

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.04.2023 15:06:14
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП
«Локация объектов и сред»

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

«ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА»

для подготовки магистров

по направлению

11.04.01 «Радиотехника»

по программе

«Локация объектов и сред»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н. профессор В.П. Ипатов

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	1
Семестр	2
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	68
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	111
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	1

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА»

Рассматриваются классические задачи радиоприема с акцентом на вопросах оптимального выбора сигналов и выяснении взаимосвязи теории радиоприема с философией широкополосности. Показывается, что при выходе за рамки классической модели гауссовского канала и расширении набора показателей качества широкополосные принципы весьма перспективны, а во многих случаях попросту не имеют альтернативы.

SUBJECT SUMMARY

«SPREAD SPECTRUM SYSTEM OF INFORMATION EXCHANGE»

Consideration of the classical reception problems is undertaken focusing on the issues of optimal signal choice and uncovering links between the reception theory and spread spectrum philosophy. It is shown that beyond the framework of classical Gaussian channel model and/or under an extended list of the quality criteria spread spectrum is highly promising, in many cases having no competitive alternatives.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины: формирование знаний, умений и навыков синтеза и использования широкополосных сигналов в радиотехнических системах различного назначения.
2. Задачи дисциплины: освоение алгоритмов синтеза широкополосных сигналов с требуемыми корреляционными свойствами.
3. Получение знаний о теоретических основах и инструментарии синтеза и обработки широкополосных сигналов систем локации, навигации, управления и передачи данных.
4. Формирование умения рассчитывать показатели качества радиоэлектронных систем и комплексов.
5. Формирование навыков решения задачи адекватного выбора сигналов и проведения расчета показателей качества радиоэлектронных систем и комплексов координатометрии и информационного обмена.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем»
 2. «Основы теории кодирования и шифрования»
- и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Радиолокационные комплексы»

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
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
<i>ОПК-3.1</i>	<i>Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности</i>
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности</i>
<i>ОПК-3.3</i>	<i>Владеет методами математического моделирования с использованием современных информационных технологий в своей предметной области</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	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1		
2	Классические задачи обнаружения/различения и проблема оптимизации сигналов	4		8
3	Задача измерения параметров и проблема выбора сигналов	6		8
4	Разрешающая способность и сложные сигналы	6		10
5	Преимущества систем с широкополосной передачей	6		10
6	Роль широкополосных сигналов в системах с множественным доступом	6		8
7	Широкополосные дискретные сигналы	6		8
8	Широкополосные сигналы в задачах временного измерения, синхронизации и разрешения	4		8
9	Бинарные последовательности с оптимальными периодически-автокорреляционными свойствами	6		8
10	Дискретные сигналы с идеальной периодической АКФ	4		10
11	Дискретные частотно-манипулированные сигналы	4		10
12	Критерии выбора сигналов в широкополосных многоабонентских сетях	5		8
13	Оптимальные и асимптотически оптимальные ансамбли дискретных сигнатур	6		9
14	Заключение	4	1	6
	Итого, ач	68	1	111
	Из них ач на контроль	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе		180/5	

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Краткая справка о предмете курса, примерная тематическая разбивка содержания. Роль и значение выбора сигналов в системном проектировании. Простые и сложные сигналы. Определение понятия широкополосности

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Классические задачи обнаружения/различения и проблема оптимизации сигналов	Оптимальные решающие правила приема сигналов в гауссовском канале. Требования к сигналам со стороны задач обнаружения и различения сигналов. Оптимальные в энергетическом смысле сигналы в системах двоичной и М-ичной передачи данных. Ресурсный лимит, ограничивающий возможности передачи ортогональными (симплексными) сигналами. Реализация оптимальных семейств на основе простых и широкополосных сигналов.
3	Задача измерения параметров 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 энергоресурсе. Недостатки простых и достоинства сложных сигналов при измерении запаздывания. Частотно-временные измерения и безальтернативность применения сложных сигналов при необходимости обеспечения высокой точности совместных оценок запаздывания и частотного сдвига
4	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
5	Преимущества систем с широкополосной передачей	Ширина спектра сигнала и иммунитет к воздействию сосредоточенных помех. Роль широкополосных сигналов в задачах радиоэлектронного противодействия. Выбор сигналов, затрудняющих проникновение в систему и несанкционированный перехват информации. Преимущества широкополосной передачи с точки зрения подавления многолучевых помех. Электромагнитная совместимость и широкополосные системы
6	Роль широкополосных сигналов в системах с множественным доступом	Множественный доступ к каналу как неотъемлемая основа построения многопользовательских систем (мобильный радиотелефон, ближняя радионавигация, системы опознавания объектов и т.п.). Способы реализации множественного доступа (частотное, временное, кодовое уплотнение – FDMA, TDMA, CDMA) и проблема частотно-временного ресурса. Синхронное и асинхронное кодовое уплотнение. Неустраняемая внутрисистемная помеха при асинхронном кодовом уплотнении. Преимущества асинхронного кодового уплотнения по абонентской емкости в системах с сотовой топологией

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Широкополосные дискретные сигналы	Требования к автокорреляционной функции и частотно-временной функции неопределенности в системах измерения расстояний и скоростей. Сигнал с линейной частотной модуляцией и его недостатки. Критерии выбора АФМ сигналов с хорошей аperiodической АКФ. Бинарные АФМ сигналы с оптимальной аperiodической АКФ
8	Широкополосные сигналы в задачах временного измерения, синхронизации и разрешения	Требования к автокорреляционной функции и частотно-временной функции неопределенности в системах измерения расстояний и скоростей. Сигнал с линейной частотной модуляцией и его недостатки. Критерии выбора АФМ сигналов с хорошей аperiodической АКФ. Бинарные АФМ сигналы с оптимальной аperiodической АКФ
9	Бинарные последовательности с оптимальными периодическими автокорреляционными свойствами	Границы боковых лепестков периодических автокорреляций бинарных кодов. Минимаксные последовательности. Краткие сведения о полях Галуа и двузначных характерах. Линейные последовательности над конечными полями. М-последовательности и бинарные коды на их основе. Последовательности квадратных вычетов. Другие типы минимаксных бинарных кодов
10	Дискретные сигналы с идеальной периодической АКФ	Коды, получаемые из бинарных минимаксных последовательностей с помощью непротивоположной манипуляции. Многофазные коды Чу и Франка-Хаймиллера. Недостатки перечисленных кодов. Троичные последовательности с идеальной периодической автокорреляцией и малым пик-фактором. Фильтры подавления боковых лепестков, условия их осуществимости и вычисление потерь на идеальное сжатие. Бинарные коды с малыми потерями на полное подавление боковых лепестков
11	Дискретные частотно-манипулированные сигналы	Связь частотно-манипулированных последовательностей с плоскими решетками. «радарные» и «сонарные» решетки. Границы автокорреляций при фиксированной длине последовательности и числе используемых частот. Массивы Костаса
12	Критерии выбора сигналов в широкополосных многоабонентских сетях	Способы расширения спектра в многоабонентских системах со сложными сигналами: прямое расширение (ПРС) и псевдослучайная коммутация частоты (ПЧРС). Требования к взаимным корреляциям адресных последовательностей (сигнатур). Критерий минимакса корреляционного выброса и его применение к сигнатурам прямого расширения. Границы упаковки, оптимальность и асимптотическая оптимальность ансамблей

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
13	Оптимальные и асимптотически оптимальные ансамбли дискретных сигнатур	Многофазные оптимальные семейства и препятствия к их практическому использованию. Оптимальные ансамбли с алфавитом фиксированного объема. Бинарные оптимальные ансамбли Касами и Голда, ансамбли последовательностей Камалетдинова. Ансамбли Кердока – уникальный пример оптимальных бинарных ансамблей
14	Заключение	Примеры действующих беспроводных широкополосных систем: глобального позиционирования GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия), основные принципы, архитектура и ансамбли дальномерных сигналов. Радиоинтерфейс систем мобильной связи стандартов cdmaOne, cdma2000, WCDMA

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

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

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

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	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	36
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	35
ИТОГО СРС	111

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	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
2	Радиотехнические системы [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" / [Ю.М. Казаринов [и др.]] ; под ред. Ю.М. Казаринова, 2008. -590 с.	74
Дополнительная литература		
1	Обнаружение и различение сигналов радиотехнических систем [Текст] : Учеб. пособие / В.П.Ипатов, О.М.Заславская, А.С.Маругин и др, 2003. - 75 с.	344

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Ипатов В. Широкополосные системы https://studizba.com/files/show/djvu/3101-1-ipatov-v-shirokopolosnye-sistemy-i.html

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10984>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Широкополосные системы информационного обмена» формой промежуточной аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Экзамен

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 51	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	52 – 67	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	68 – 84	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	85 – 100	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

Для допуска к экзамену необходимо написать на положительную оценку 3 контрольных работы.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Простые и сложные сигналы. Определение широкополосного сигнала и широкополосной системы
2	Гауссовский канал и классические задачи приема сигналов
3	Прием и оптимизация сигналов в системах двоичной передачи
4	Прием и выбор сигналов в системах М-ичной передачи
5	Ресурсный обмен между выигрышем от ортогонального кодирования и шириной полосы
6	Ортогональные ансамбли простых и широкополосных сигналов
7	Оценка параметров сигнала: постановка задачи и критерии качества
8	Выбор сигналов в задачах амплитудно-фазовых измерений
9	Корреляционные функции сигналов и их роль в измерительных задачах
10	Измерение запаздывания сигналов. Широкополосные сигналы для измерения запаздывания и эффект временного сжатия
11	Примеры оптимальных бинарных ансамблей сигнатур

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Широкополосные системы информационного обмена ФРТ

1. Простые и сложные сигналы. Определение широкополосного сигнала и широкополосной системы

2. Методы множественного доступа и утилизация частотно-временного ресурса.

3. Задача.

УТВЕРЖДАЮ

Зам Заведующего кафедрой

В.К. Орлов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа № 1

1. Какие сигналы с бинарной ФМ являются предпочтительными для передачи по АБГШ–каналу:

– прямоугольные импульсы с пиковой мощностью 1000 Вт и полосой 100 кГц;

– прямоугольные импульсы такой же длительности с пиковой мощностью 900 Вт и полосой 10 МГц?

Ответ обосновать.

2. Можно ли построить 7 эквидистантных сигналов, для которых коэффициент корреляции между двумя любыми был бы равным? Каково максимально возможное число сигналов с указанным коэффициентом корреляции?

3. Найти, пользуясь методом максимального правдоподобия, оценку параметра k сигнала Помеха – АБГШ с СПМ $N_0/2$. Будет ли полученная оценка смещенной? Найти дисперсию оценки.

4. Необходимо измерить временной интервал между двумя независимо наблюдаемыми сигналами и на фоне нормального белого шума, т.е. оценить величину $\Delta t = \tau_2 - \tau_1$. Найти значение среднеквадратической ошибки измерений. Считать, что $\Delta t_{\min} \gg \max[\dots]$, спектры сигналов не перекрываются.

5. В некоторой РЛС используется простой импульсный сигнал. Проекти-

ровщик системы планирует уменьшить пиковую мощность в 100 раз без ухудшения отношения с/ш на выходе СФ и в то же время уменьшить в 10 раз СКО измеряемого времени запаздывания. Какой должна быть база сигнала в усовершенствованной системе? Под базой понимается произведение длительности сигнала на эффективную ширину спектра комплексной огибающей.

6. Найти МП-оценку величины постоянного сигнала на основе наблюдений независимых отсчетов аддитивной смеси сигнала и помехи, отсчеты которой подчиняются распределению.

7. Для какого из сигналов потенциальная точность измерения частотного сдвига будет выше или , где , ? Ответ обосновать.

8. Детерминированными или случайными функциями являются априорная ПВ, апостериорная ПВ, функция правдоподобия? Как эти функции связаны между собой?

9. Можно ли улучшить точность временных измерений, не ухудшая точности измерения частоты? Почему?

9. Можно ли улучшить точность временных измерений, не ухудшая точности измерения частоты? Почему?

Контрольная работа № 2

1. Сравняются три возможных закона модуляции бинарных импульсных радиосигналов длины : , и . Какой из них является предпочтительным для:

(а) Измерения времени запаздывания (является ли он оптимальным ФМ кодом среди заданных?);

(б) Измерения частоты сигнала;

(в) Разрешения по времени;

(г) Разрешения по частоте;

2. На вход оптимального обнаружителя полностью известной псевдослу-

чайной последовательности (ПСП) длиной N , рассчитанного на белый шум поступает в качестве помехи сумма большого числа ($M \gg 1$) ПСП (каждая из которых имеет ту же длину и амплитуду что и полезная ПСП и дает отклик на выходе СФ в виде случайного процесса с нулевым средним и среднеквадратическим отклонением). Как следует выбрать N , чтобы при заданном M обеспечить требуемые характеристики обнаружения сигнала.

3. РТС излучает сигнал вида $s(t) = \sum_{n=0}^{M-1} a_n \cos(\omega_c t + \phi_n)$, где $\{a_n\}$ - M -последовательность. Как изменится разрешающая способность системы (по дальности, скорости и совместно по обоим параметрам), если при прочих равных условиях : а) уменьшить T в 2 раза; б) увеличить N в 2 раза?

4. Чем определяется разрешающая способность по частоте – шириной спектра сигнала, его длительностью либо и тем и другим? (Ответ обосновать!)

5. Как связана разрешающая способность по времени и частоте с базой сигнала? (Ответ обосновать!)

6. Определите периодическую и аperiodическую АКФ и изобразите фильтр, согласованный с бинарным сигналом.

7. Дискретный сигнал длины N имеет комплексные амплитуды A_k и частоты ω_k . Определите значения фаз и амплитуд его элементарных символов (чипов) и классифицируйте сигнал по способу модуляции.

Контрольная работа № 3

1. Постройте периодическую и аperiodическую АКФ ФМ кодовой последовательности длины N со значениями начальных фаз чипов $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_{N-1}$.

2. Что (и почему) произойдет с периодической и аperiodической АКФ АФМ сигнала при следующих трансформациях кодовой последовательности:

а) изменении знака всех элементов; б) умножении всех элементов на одну и ту же константу?

3. Построить конечное поле Галуа $GF(13)$. Для элемента поля α найти противоположный по сложению и обратный по умножению. Определить примитивные элементы поля. Постройте таблицу логарифмов и двузначных характеристик всех ненулевых элементов.

4. Является ли множество $\{0,1,2,3,4,5,6,7\}$ полем Галуа? (Ответ обосновать!)

5. Вычислить α^{-1} в поле $GF(13)$. Найти характер обратного элемента.

6. Какой из следующих сигналов предпочтителен для БФМ передачи данных по АБГШ–каналу:

– прямоугольный импульс с пиковой мощностью 1000 Вт и полосой 100 кГц;

– прямоугольный импульс той же длительности с пиковой мощностью 900 Вт и полосой 10 МГц?

7. Задан примитивный двоичный полином .

(а) Определите длину m –последовательности, формируемую с помощью данного полинома и число нулей и единиц на ее периоде.

(б) Изобразите схему генератора на основе линейного регистра сдвига с обратной связью.

(в) После перехода к алфавиту начальными элементами m –последовательности являются . Определите следующие семь символов.

8. Задана троичная последовательность длины 7:

(а) Постройте ее периодическую и аperiodическую АКФ;

(б) Определите максимальное значение нормированного бокового лепестка периодической и аperiodической АКФ;

(в) Изобразите согласованный фильтр и построьте его отклик на периодический входной сигнал.

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	Классические задачи обнаружения/различения и проблема оптимизации сигналов	
3		
4		Контрольная работа
5	Задача измерения параметров и проблема выбора сигналов Разрешающая способность и сложные сигналы	
6		
7		
8		
9		Контрольная работа
10	Преимущества систем с широкополосной передачей	
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17	Контрольная работа	
	Роль широкополосных сигналов в системах с множественным доступом	
	Широкополосные дискретные сигналы	
	Широкополосные сигналы в задачах временного измерения, синхронизации и разрешения	
	Бинарные последовательности с оптимальными периодическими автокорреляционными свойствами	
	Дискретные сигналы с идеальной периодической АКФ	
	Дискретные частотно-манипулированные сигналы	
	Критерии выбора сигналов в широкополосных многоабонентских сетях	
	Оптимальные и асимптотически оптимальные ансамбли дискретных сигнатур	

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий) и написание трех контрольных работ, по результатам которых студент получает допуск на экзамен. За каждую контрольную работу можно максимально получить 10 рейтинговых баллов. По результатам трех контрольных студент может претендовать на досрочное получение экзаменационной оценки: 27-30 баллов - отлично, 23-26 баллов - хорошо, 19-22 балла - удовлетворительно. В противном случае осуществляется непосредственная сдача экзамена по курсу.

самостоятельной работы студентов

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

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.	
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

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