

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 07.07.2023 11:34:46
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

«Радиоэлектронные системы»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Пыко С.А.

профессор, к.т.н., профессор Ульяницкий Ю.Д.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РС

17.03.2022, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	40
Лабораторные занятия (академ. часов)	20
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	61
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	119
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ»

Дисциплина является логическим продолжением идей и методов, рассматриваемых в предмете «Статистическая теория радиотехнических систем», и дающая возможность углубить познания в данной предметной области и выработать практические навыки решения соответствующих задач. Дисциплина формирует необходимую теоретическую базу для подготовки выпускных работ, связанных с вопросами обработки сигналов различной природы. В дисциплине большое внимание уделяется вопросам представления сигналов и помех и их преобразованию линейными и нелинейными системами; рассматриваются вопросы обработки наблюдаемых сигналов в соответствии с различными критериями оптимальности. Большое внимание уделяется ознакомлению с философией дизайна современных радиоэлектронных систем и комплексов, подходам к оптимизации решений в радиоэлектронном проектировании. В рамках курса студенты должны ознакомиться с перспективными тенденциями и технологическими возможностями радиоэлектронной системотехники, взаимосвязи радиоэлектроники с другими областями наукоемкой деятельности.

SUBJECT SUMMARY

«METHODS OF SIGNAL PROCESSING»

Discipline is the logical continuation of the ideas and techniques discussed in the subject "Statistical theory of radio systems", and gives the opportunity to deepen knowledge in this subject area and to develop practical skills to solve relevant problems. Discipline creates the necessary theoretical basis for the preparation of final works related to issues of processing signals of different nature. In the discipline of a lot of attention is paid to the representation of the signals and interference and their transformation by linear and nonlinear systems; deals with the processing of the

signals observed in accordance with different optimality criteria. Much attention is paid to familiarization with the design philosophy of modern radio-electronic systems and complexes, approaches to optimization solutions in radio design. As part of the course, students should learn about promising trends and technological possibilities of electronic systems engineering, electronics relationship with other areas of knowledge-based activities.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы ознакомить учащихся с основами современных оптимальных и квазиоптимальных методов обработки сигналов, принимаемых на фоне помех той или иной природы.

2. Задачи дисциплины: изучение математического аппарата описания сигналов и помех и вопросов связанных с их преобразованием линейными и нелинейными системами, включая приобретение знаний об оптимизации обработки сигналов при различных критериях качества, а также алгоритмов их обработки в современных радиотехнических комплексах измерения координат и информационного обмена.

3. Знания методик расчета показателей качества радиоэлектронных систем и комплексов.

4. Умения синтезировать оптимальные и квазиоптимальные процедуры извлечения информации из принимаемых сигналов, освоение методов преодоления априорной неопределенности сигнально-помеховой обстановки и умение их использовать.

5. Освоение навыков адекватного выбора сигналов для систем локации, навигации, управления и передачи данных.

Формирование навыков решения задач, связанных с обработкой сигналов различной природы при различных критериях качества, приобрести представление о перспективах развития и взаимосвязи радиоэлектроники с другими областями наукоемкой деятельности и наиболее вероятных направлениях концентрации усилий радистов-исследователей 21-го века.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический аппарат радиотехники»
2. «Радиотехнические цепи и сигналы»
3. «Статистическая теория радиотехнических систем»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
<i>ПК-1.1</i>	<i>Умеет строить физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Владеет навыками компьютерного моделирования</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			1
2	Случайные процессы, их математическое описание	2	2		4
3	Преобразование сигналов и помех линейными и нелинейными системами	4	2		4
4	Классификация основных задач, реализуемых современными радио-техническими системами и комплексами	2			4
5	Классическая задача обнаружения сигнала. Оптимальные и квазиоптимальные алгоритмы. Проблема выбора сигнала при обработке в условиях мешающих воздействий	4	6		8
6	Последовательное обнаружение сигналов	2	2		8
7	Методы обработки сигналов в условиях априорной неопределенности	2	2		10
8	Задача различения сигналов	2	2		10
9	Измерительные радиотехнические задачи и проблема выбора сигналов	2	2		18
10	Разрешающая способность и сложные сигналы	6	2		18
11	Широкополосные сигналы для частотно-временных измерений	6			18
12	Примеры современных широкополосных систем определения координат и информационного обмена	4			16
13	Заключение	2		1	
	Итого, ач	40	20	1	119
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Краткая справка о предмете курса, историческая ретроспектива. Критерии оптимальности в информационных системах и их влияние на выбор сигналов. Задачи, решаемые при обработке сигналов, и их влияние на выбор структуры сигналов.
2	Случайные процессы, их математическое описание	Полное вероятностное описание. Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов. Непрерывность, интегрируемость и дифференцирование случайных процессов. Нормальный случайный процесс. Марковские процессы. Прямые способы описания случайных процессов.
3	Преобразование сигналов и помех линейными и нелинейными системами	Примеры преобразования стационарного случайного процесса линейными системами. Линейные системы с переменными параметрами. Преобразование случайных процессов со случайными параметрами. Распределение вероятностей случайного процесса на выходе линейной системы. Преобразование случайных процессов в нелинейных безынерционных системах. Преобразование случайных процессов в нелинейных инерционных системах.
4	Классификация основных задач, реализуемых современными радио-техническими системами и комплексами	Задачи обнаружения, различения, измерения параметров сигналов. Задача разрешения сигналов на фоне внутрисистемных помех. Критерии оптимальности при решении задач, основные оптимальные подходы к решению.
5	Классическая задача обнаружения сигнала. Оптимальные и квазиоптимальные алгоритмы. Проблема выбора сигнала при обработке в условиях мешающих воздействий	Обнаружение детерминированного сигнала – задача, позволяющая определить потенциальные качественные показатели обнаружения. Реализация и качественные показатели задачи обнаружения при использовании цифровых методов накопления отсчетов сигнала. Выбор параметров аналого-цифрового перехода при цифровой обработке сигнала. Квазиоптимальные (модульные) методы обнаружения сигнала со случайной начальной фазой. Обнаружение сигнала в условиях мешающих сигналов (помехи от других систем, активное радиопротиводействие, задача радиоразведки), выбор характеристик информационного сигнала. Роль выбора сигнала в противоборстве с преднамеренной помехой. Выбор сигналов, затрудняющих проникновение в систему и несанкционированный перехват информации.
6	Последовательное обнаружение сигналов	Постановка задачи. Байесовский подход. Последовательный критерий отношения правдоподобия Вальда и его алгоритм. Методы расчета количественных показателей последовательного обнаружения при проверке простых гипотез. Последовательное обнаружение при наличии мешающих параметров

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Методы обработки сигналов в условиях априорной неопределенности	Априорная неопределенность и возможные способы неполного статистического описания. Достаточные статистики. Минимаксный подход. Адаптивный байесовский подход. Применения метода максимального правдоподобия в задачах обнаружения сигналов в условиях параметрической априорной неопределенности. Асимптотически оптимальные алгоритмы обнаружения сигналов. Непараметрические методы обнаружения сигналов. Робастный подход в задачах проверки гипотез.
8	Задача различения сигналов	Простые и сложные сигналы. Критерии энергетической и спектральной эффективности. Требования к сигналам со стороны задач обнаружения и различения сигналов. Оптимальные в энергетическом смысле сигналы в системах М-ичной передачи. Ресурсный лимит, ограничивающий возможности передачи ортогональными (симплексными) сигналами. Реализация оптимальных семейств на основе простых и широкополосных (spread-spectrum) сигналов. Примеры широкополосных бинарных систем ортогональных сигналов (матрицы Адамара, функции Уолша и т.п.)
9	Измерительные радиотехнические задачи и проблема выбора сигналов	Краткий экскурс в теорию измерений: измерение как частный случай различения сигналов, критерии оценки, граница Крамера-Рао, оценка по максимуму правдоподобия и ее оптимальные свойства. Требования к сигналам со стороны задач измерения амплитуды и фазы. Измерение запаздывания сигнала и реализация потенциальной точности при ограниченном частотном ресурсе. Недостатки простых и достоинства сложных сигналов при измерении запаздывания. Частотно-временные измерения и безальтернативность применения сложных сигналов при необходимости обеспечения высокой точности оценок запаздывания и частотного сдвига.
10	Разрешающая способность и сложные сигналы	Содержание задач разрешения и критерии разрешающей способности. Роль частотно-временной функции неопределенности сигнала в задачах разрешения. Идентичность требований к сигналам со стороны задач частотно-временного разрешения и измерения запаздывания и частоты. Необходимость применения сложных сигналов в высокоразрешающих системах.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
11	Широкополосные сигналы для частотно-временных измерений	Требования к автокорреляционной функции и частотно-временной функции неопределенности в системах измерения расстояний и скоростей. Непрерывные и дискретные сигналы с «хорошей» автокорреляцией. Сигнал с линейной частотной модуляцией и его недостатки. Автокорреляционная функция дискретного сигнала. Периодические и импульсные дискретные сигналы. Общее выражение для автокорреляционной функции и задача синтеза кодовой последовательности дискретного сигнала с заданным алфавитом.
12	Примеры современных широкополосных систем определения координат и информационного обмена	Глобальные спутниковые радионавигационные системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС: философия построения, конфигурация, основные параметры. Организация дальномерных шкал на основе псевдослучайных бинарных кодов. Различие способов асинхронного кодового уплотнения в двух названных системах: ансамбль Голда (GPS NAVSTAR) и частотно-сдвинутые бинарные M-последовательности (ГЛОНАСС).
13	Заключение	Перспективные задачи теории сигналов и методов их обработки

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование преобразований случайных величин	2
2. Исследование характеристик случайных процессов	2
3. Исследование влияния корреляционных свойств сигналов на их разрешение	2
4. Дискретные сигналы радиотехнических систем и их корреляционные свойства	2
5. Исследование классических обнаружителей сигналов	2
6. Цифровые обнаружители сигналов	2
7. Исследование характеристик модульных обнаружителей сигналов	2
8. Исследование последовательных процедур обнаружения	2
9. Методы обработки сигналов в условиях априорной неопределенности	2
10. Измерительные радиотехнические задачи и проблема выбора сигналов	2
Итого	20

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Домашнее задание выдается на 9 неделе и состоит из 5 задач по темам 2-12. За правильно решенную задачу студент получает 2 балла к рейтингу. Задачи используются из Л4, Л5.

Пример задач

1. Необходимо обнаружить на фоне АБГШ со спектральной плотностью $N0/2$ сигнал $s(t)$, где A и j - независимые СВ с распределениями $W(A)$ и $W(j)$. Найти структуру оптимального по критерию Неймана-Пирсона обнаружителя. Для $\alpha = 0,001$ определить среднее значение вероятности пропуска обнаружителя. При решении воспользоваться характеристиками обнаружения для сигнала со случайной начальной фазой и фиксированной амплитудой.
2. На рисунке приведены временные ФН для трех сигналов (масштаб по временной оси одинаков). Какой из них обладает лучшей разрешающей способностью по задержке и почему?

Работа сдается в рукописном виде.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	40
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	30
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	28
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	1
ИТОГО СРС	119

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Радиотехнические системы [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" / [Ю.М. Казаринов [и др.]] ; под ред. Ю.М. Казаринова, 2008. -590 с.	74
2	Преобразование сигналов и помех линейными и нелинейными системами [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 210400.62-"Радиотехника" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2013. -87 с.	36
3	Методы математической статистики и их применение в радиотехнике [Текст] : учеб. пособие / [О.М. Андреева [и др.]] ; под общ. ред. проф. Ю.Д. Ульяницкого, 2008. -119 с	374
4	Ипатов, Валерий Павлович. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов: принципы и приложения [Текст] / В.П. Ипатов ; пер. с англ. под ред. авт., 2007. -487 с.	54
5	Сборник задач по применению математического аппарата радиотехники и статистической теории радиотехнических систем [Текст] / О.М. Андреева [и др.] ; под ред. Ю.Д. Ульяницкий. Ч. 1 / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2009. -103 с.	351
6	Сборник задач по применению математического аппарата радиотехники и статистической теории радиотехнических систем [Текст] / О.М. Андреева [и др.] ; под ред. Ю.Д. Ульяницкий. Ч. 2 / [под ред. Ю.Д. Ульяницкого], 2010. -80 с.	273
Дополнительная литература		
1	Ипатов, Валерий Павлович. Методы обработки сигналов [Текст] : учеб. пособие / В.П.Ипатов, В.С.Пыко, Ю.Д.Ульяницкий, 1993. -77 с.	134

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Васильев К.К. Методы обработки сигналов. Учебное пособие. Ульяновск, 2001 http://tk.ulstu.ru/lib/books/method_os_1.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11008>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Методы обработки сигналов» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 19	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	20 – 27	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	28 – 35	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	36 – 40	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

В течение семестра студент должен написать 3 контрольных работы, выполнить и защитить домашнее задание.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Как связаны между собой корреляционная функция и спектральная плотность стационарного СП?
2	Перечислить свойства корреляционной функции и спектральной плотности стационарного СП.
3	Перечислить числовые характеристики корреляционной функции и спектральной плотности.
4	Сформулировать соотношение неопределенности для стационарного СП.
5	Какой процесс называют «белым» шумом, финитным «белым» шумом? Какой вид имеют и для названных процессов?
6	Что такое физически реализуемый линейный фильтр? Каким требованиям должны удовлетворять его импульсная характеристика и комплексный коэффициент передачи?
7	Чем отличаются импульсные характеристики стационарного и нестационарного линейных фильтров?
8	Как связаны между собой импульсная характеристика и комплексный коэффициент передачи стационарного линейного фильтра?
9	Дайте определение понятия отношения сигнал/шум (с/ш) на выходе линейной системы.
10	Как связаны между собой выходной сигнал линейного фильтра, его импульсная характеристика и входной сигнал для физически нереализуемого фильтра; физического реализуемого фильтра при установившемся режиме и в случае, когда сигнал подается на вход фильтра в момент t_0 ?

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа № 1

1. Дать определение случайной функции, случайного процесса.
2. По каким признакам осуществляется классификация СП?
3. Что дает полное статистическое описание СП?

4. *Записать* выражения для математического ожидания и корреляционной функции СП.

5. *Как* определяется взаимная корреляционная функция СП и ?

6. *Дать* определение СП с независимыми отсчетами, СП с независимыми приращениями, марковского СП.

7. *Дать* определение СП, стационарного в широком и узком смыслах.

Как определяется операция усреднения по времени для стационарного СП?

9. *Записать* корреляционную функцию стационарного СП на основе усреднения по времени.

10. *Дать* определение эргодического СП.

Контррольная работа № 2

1. Дайте определение линейного фильтра.

2. Что такое физически реализуемый линейный фильтр? Каким требованиям должны удовлетворять его импульсная характеристика и комплексный коэффициент передачи?

3. Чем отличаются импульсные характеристики стационарного и нестационарного линейных фильтров?

4. Как связаны между собой импульсная характеристика и комплексный коэффициент передачи стационарного линейного фильтра?

5. Дайте определение понятия отношения сигнал/шум (с/ш) на выходе линейной системы.

6. Как связаны между собой выходной сигнал линейного фильтра, его импульсная характеристика и входной сигнал для физически нереализуемого фильтра; физического реализуемого фильтра при установившемся режиме и в случае, когда сигнал подается на вход фильтра в момент ?

7. Запишите выражение для коэффициента передачи линейного фильтра, максимизирующего отношение с/ш на выходе в момент времени для сигнала и аддитивной стационарной помехи со спектральной плотностью мощности (СПМ).

8. Запишите выражение для максимального отношения с/ш для сигнала, имеющего спектральную плотность, и аддитивной стационарной помехи с СПМ.

9. Как будут выглядеть выражения для оптимального коэффициента передачи и максимально достижимого отношения с/ш, если, т. е. если помехой является белый шум? Оптимальный фильтр в этом случае называется согласованным фильтром.

10. Запишите, как выглядит импульсная характеристика согласованного фильтра (СФ) для сигнала и момента достижения максимального отношения с/ш.

Контрольная работа № 3

Задача 1. Для трех случайных процессов, мгновенные значения которых подчиняются нормальному закону распределения, приведены зависимости $m_1(t)$ и $s(t)$ (рис. 1, а - в). Пользуясь правилом «трех сигма», определить область возможных значений указанных процессов для промежутка $[0, T]$.

Задача 2. Найти структуру СФ для сигналов, изображенных на рис. 1.1. Вычислить отношение с/ш на выходе согласованного фильтра. Изобразить импульсную характеристику СФ. Момент t_0 , в который необходимо получить максимальное отношение с/ш, соответствует окончанию сигнала. Помеха – аддитивный белый шум со спектральной плотностью мощности $N_0/2$.

2. На рисунке приведены временные ФН для трех сигналов (масштаб по временной оси одинаков). Какой из них обладает лучшей разрешающей способностью по задержке и почему?

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Введение	
2	Случайные процессы, их математическое описание	
3	Преобразование сигналов и помех линейными и нелинейными системами	
4	Классическая задача обнаружения сигнала. Оптимальные и квазиоптимальные алгоритмы. Проблема выбора сигнала при обработке в условиях мешающих воздействий	Контрольная работа
5	Последовательное обнаружение сигналов	
6	Методы обработки сигналов в условиях априорной неопределенности	
7	Задача различения сигналов	
8	Измерительные радиотехнические задачи и проблема выбора сигналов	Контрольная работа
9	Разрешающая способность и сложные сигналы	
10	Широкополосные сигналы для частотно-временных измерений Примеры современных широкополосных систем определения координат и информационного обмена	Контрольная работа
11	Заключение	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий).

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Методы обработки сигналов» студент обязан выполнить 10 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета. По результатам лабораторных работ проводятся 3 письменных контрольных работы.

КР № 1 и № 2 содержат по 10 теоретических вопросов. За правильный

ответ на вопрос студент получает 1 балл. Максимальный балл - 10.

КР № 3 содержит 5 задач по всему материалу дисциплины. Безошибочное решение каждой задачи дает студенту 2 балла. Нерешенная задача оценивается в 0 баллов. 1 балл ставится за решенную задачу при наличии неточности и ошибок. Максимальный балл за КР № 3 - 10 баллов.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

Индивидуальное домашнее задание выдается на 9 неделе. ИДЗ содержит 5 задач, которые оцениваются аналогично КР № 3.

Таким образом, максимально студент за ТК может получить 40 баллов.

Оценка диф. зачета выставляется в зависимости от набранных баллов:

36...40 - отлично,

28...35 - хорошо,

20...27 - удовлетворительно (при отсутствии нулевых оценок по контрольным работам и ИДЗ).

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска.	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, Рабочее место преподавателя. Проектор, экран, компьютер, маркерная доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) MathLab 7.0 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) MathLab 7.0 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА