинович Е. В. Методы и средства обработки сигналов : учебное пособие / Е. В. Рабинович ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 142, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000121843 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.				

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	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

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: 5		
Лабораторная №1:	3	5
Лабораторная №2:	3	5
Лабораторная №3:	3	5
Лабораторная №4:	3	5
Лабораторная №5:	3	5
Лабораторная №6:	3	5
Лабораторная №7:	3	5
Лабораторная №8:	3	5
Лабораторная №9:	3	5
Лабораторная №10:	3	5
РГЗ:	10	20
Контролирующие материалы (задане) приводятся в "Рабинович Е. В. Методы и средства обработки сигналов : учебное пособие / Е. В. Рабинович ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 142, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000121843 "		
Экзамен:	0	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Рабинович Е. В. Методы и средства обработки сигналов : учебное пособие / Е. В. Рабинович ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 142, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000121843 "		

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.3	у2. уметь использовать методы анализа радиотехнических цепей в стационарном и переходном режимах	+	+
ПК.6	з1. знать методы представления и анализа детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике	+	+
	з2. знать основные методы преобразования сигналов линейными и нелинейными радиотехническими цепями	+	+
	з5. знать основы фильтрации детерминированных и случайных сигналов		+
	у1. уметь использовать методы анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в радиотехнических цепях	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. 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.
2. ЭБС Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 1993. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. - Загл. с экрана.

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. Тихонов В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем : учебное пособие для вузов радиотехнических специальностей / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. - М., 2004. - 607, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. eLIBRARY.RU (Научная электронная библиотека РФФИ) [Электронный ресурс]. – [Россия], 2000-2015. – Режим доступа: [http://\(www.elibrary.ru\)](http://(www.elibrary.ru)). – Загл. с экрана.
2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
3. Компоненты и технологии [Электронный ресурс] : журнал. - 2001-2017. - Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9938. - Загл. с экрана.
4. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
5. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
6. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
7. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Рабинович Е. В. Методы и средства обработки сигналов : учебное пособие / Е. В. Рабинович ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 142, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000121843

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MATLAB

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Лекции сопровождаются презентациями

Компьютерный класс

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

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

Кафедра автономных информационных и управляющих систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая радиотехника

Образовательная программа: 27.03.04 Управление в технических системах, профиль:
Автономные информационные и управляющие системы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Статистическая радиотехника приведена в Таблице 1

Таблица 1

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)
ОПК.3 способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	у2. уметь использовать методы анализа радиотехнических цепей в стационарном и переходном режимах	2.1 Случайные процессы и их характеристики 3.2 Спектральное разложение стационарной случайной функции. Дискретный спектр. Случайный спектр. Спектральная плотность, ее свойства. Формулы Винера-Хинчина. Эффективная ширина спектра. Взаимная спектральная плотность. 5.4 Основные показатели эффективности обнаружения. Критерии оптимальности обнаружения. Отношение правдоподобия. Определение вероятностных показателей эффективности обнаружения. Обнаружение когерентной пачки импульсов. Обнаружитель пачки импульсов. Характеристики обнаружения когерентной пачки импульсов 5.5 Обнаружение детерминированного сигнала. Согласованные фильтры. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой. 5.6 Общая постановка задачи различения сигналов. Априорные данные для задачи различения сигналов. Синтез оптимальных алгоритмов различения сигналов. Достаточные статистики в задаче синтеза оптимального алгоритма различения сигналов. 7.8 Линейные звенья. Линеаризация. Характеристики, использующиеся для описания линейных звеньев: КЧХ, импульсная характеристика, корреляционная функция, спектральная плотность. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. 8.9 Прохождение случайных	РГЗ	Экзамен, вопросы. 3, 11-13, 29-36, 22-26, 40

		сигналов через нелинейные звенья. Плотность распределения вероятностей случайного процесса на выходе нелинейного звена. Корреляционная функция. 9.10 Оптимальная линейная фильтрация по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал/шум.		
ПК.6/ПК способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	31. знать методы представления и анализа детерминированных и случайных сигналов в радиотехнике	1.1 Радиотехнические системы. Структурная схема радиотехнической системы. Представление сигналов и помех. 2.2 Случайные процессы: определение, классификация. Функция распределения, плотность вероятностей. Независимость случайных процессов, условная плотность. Моментные и корреляционные функции. 2.3 Нестационарные и стационарные процессы и поля. Стационарность в широком и узком смысле. Свойства стационарных процессов. Однородные случайные поля. Эргодические и неэргодические стационарные процессы и поля 2.4 Корреляционная функция. Автокорреляция, взаимная корреляция. Свойства корреляционных функций. Интервал автокорреляции, способы его определения. 3.5 Спектральное разложение стационарной случайной функции. Дискретный спектр. Случайный спектр. Спектральная плотность, ее свойства. Формулы Винера-Хинчина. Эффективная ширина спектра. Взаимная спектральная плотность. 4.6 Гауссовские случайные процессы, их свойства и характеристики. Белый шум и его модели. Пространственный белый шум. Дискретный гауссовский белый шум. 5.7 Обнаружение и распознавание сигналов. Отношение правдоподобия. Классификатор Байеса. Минимаксный классификатор, классификатор Неймана-Пирсона. 6.8 Марковские процессы: определение, классификация.	РГЗ	Экзамен, вопросы. 1-2, 3-10, 11-13, 14-16, 27-28, 17-21, 22-26

		Цепи Маркова однородные и неоднородные. Классификация состояний цепи Маркова. Дискретные марковские процессы. Уравнение Колмогорова-Чэпмена. 6.9 Пуассоновский процесс, его свойства. Обобщения пуассоновского процесса: пуассоновский процесс в нескольких измерениях, неоднородный пуассоновский процесс, пуассоновский процесс с кратными событиями, профильтрованный пуассоновский процесс, 7.10 Линейные звенья. Линеаризация. Характеристики, использующиеся для описания линейных звеньев: КЧХ, импульсная характеристика, корреляционная функция, спектральная плотность. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. 8.11 Плотность распределения вероятностей случайного процесса на выходе нелинейного звена. Корреляционная функция. 9.12 Оптимальная линейная фильтрация по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал/шум.		
ПК.6/ПК	32. знать основные методы преобразования сигналов линейными и нелинейными радиотехническими цепями	7.10 Линейные звенья. Линеаризация. Характеристики, использующиеся для описания линейных звеньев: КЧХ, импульсная характеристика, корреляционная функция, спектральная плотность. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. 8.11 Плотность распределения вероятностей случайного процесса на выходе нелинейного звена. Корреляционная функция.	РГЗ	Экзамен, вопросы. 22-24
ПК.6/ПК	35. знать основы фильтрации детерминированных и случайных сигналов	5.7 Обнаружение и распознавание сигналов. Отношение правдоподобия. Классификатор Байеса. Минимаксный классификатор, классификатор Неймана-Пирсона. 9.12 Оптимальная линейная фильтрация по критерию минимума среднего квадрата		Экзамен, вопросы 25-28, 40

		ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал/шум.		
ПК.6/ПК	у1. уметь использовать методы анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в радиотехнических цепях	2.1 Случайные процессы и их характеристики 3.2 Спектральное разложение стационарной случайной функции. Дискретный спектр. Случайный спектр. Спектральная плотность, ее свойства. Формулы Винера-Хинчина. Эффективная ширина спектра. Взаимная спектральная плотность. 4.3 Гауссовские случайные процессы, их свойства и характеристики. Белый шум и его модели. Пространственный белый шум. Дискретный гауссовский белый шум. 5.4 Основные показатели эффективности обнаружения. Критерии оптимальности обнаружения. Отношение правдоподобия. Определение вероятностных показателей эффективности обнаружения. Обнаружение когерентной пачки импульсов. Обнаружитель пачки импульсов. Характеристики обнаружения когерентной пачки импульсов 5.5 Обнаружение детерминированного сигнала. Согласованные фильтры. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой. 5.6 Общая постановка задачи различения сигналов. Априорные данные для задачи различения сигналов. Синтез оптимальных алгоритмов различения сигналов. Достаточные статистики в задаче синтеза оптимального алгоритма различения сигналов. 6.7 Цепи Маркова. Дискретные марковские процессы. Пуассоновский процесс, его свойства. Обобщения пуассоновского процесса. 7.8 Линейные звенья. Линеаризация. Характеристики, используемые для описания линейных звеньев: КЧХ, импульсная характеристика, корреляционная функция, спектральная плотность.	РГЗ	Экзамен, вопросы 3-13, 14-16, 29-44, 17-21, 22-24, 25-26

		Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. 8.9 Прохождение случайных сигналов через нелинейные звенья. Плотность распределения вероятностей случайного процесса на выходе нелинейного звена. Корреляционная функция. 9.10 Оптимальная линейная фильтрация по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Уравнение Винера-Хопфа. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал/шум.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ПК.6/ПК.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Форма билета для экзамена и список вопросов приведены в Паспорте экзамена.

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

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

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

Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS:

Таблица 2

Диапазон баллов рейтинга	98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
Оценка ECTS98	A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	отлично				хорошо				удовлетворительно				неудовлетворительно		
	зачтено													незачтено	

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ПК.6/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

3. 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.

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.

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.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Статистическая радиотехника», 5 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Задания в билет выбираются из разных дидактических единиц. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Статистическая радиотехника»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задач допускает принципиальные ошибки. Оценка составляет 0-19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается **на пороговом уровне**, если студент знает основные понятия, законы и методы дисциплины, при решении задач допускает не принципиальные ошибки, допускает погрешности в ответах. Оценка составляет 20-25 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается **на базовом уровне**, если студент знает основные понятия, законы и методы дисциплины, способен самостоятельно выбрать и обосновать метод решения задач. Оценка составляет 26-35 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается **на продвинутом уровне**, если студент знает основные понятия, законы и методы дисциплины, способен самостоятельно выбрать и обосновать метод решения задач, дает развернутые ответы на вопросы. Оценка составляет 36-40 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 20 баллов из 40 возможных.

В общей оценке по дисциплине баллы за экзамен суммируются с остальными баллами с коэффициентом 1.

Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS приведена в Фонде оценочных средств по дисциплине.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Статистическая радиотехника»

ДЕ1

1. Радиотехнические системы (РТС)
2. Структурная схема радиотехнической системы

ДЕ2

3. Случайные процессы, определение, классификация.
4. Функция распределения, плотность вероятностей, независимость случайных процессов, условная плотность.
5. Моментные и корреляционные функции.
6. Нестационарные и стационарные процессы и поля. Стационарность в широком и узком смысле.
7. Свойства стационарных процессов. Однородные случайные поля.
8. Эргодические и неэргодические стационарные процессы и поля
9. Корреляционная функция. Автокорреляция, взаимная корреляция.
10. Свойства корреляционных функций. Интервал автокорреляции, способы его определения.

ДЕ3

11. Спектральное разложение стационарной случайной функции. Дискретный спектр.
12. Случайный спектр. Спектральная плотность, ее свойства. Формулы Винера—Хинчина.
13. Эффективная ширина спектра. Взаимная спектральная плотность.

ДЕ4

14. Гауссовские случайные процессы, их свойства и характеристики.
15. Белый шум и его модели.
16. Пространственный белый шум. Дискретный гауссовский белый шум.

ДЕ6

17. Марковские процессы: определение, классификация.
18. Цепи Маркова однородные и неоднородные. Классификация состояний цепи Маркова.
19. Дискретные марковские процессы. Уравнение Колмогорова—Чэпмена.

ДЕ7

20. Пуассоновский процесс, его свойства.
21. Обобщения пуассоновского процесса: пуассоновский процесс в нескольких измерениях, неоднородный пуассоновский процесс, пуассоновский процесс с кратными событиями, профильтрованный пуассоновский процесс.

ДЕ8

22. Характеристики, используемые для описания линейных звеньев: КЧХ, импульсная характеристика, корреляционная функция, спектральная плотность.
23. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов.

ДЕ9

24. Прохождение случайных процессов через нелинейные неинерционные системы. Плотность распределения вероятностей случайного процесса на выходе нелинейного звена. Корреляционная функция.

ДЕ10

- 25. Оптимальная линейная фильтрация по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Уравнение Винера-Хопфа.
- 26. Оптимальная линейная фильтрация по критерию максимума отношения сигнал/шум.

ДЕ5

- 27. Обнаружение и распознавание сигналов. Отношение правдоподобия. Классификатор Байеса.
- 28. Минимаксный классификатор, классификатор Неймана-Пирсона.
- 29. Основные показатели эффективности обнаружения. Определение вероятностных показателей эффективности обнаружения
- 30. Обнаружение детерминированного сигнала
- 31. Согласованные фильтры
- 32. Характеристики обнаружения детерминированного сигнала
- 33. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой
- 34. Характеристики обнаружения сигнала со случайной начальной фазой
- 35. Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой
- 36. Характеристики обнаружения сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой
- 37. Обнаружение когерентной пачки импульсов
- 38. Обнаружитель пачки импульсов
- 39. Характеристики обнаружения когерентной пачки импульсов
- 40. Обнаружение случайных сигналов
- 41. Общая постановка задачи различения сигналов.
- 42. Априорные данные для задачи различения сигналов.
- 43. Синтез оптимальных алгоритмов различения сигналов.
- 44. Достаточные статистики в задаче синтеза оптимального алгоритма различения сигналов.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Статистическая радиотехника», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты по заданному виду сигнала должны найти модуль спектральной плотности сигнала и автокорреляционную функцию.

РГЗ оформляется на листах формата А4, текст с одной стороны, поля – левое 3 см, верхнее, нижнее – 2 см, правое – 1,5 см. Обязательно заполнение титульного листа, условия задачи переписываются перед решением.

Оцениваемые позиции:

- правильность решения;
- вычисление характерных точек;
- построение графиков;
- анализ полученных результатов;
- аккуратность оформления;
- ответы на вопросы при защите РГЗ.

2. Критерии оценки

- Работа считается не выполненной, если выполнены не все задания. Оценка составляет 0-9 баллов.
- Работа считается выполненной на пороговом уровне, если все задания выполнены, но допущены погрешности в расчетах или нет вычисления характерных точек, не построены графики. При защите РГЗ допущены погрешности в ответах. Оценка составляет 10-12 баллов.
- Работа считается выполненной на базовом уровне, если все задания выполнены, построены графики, но нет анализа полученных результатов. При защите РГЗ даны верные ответы. Оценка составляет 13-17 баллов.
- Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если все задания выполнены, проведен анализ результатов, построены графики, отчет аккуратно оформлен. При защите РГЗ даны верные развернутые ответы. Оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

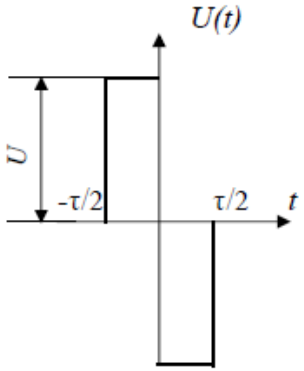
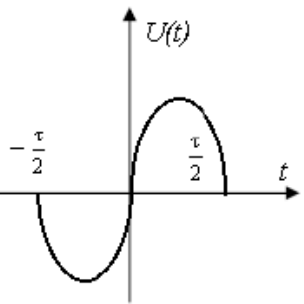
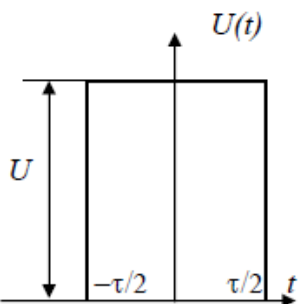
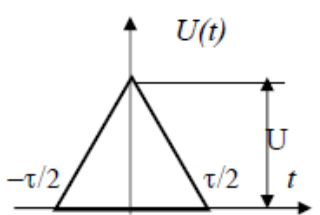
Баллы, полученные за выполнение и защиту РГЗ, входят в общую оценку по дисциплине путем суммирования с остальными баллами с коэффициентом 1.

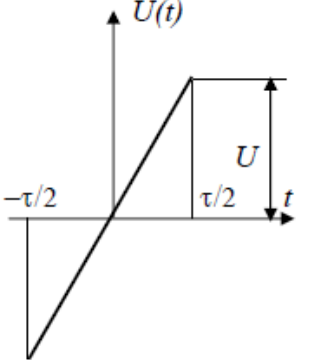
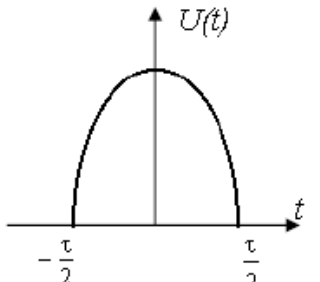
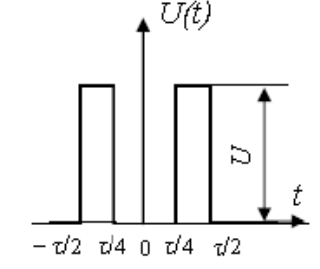
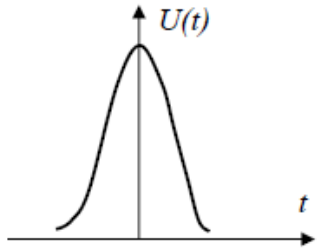
Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS приведена в Фонде оценочных средств по дисциплине.

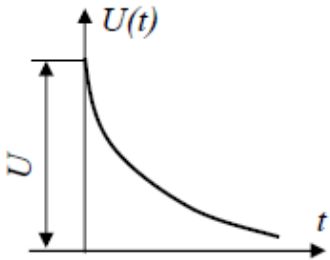
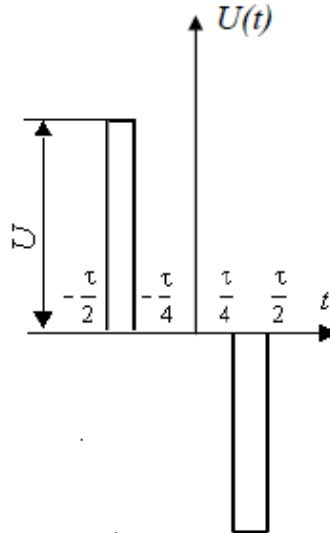
4. Типовое задание

Задан одиночный (непериодический) сигнал. Требуется вывести выражение для модуля спектральной плотности, вычислить его с обязательным вычислением характерных точек (максимумов и нулей). Построить график модуля спектральной плотности как функции частоты. Вычислить автокорреляционную функцию и построить ее график.

Примечание. Для каждого варианта приведены табличные значения модуля спектральной плотности.

Вариант	Вид сигнала	Аналитическое задание временной функции сигнала	Модуль спектральной плотности
1		$u(t) = U$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$;	$U \tau \frac{\sin^2 \frac{\omega \tau}{4}}{\frac{\omega \tau}{4}}$
		$u(t) = -U$ при $0 \leq t \leq \tau/2$	
2		$u(t) = U \sin \pi \frac{2t}{\tau}$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$;	$U \tau 4\pi \frac{\left \sin \frac{\omega \tau}{2} \right }{4\pi^2 - \omega^2 \tau^2}$
		$u(t) = 0$ при $-\tau/2 > t > \tau/2$	
3		$u(t) = U$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$;	$U \tau \frac{\left \sin \frac{\omega \tau}{2} \right }{\frac{\omega \tau}{2}}$
		$u(t) = 0$ при $-\tau/2 \geq t \geq \tau/2$	
4		$u(t) = \frac{2U}{\tau} \left(t + \frac{\tau}{2} \right)$ при $-\tau/2 \leq t \leq 0$;	$\frac{U \tau}{2} \left(\frac{\sin \frac{\omega \tau}{4}}{\frac{\omega \tau}{4}} \right)^2$
		$u(t) = \frac{2U}{2} \left(\frac{\tau}{2} - t \right)$ при $0 \leq t \leq \tau/2$;	
		$u(t) = 0$ при $\tau/2 < t < -\tau/2$	

5		$u(t) = \frac{2U}{\tau} t$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$; $u(t) = 0$ при $-\tau/2 > t > \tau/2$	$U \tau \left \frac{\cos \frac{\omega \tau}{2}}{\frac{\omega \tau}{2}} - \frac{\sin \frac{\omega \tau}{2}}{\left(\frac{\omega \tau}{2}\right)^2} \right $
6		$u(t) = U \cos \pi \frac{t}{\tau}$ при $-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$; $u(t) = 0$ при $\tau/2 < t < -\tau/2$	$\frac{U \pi \tau}{2} \cdot \frac{\left \cos \frac{\omega \tau}{2} \right }{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \left(\frac{\omega \tau}{2}\right)^2}$
7		$u(t) = U$ при $\frac{\tau}{4} \leq t \leq \frac{\tau}{2}$, $-\frac{\tau}{2} \leq t \leq -\frac{\tau}{4}$ $u(t) = 0$ при $-\frac{\tau}{2} > t > \frac{\tau}{2}$, $\frac{\tau}{4} > t > -\frac{\tau}{4}$	$\frac{U \tau}{2} \left \frac{\sin \omega \frac{\tau}{8}}{\frac{\omega \tau}{8}} \times \cos \omega \tau \right $
8		$u(t) = U e^{-\alpha t^2}$	$U \sqrt{\pi/\alpha} \cdot e^{-\frac{\omega^2}{4\alpha}}$

9		$u(t) = U e^{-\alpha t}$ при $t > 0$; $u(t) = 0 \text{ при } t < 0$	$\frac{U}{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}$
10		$u(t) = U$ при $-\tau/2 \leq t \leq -\tau/4$; $u(t) = 0$ при $-\tau/4 < t < \tau/4$; $u(t) = -U$ при $\tau/4 \leq t \leq \tau/2$	$\frac{U\tau}{2} \left \frac{\sin \frac{\omega\tau}{8}}{\frac{\omega\tau}{8}} \times \sin \frac{3\omega\tau}{8} \right $