

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Передача информации по каналам со случайными параметрами Б1.В.ДВ.13

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Акчурин А.Д.

Рецензент(ы):

Юсупов К.М.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No 638218

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Акчурин А.Д. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем, Adel.Akchurin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Сформировать представления о физических основах возникновения случайных процессов в радиоканале, связанных с особенностями распространения радиоволн в атмосфере и ионосфере: отражение и рассеяние электромагнитных волн в средах со случайными неоднородностями.

Ознакомить с другими источниками случайных процессов - шумами в современной радиоаппаратуре. Рассматривается построение оптимальных систем связи при заданных характеристиках канала. Выводятся выражения для пропускной способности таких каналов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.13 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел ' Б1.В.ДВ.13' основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина - Б1.В.ДВ.13

Желательные входные курсы: Информатика: Алгоритмы и языки программирования, информационные технологии, новые информационные технологии в науке и образовании, микропроцессоры и автоматизация эксперимента, принципы организации и устройства компьютера, персональные компьютеры.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физические основы возникновения случайных процессов в радиоканале (от многолучевости до рассеяния на флуктуирующих неоднородностях); принципы построения и функционирования приемно-передающих устройств, образующих систему связи, приближающуюся к оптимальной; принципы выбора способов кодирования передаваемой информации;

2. должен уметь:

разбираться в теоретических знаниях о смысле, вкладываемом в понятие информации и ее количество в сообщении; о способах математического описания сигналов, распространяющихся в каналах со случайными параметрами; о способах оценки качества реальных каналов связи; о принципах работы алгоритмов обработки информации, используемой в современных системах кодирования, передачи и приема информации;

3. должен владеть:

пониманием узлов современной аппаратуры радио излучения/приема, архитектуры кодирующей и обрабатывающей схемотехники цифровых схем, характерных вариантов их аппаратурного использования.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия теории передачи информации. Сообщения, сигналы, каналы связи. Преобразование сообщения в сигнал. Количество информации в сообщении.	8		4	0	4	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Шумы в электрических схемах: равновесные флуктуации (тепловой шум, шум Найквиста, шум Джонсона), дробовой и фликкерный (или $1/f$) шумы.	8		4	0	8	Отчет
3.	Тема 3. Основные схемы аналоговых приемников. Приемник прямого усиления. Гетеродинный и супер-гетеродинный приемник. Приемник прямого преобразования. Смешанные аналого-цифровые радиоприемники или программно-определяемая радиосистема (Software-defined radio, SDR). Цифровые синтезаторы DDS (Direct Digital Synthesizer).	8		4	0	14	Отчет
4.	Тема 4. Математическая модель канала со случайными параметрами.	8		6	0	6	Отчет
5.	Тема 5. Структура цифрового приемника. Многоразрядные АЦП. Цифровые квадратурные гетеродины (NCO -numerically controlled oscillator) и перемножители (смесители).	8		4	0	6	Отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) модуляция.	8		6	0	6	Отчет
7.	Тема 7. Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Сжатие передаваемой информации на основе различных преобразований. Кодирование с предсказанием по N-точкам. Кодирование с использованием линейного преобразования Карунена-Лоэва.	8		6	0	6	Отчет
8.	Тема 8. Анализ помехоустойчивости оптимального приема двоичных данных	8		2	0	0	Отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	50	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия теории передачи информации. Сообщения, сигналы, каналы связи. Преобразование сообщения в сигнал. Количество информации в сообщении.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные понятия теории передачи информации. Сообщения, сигналы, каналы связи. Преобразование сообщения в сигнал. Количество информации в сообщении. Энтропия и производительность источника сообщений. Количество информации, переданной по каналу связи.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Определение количество информации в сообщении. Выделение и определение расположения сигнала заданной формы из аддитивной его смеси с шумом. Варьируя уровень шума, определить правильность выделения заданного сигнала (указанного преподавателем).

Тема 2. Шумы в электрических схемах: равновесные флуктуации (тепловой шум, шум Найквиста, шум Джонсона), дробовой и фликкерный (или 1/f) шумы.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Шумы в электрических схемах: равновесные флуктуации (тепловой шум, шум Найквиста, шум Джонсона), дробовой и фликкерный (или $1/f$) шумы. Эквивалентные схемы. Способы описания и измерения шумов усилителей. Основные методы модуляции: амплитудная, амплитудная с подавлением несущей, частотная, фазовая, квадратурная. Сравнение их характерных черт и устойчивость к воздействию шума.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Исследование различных оптимальных когерентных демодуляторов и помехоустойчивости систем при разных видах модуляции. Исследование демодуляторов АМ и ЧМ, ФМ и ОФМ сигналов. Исследование помехоустойчивости системы связи при разных видах модуляции. Исследование процессов помехоустойчивого кодирования в цифровой системе связи.

Тема 3. Основные схемы аналоговых приемников. Приемник прямого усиления. Гетеродинный и супер-гетеродинный приемник. Приемник прямого преобразования. Смешанные аналого-цифровые радиоприемники или программно-определяемая радиосистема (Software-defined radio, SDR). Цифровые синтезаторы DDS (Direct Digital Synthesizer).

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные схемы аналоговых приемников. Приемник прямого усиления. Гетеродинный и супер-гетеродинный приемник. Приемник прямого преобразования. Основные параметры. Чувствительность, Избирательность. Подавление зеркального канала. Динамический диапазон. Показатели воздействия перекрестной модуляции (внеполосных сигналов) и интермодуляционных помех. Смешанные аналого-цифровые радиоприемники или программно-определяемая радиосистема (Software-defined radio, SDR). Особенности реализации SDR. Цифровые синтезаторы DDS (Direct Digital Synthesizer).

лабораторная работа (14 часа(ов)):

Выполняется ряд работ по определению характеристик малошумящего усилителя, усилителя мощности, смесителя и фильтра в гигагерцовом диапазоне с помощью векторного анализатора (Vector Network Analyzer) и анализатора спектра (Spectrum Analyzer). В настоящее время широкую популярность получили цифровые синтезаторы частоты DDS (Direct Digital Synthesizer). На примере DDS в виде микросхемы AD9959 изучаются способы управления данной микросхемой и ее спектральные характеристики.

Тема 4. Математическая модель канала со случайными параметрами.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Математическая модель канала со случайными параметрами. Общие сведения о каналах связи и их классификации. Математическое описание сигналов, распространяющихся в каналах со случайными параметрами: а) энергетический спектр; б) огибающая, мгновенные фаза и частота; в) вероятностные характеристики огибающей и фазы; г) теорема Котельникова. Математическая модель канала: а) диэлектрическая проницаемость среды распространения (регулярная и случайно-неоднородная составляющие); б) геометрия радиоканала; в) траектория распространения; г) энергетические потери; д) суммарная математическая модель. Пропускная способность канала со случайными параметрами.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Изучение особенностей канализированного распространения ультразвуковых волн, имеющих некоторое сходство с особенностями распространения радиоволн. Исследование затухания амплитуды ультразвуковых волн. Изучение модового состава ультразвуковых волн

Тема 5. Структура цифрового приемника. Многоразрядные АЦП. Цифровые квадратурные гетеродины (NCO - numerically controlled oscillator) и перемножители (смесители).

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Структура цифрового приемника. Многоразрядные АЦП. Цифровые квадратурные гетеродины (NCO - numerically controlled oscillator) и перемножители (смесители). Гребенчатые фильтры-дециматоры (CIC - cascaded integrator-comb). Корректирующие фильтры-дециматоры с конечной импульсной характеристикой. Микросхемная реализация цифровых понижающих преобразователей (DDC - digital down converter) на примере микросхем GC4016 и 1288XK1T.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Изучение структуры цифровых КВ приемников ADMDDC4x16 v3.0 (ЗАО ИнСис) и EB510 (Роде и Шварц). Программирование рабочих режимов приемников и использование их для мониторинга радиоагрязненности эфира.

Тема 6. OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) модуляция.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) модуляция как методика борьбы с затуханием высокочастотной составляющей, связанной малой частотной полосой пропускания в длинных кабелях и простых телефонных проводах, без использования сложных фильтров-эквалайзеров. Реализация множества каналов с низкой символьной скоростью передачи как способ ослабления временного рассеяния и межсимвольной интерференции. Аппаратная реализация узлов OFDM. Блоки, реализующие прямое и обратное преобразование Фурье. Квадратурный генератор.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Аппаратная реализация узлов OFDM. Блоки, реализующие прямое и обратное преобразование Фурье. Квадратурный генератор.

Тема 7. Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Сжатие передаваемой информации на основе различных преобразований. Кодирование с предсказанием по N-точкам. Кодирование с использованием линейного преобразования Карунена-Лозва.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Введение избыточных символов в передаваемый код. Блочные коды. Кодирование методом укрупнения алфавита. Сжатие передаваемой информации на основе различных преобразований. Кодирование с предсказанием по N-точкам. Кодирование с использованием линейного преобразования Карунена-Лозва.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Кодирование сигналов различной формы на основе предсказания по N-точкам. Кодирование сигналов различной формы с использованием линейного преобразования Карунена-Лозва. В данных работах выполняется сжатие указанного преподавателем одномерного ряда отсчетов.

Тема 8. Анализ помехоустойчивости оптимального приема двоичных данных

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Анализ помехоустойчивости оптимального приема двоичных данных

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия теории передачи информации. Сообщения, сигналы, каналы связи. Преобразование сообщения в сигнал. Количество информации в сообщении.	8		подготовка к устному опросу	8	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Шумы в электрических схемах: равновесные флуктуации (тепловой шум, шум Найквиста, шум Джонсона), дробовой и фликкерный (или $1/f$) шумы.	8		подготовка к отчету	8	Отчет
3.	Тема 3. Основные схемы аналоговых приемников. Приемник прямого усиления. Гетеродинный и супер-гетеродинный приемник. Приемник прямого преобразования. Смешанные аналого-цифровые радиоприемники или программно-определяемая радиосистема (Software-defined radio, SDR). Цифровые синтезаторы DDS (Direct Digital Synthesizer).	8		подготовка к отчету	8	Отчет
4.	Тема 4. Математическая модель канала со случайными параметрами.	8		подготовка к отчету	8	Отчет
5.	Тема 5. Структура цифрового приемника. Многозарядные АЦП. Цифровые квадратурные гетеродины (NCO -numerically controlled oscillator) и перемножители (смесители).	8		подготовка к отчету	8	Отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) модуляция.	8		подготовка к отчету	8	Отчет
7.	Тема 7. Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Сжатие передаваемой информации на основе различных преобразований. Кодирование с предсказанием по N-точкам. Кодирование с использованием линейного преобразования Карунена-Лоэва.	8		подготовка к отчету	10	Отчет
	Итого				58	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий (работа с современным реальными аппаратными и программными средствами системного программирования, выполнение и защита заданий лабораторных работ, разбор конкретных ситуаций, объяснение результатов работы конкретной компьютерной системы)

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Основные понятия теории передачи информации. Сообщения, сигналы, каналы связи. Преобразование сообщения в сигнал. Количество информации в сообщении.

Устный опрос , примерные вопросы:

примерные вопросы: Основные понятия теории передачи информации. Сообщения, сигналы, каналы связи. Преобразование сообщения в сигнал. Количество информации в сообщении. Энтропия и производительность источника сообщений. Количество информации, переданной по каналу связи.

Тема 2. Шумы в электрических схемах: равновесные флуктуации (тепловой шум, шум Найквиста, шум Джонсона), дробовой и фликкерный (или 1/f) шумы.

Отчет , примерные вопросы:

примерные вопросы: Шумы в электрических схемах: равновесные флуктуации (тепловой шум, шум Найквиста, шум Джонсона), дробовой и фликкерный (или $1/f$) шумы. Эквивалентные схемы. Способы описания и измерения шумов усилителей. Основные методы модуляции: амплитудная, амплитудная с подавлением несущей, частотная, фазовая, квадратурная. Сравнение их характерных черт и устойчивость к воздействию шума.

Тема 3. Основные схемы аналоговых приемников. Приемник прямого усиления. Гетеродинный и супер-гетеродинный приемник. Приемник прямого преобразования. Смешанные аналого-цифровые радиоприемники или программно-определяемая радиосистема (Software-defined radio, SDR). Цифровые синтезаторы DDS (Direct Digital Synthesizer).

Отчет , примерные вопросы:

примерные вопросы: Основные схемы аналоговых приемников. Приемник прямого усиления. Гетеродинный и супер-гетеродинный приемник. Приемник прямого преобразования. Основные параметры. Чувствительность, Избирательность. Подавление зеркального канала. Динамический диапазон. Показатели воздействия перекрестной модуляции (внеполосных сигналов) и интермодуляционных помех. Смешанные аналого-цифровые радиоприемники или программно-определяемая радиосистема (Software-defined radio, SDR). Особенности реализации SDR. Цифровые синтезаторы DDS (Direct Digital Synthesizer).

Тема 4. Математическая модель канала со случайными параметрами.

Отчет , примерные вопросы:

примерные вопросы: Математическая модель канала со случайными параметрами. Общие сведения о каналах связи и их классификации. Математическое описание сигналов, распространяющихся в каналах со случайными параметрами: а) энергетический спектр; б) огибающая, мгновенные фаза и частота; в) вероятностные характеристики огибающей и фазы; г) теорема Котельникова. Математическая модель канала: а) диэлектрическая проницаемость среды распространения (регулярная и случайно-неоднородная составляющие); б) геометрия радиоканала; в) траектория распространения; г) энергетические потери; д) суммарная математическая модель. Пропускная способность канала со случайными параметрами.

Тема 5. Структура цифрового приемника. Многоразрядные АЦП. Цифровые квадратурные гетеродины (NCO -numerically controlled oscillator) и перемножители (смесители).

Отчет , примерные вопросы:

Структура цифрового приемника. Многоразрядные АЦП. Цифровые квадратурные гетеродины (NCO -numerically controlled oscillator) и перемножители (смесители). Гребенчатые фильтры-дециматоры (CIC -cascaded integrator-comb). Корректирующие фильтры-дециматоры с конечной импульсной характеристикой. Микросхемная реализация цифровых понижающих преобразователей (DDC - digital down converter) на примере микросхем GC4016 и 1288XK1T.

Тема 6. OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) модуляция.

Отчет , примерные вопросы:

OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing)модуляция или мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) как методика борьбы с затуханием высокочастотной составляющей, связанной малой частотной полосой пропускания в длинных кабелях и простых телефонных проводах (проводных линиях), без использования сложных фильтров-эквалайзеров. Реализация множества каналов с низкой символьной скоростью передачи как способ ослабления временного рассеяния и межсимвольной интерференции. Аппаратная реализация узлов OFDM. Блоки, реализующие прямое и обратное преобразование Фурье. Квадратурный генератор.

Тема 7. Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Сжатие передаваемой информации на основе различных преобразований. Кодирование с предсказанием по N-точкам. Кодирование с использованием линейного преобразования Карунена-Лозва.

Отчет , примерные вопросы:

Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Введение избыточных символов в передаваемый код. Блочные коды. Кодирование методом укрупнения алфавита. Сжатие передаваемой информации на основе различных преобразований. Кодирование с предсказанием по N-точкам. Кодирование с использованием линейного преобразования Карунена-Лозва.

Тема 8. Анализ помехоустойчивости оптимального приема двоичных данных

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Основные понятия теории передачи информации. Сообщения, сигналы, каналы связи. Преобразование сообщения в сигнал.
2. Количество информации в сообщении. Энтропия и производительность источника сообщений. Количество информации, переданной по каналу связи.
3. Шумы в электрических схемах: равновесные флуктуации (тепловой шум, шум Найквиста, шум Джонсона), дробовой и фликкерный (или $1/f$) шумы.
4. Эквивалентные схемы. Способы описания и измерения шумов усилителей.
5. Основные методы модуляции: амплитудная, амплитудная с подавлением несущей, частотная, фазовая, квадратурная. Сравнение их характерных черт и устойчивость к воздействию шума.
6. Основные схемы аналоговых радиоприемников. Приемник прямого усиления. Супергетеродинный приемник. Приемник прямого преобразования.
7. Основные параметры радиоприемников. Чувствительность, Избирательность. Подавление зеркального канала. Динамический диапазон. Показатели воздействия перекрестной модуляции (внеполосных сигналов) и интермодуляционных помех.
8. Смешанные аналого-цифровые радиоприемники или программно-определяемая радиосистема (Software-defined radio, SDR). Особенности реализации SDR.
9. Цифровые синтезаторы DDS (Direct Digital Synthesizer). Структура. Протоколы загрузки. Характеристики.
10. Математическая модель канала со случайными параметрами. Общие сведения о каналах связи и их классификации.
11. Структура цифрового приемника. Многоуровневые АЦП. Цифровые квадратурные гетеродины и перемножители. Гребенчатые фильтры-дециматоры
12. OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) модуляция - мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов. Межсимвольной интерференция.
13. Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Сжатие передаваемой информации на основе различных преобразований.
14. Анализ помехоустойчивости оптимального приема двоичных данных.

Темы лабораторных работ:

1. Выделение и определение расположения сигнала заданной формы из аддитивной его смеси с шумом.
2. Исследование оптимальных когерентных демодуляторов АМ и ЧМ сигналов
3. Исследование оптимальных когерентных демодуляторов ФМ и ОФМ сигналов
4. Исследование помехоустойчивости системы связи при разных видах модуляции
5. Исследование процессов помехоустойчивого кодирования в цифровой системе связи
6. Определение характеристик усилителя мощности с помощью векторного анализатора
7. Определение характеристик усилителя мощности с помощью анализатора спектра
8. Определение характеристик фильтра с помощью векторного анализатора
9. Определение характеристик маломощного усилителя с помощью анализатора спектра
10. Определение характеристик смесителя с помощью векторного анализатора

11. Исследование затухания амплитуды ультразвуковых волн
12. Изучение модового состава ультразвуковых волн
13. Программирование рабочих режимов цифрового синтезатора (DDS)
14. Изучение спектральных характеристик цифрового синтезатора (DDS) с помощью анализатора спектра
15. Программирование рабочих режимов КВ приемника ADMDDC4x16 v3.0.
16. Программирование рабочих режимов КВ приемника EB510.
17. Изучение радио загрязненности эфира с помощью КВ приемника ADMDDC4x16 v3.0.
18. Изучение радио загрязненности эфира с помощью КВ приемника EB510.
19. Моделирование функциональных блоков OFDM модуляции.
20. Кодирование сигналов различной формы на основе предсказания по N-точкам.
21. Кодирование сигналов различной формы с использованием линейного преобразования Карунена-Лозва.

7.1. Основная литература:

- Основы формирования, передачи и приема цифровой информации: Учебное пособие / В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский. - М.: СОЛОН-Пр., 2014. - 316 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-321-01961-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=493066>
- Цифровая обработка сигналов: Практическое пособие Учебное пособие / Гадзиковский В.И. - М.:СОЛОН-Пр., 2014. - 766 с. ISBN 978-5-91359-117-3 <http://znanium.com/bookread2.php?book=883840>
- Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / Ролдугин С.В., Паринов А.В., Голубинский А.Н. - Воронеж: Научная книга, 2016. - 144 с. - Режим доступа: ISBN 978-5-4446-0908-8 <http://znanium.com/bookread2.php?book=923327>
- Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 614 с.: (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006703-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=405030>
- Конечные поля в телекоммуникационных приложениях. Теория и применение FEC, CRC, М-последовательностей/Власов Е.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 280 с.: 60x90 1/16. - (Наука и практика) (Обложка) ISBN 978-5-16-009437-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=441970>

7.2. Дополнительная литература:

- Теория электрической связи: Учебник/Л.Л.Клюев - М.: НИЦ ИНФРА-М, Новое знание, 2016. - 448 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) ISBN 978-5-16-011447-7, Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=525236>
- Ортогонализация функций и повышение помехоустойчивости высокоскоростных систем передачи информации: Монография / А.Н. Дегтярев. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 152 с.: - (Научная книга) (о) ISBN 978-5-9558-0416-3, Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=497266>
- Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.В. Стариковский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 206 с.: 60x88 1/16. - (Просто, кратко, быстро). ISBN 978-5-16-004889-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=371449>
- Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.И. Власов [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. - 552 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5134>. ? <https://e.lanbook.com/reader/book/5134/#1>

Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.А. Быховский [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. - 332 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63233>.
<https://e.lanbook.com/reader/book/63233/#1>

Теория вероятностей и случайные процессы/АркашовН.С., КовалевскийА.П. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 238 с.: ISBN 978-5-7782-2382-0 - Режим доступа:
<http://znanium.com/bookread2.php?book=546213>

Шахтарин, Б.И. Случайные процессы. Примеры и задачи. - Т. 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.И. Шахтарин, В.И. Тихонов, В.В. Сизых. - Электрон. дан. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. - 400 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5203>.
<https://e.lanbook.com/reader/book/5203/#1>.

Цифровые методы обработки информации/БорисоваИ.В. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 139 с.: ISBN 978-5-7782-2448-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546207>

Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие / В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 143 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-009101-3 - Режим доступа:
<http://znanium.com/bookread2.php?book=422720>

Радиоавтоматика: Учебник / Г.Н.Арсеньев, С.Н.Замуруев - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 592 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-8199-0637-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=518576>

7.3. Интернет-ресурсы:

Радиолекторий (Методы и устройства приема сигналов) -
<http://www.radioforall.ru/2010-01-17-19-37-41>

статья - <http://habrahabr.ru/post/237859/>

статья - <http://habrahabr.ru/post/129101/>

Статья в журнале - http://www.electronics.ru/files/article_pdf/0/article_845_71.pdf

Субмодули цифрового приема ADMDDC4x16 v3.0 -
<http://www.insys.ru/products/ddc/admddc4x16v30>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Передача информации по каналам со случайными параметрами" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Акчурин А.Д. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Юсупов К.М. _____

"__" _____ 201__ г.