

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Формирование сигналов и их оптимальная обработка M2.B.2

Направление подготовки: 011800.68 - Радиоп физика

Профиль подготовки: Информационные процессы и системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бойко Б.П., Ишмуратов Р.А.

Рецензент(ы):

Нугманов И.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 6151914

Казань

2014

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) Бойко Б.П. ; Ишмуратов Р.А. ,
Rashid.Ishmuratov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Формирование сигналов и их оптимальная обработка" являются изучение современной теории моделей сигналов, применяемых в радиофизике и электронике; освоение алгоритмов формирования и обработки сигналов и их программная и аппаратная реализация; компьютерное моделирование и анализ сигналов, которые получили широкое распространение в современных информационных радиотелекоммуникационных системах.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина "Формирование сигналов и их оптимальная обработка" является обязательной частью профессиональной подготовки магистров по направлению 011800 "Радиофизика", профиль "Информационные процессы и системы".

Дисциплина "Формирование сигналов и их оптимальная обработка" базируется на материалах дисциплин ООП бакалавриата по направлению 011800 "Радиофизика": дисциплин блока математики (Б2) и дисциплин профессионального блока: Основы радиоэлектроники (Б3.Б.11), Радиофизика и электроника (спецпрактикум по радиофизике) (Б3.В.4).

Поскольку сигнал является материальным носителем информации, знание его свойств позволяет глубже понять особенности функционирования информационных систем, изучаемых в других специальных дисциплинах бакалавриата.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1;3 (общекультурные компетенции)	- Способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук . - Способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.
ОК-14 (общекультурные компетенции)	- Способность получить и использовать в своей деятельности знание иностранного языка
ОК-5;9 (общекультурные компетенции)	-Способностью выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования. -Способность работать самостоятельно и в коллективе, руководить людьми и подчиняться
ПК-1;2 (профессиональные компетенции)	-Способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач . -Способность применять на практике базовые профессиональные навыки .

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3;4;5 (профессиональные компетенции)	-Способность эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование. -Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки). - Способность применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки).

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и законы электричества и магнетизма, физики колебаний и волн; основы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, векторного анализа, функционального анализа, математической статистики, основные численные методы математического моделирования; современные информационные технологии, прикладные программные пакеты и программирование.

2. должен уметь:

применять математические методы и модели для описания сигналов с целью их формирования для применения на практике; проводить всесторонний анализ сигналов, оценивать свойства и потенциальные возможности сигналов при их целевом использовании в радиосистемах различного назначения.

3. должен владеть:

математическим аппаратом для проведения всестороннего анализа сигналов, навыками самостоятельной разработки новых моделей сигналов и выборе процедур оптимальной обработки сигналов, информационными технологиями моделирования сигналов и исследования их свойств, программными и аппаратными средствами реализации процедур преобразования и обработки сигналов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способность и готовность использовать в образовательной и профессиональной деятельности базовые и специальные знания в области математических, естественных и технических наук.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 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. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала.	1	1-2	2	2	0	
2.	Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ Классификация сигналов. Типовые модели сигналов: гармоническое колебание, гауссов импульс, прямоугольный импульс, функция Хэвисайда, дельта-функция Дирака. Модели порождающих функций для обобщенных функций. Модулированные сигналы. Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, АИМ, ВИМ (ФИМ), ЧИМ, ШИМ (ДИМ), многоступенчатая модуляция. Формирование модулированных сигналов.	1	3-4	2	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА Линейное пространство. Метрика, норма, скалярное произведение. Примеры приложения к сигналам. Гильбертово пространство. Описание сигнала в пространстве состояний. Фильтр, формирующий сигнал.	1	5-6	2	2	0	
4.	Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ Ортогональный базис в функциональном пространстве. Построение ортогонального базиса с помощью процедуры Грамма-Шмита. Гео-метрическая модель сигнала, представленного обобщенным рядом Фурье. Модели сигналов для конкретных форм обобщенного ряда Фурье. Тригонометрический и комплексный ряды Фурье. Их связь. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Явление Гиббса. Ряд Котельникова. Связь дискретных и непрерывных функций времени. Ряд Уолша. Его разновидности. Способы формирования сигнала. Ряд Хаара.	1	7-8	2	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	<p>Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА Интегральные преобразования Фурье. Амплитудный (амплитудная спектральная плотность) и фазовый спектры сигнала. Свойства преобразования Фурье. Примеры формирования и обработки сигнала: стробоскопическое осцил-логграфирование, однополосная модуляция, де-модуляция АИМ сигнала. Интегральные преобразования Хартли. Их свойства. Связь с преобразованием Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное вейвлет-преобразование сигнала. Понятие о вейвлет анализе сигнала. Интегральные преобразования Гильберта. Свойства преобразований. Фурье-спектр сигнала преобразованного по Гильберту. Формирование сигнала преобразованного по Гильберту.</p>	1	9-12	4	4	0	

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. : АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ Комплексный сигнал. Аналитический сиг-нал. Огибающая и мгновенная частота сигнала. Комплексная оггибающая. Числовые параметры сигнала. Определение параметров через моменты энергетических ха-рактеристик. База сигнала. Простые и сложные (широкополосные) сиг-налы. Сигнал с минимальной базой.	1	13	1	1	0	
7.	Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА Взаимная корреляционная функция ? ос-новная характеристика сигнала как носителя информации. Функция неопределенности Вудворда, ее свой-ства. Роль функции неопределенности для выбо-ра сигнала с учетом его формирования и обра-ботки в радиосистеме.	1	14	1	1	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			14	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Примеры моделей сигналов реальных радиосистем

Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ Классификация сигналов. Типовые модели сигналов: гармоническое колебание, гауссов импульс, прямоугольный импульс, функция Хэвисайда, дельта-функция Дирака. Модели порождающих функций для обобщенных функций. Модулированные сигналы. Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, АИМ, ВИМ (ФИМ), ЧИМ, ШИМ (ДИМ), многоступенчатая модуляция. Формирование модулированных сигналов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Классификация сигналов. гармоническое колебание, гауссов импульс, прямоугольный импульс, функция Х Дельта-функция Дирака. Модели порождающих функций. Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, АИМ, ВИМ (ФИМ), ЧИМ, ШИМ (ДИМ), многоступенчатая модуляция. Формирование модулированных сигналов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Модель фазоманипулированного сигнала

Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА Линейное пространство. Метрика, норма, скалярное произведение. Примеры приложения к сигналам. Гильбертово пространство. Описание сигнала в пространстве состояний. Фильтр, формирующий сигнал.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Линейное пространство. Метрика, норма, скалярное произведение. Гильбертово пространство. Описание сигнала в пространстве состояний. Фильтр, формирующий сигнал.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Неравенство Шварца. Доказательство.

Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ Ортогональный базис в функциональном пространстве. Построение ортогонального базиса с помощью процедуры Грамма-Шмита. Гео-метрическая модель сигнала, представленного обобщенным рядом Фурье. Модели сигналов для конкретных форм обобщенного ряда Фурье. Тригонометрический и комплексный ряды Фурье. Их связь. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Явление Гиббса. Ряд Котельникова. Связь дискретных и непрерывных функций времени. Ряд Уолша. Его разновидности. Способы формирования сигнала. Ряд Хаара.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Ортогональный базис в функциональном пространстве. Построение ортогонального базиса с помощью процедуры Грамма-Шмита. Геометрическая модель сигнала, представленного обобщенным рядом Фурье. Модели сигналов для конкретных форм обобщенного ряда Фурье. Тригонометрический и комплексный ряды Фурье. Ряд Котельникова. Связь дискретных и непрерывных функций времени. Ряд Уолша. Его разновидности.

практическое занятие (2 часа(ов)):

формирования сигнала Уолша с помощью матриц Адамара.

Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА Интегральные преобразования Фурье. Амплитудный (амплитудная спектральная плотность) и фазовый спектры сигнала. Свойства преобразования Фурье. Примеры формирования и обработки сигнала: стробоскопическое осциллографирование, однополосная модуляция, де-модуляция АИМ сигнала. Интегральные преобразования Хартли. Их свойства. Связь с преобразованием Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное вейвлет-преобразование сигнала. Понятие о вейвлет анализе сигнала. Интегральные преобразования Гильберта. Свойства преобразований. Фурье-спектр сигнала преобразованного по Гильберту. Формирование сигнала преобразованного по Гильберту.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Интегральные преобразования Фурье. Амплитудный (амплитудная спектральная плотность) и фазовый спектры сигнала. Свойства преобразования Фурье. Интегральные преобразования Хартли. Их свойства. Связь с преобразованием Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное вейвлет-преобразование сигнала. Понятие о вейвлет анализе сигнала. Интегральные преобразования Гильберта. Свойства преобразований. Фурье-спектр сигнала преобразованного по Гильберту.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Стробоскопическое осциллографирование. Однополосная модуляция, демодуляция АИМ сигнала.

Тема 6. : АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ Комплексный сигнал. Аналитический сигнал. Огибающая и мгновенная частота сигнала. Комплексная огибающая. Числовые параметры сигнала. Определение параметров через моменты энергетических характеристик. База сигнала. Простые и сложные (широкополосные) сигналы. Сигнал с минимальной базой.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Комплексный сигнал. Аналитический сигнал. Огибающая и мгновенная частота сигнала. Комплексная огибающая. Числовые параметры сигнала. Определение параметров через моменты энергетических характеристик. База сигнала. Простые и сложные (широкополосные) сигналы. Сигнал с минимальной базой.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Числовые параметры непрерывных вейвлет-функций.

Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА Взаимная корреляционная функция ? основная характеристика сигнала как носителя информации. Функция неопределенности Вудворда, ее свойства. Роль функции неопределенности для выбора сигнала с учетом его формирования и обработки в радиосистеме.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Взаимная корреляционная функция - основная характеристика сигнала как носителя информации. Функция неопределенности Вудворда, ее свойства. Роль функции неопределенности для выбора сигнала с учетом его формирования и обработки в радиосистеме.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Приближенное представление функции Вудворда через числовые параметры сигнала

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. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала.	1	1-2	Подготовка к устному опросу	4	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	<p>Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ Классификация сигналов. Типовые модели сигналов: гармоническое колебание, гауссов импульс, прямоугольный импульс, функция Хэвисайда, дельта-функция Дирака. Модели порождающих функций для обобщенных функций. Модулированные сигналы. Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, АИМ, ВИМ (ФИМ), ЧИМ, ШИМ (ДИМ), многоступенчатая модуляция. Формирование модулированных сигналов.</p>	1	3-4	Подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
3.	<p>Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА Линейное пространство. Метрика, норма, скалярное произведение. Примеры приложения к сигналам. Гильбертово пространство. Описание сигнала в пространстве состояний. Фильтр, формирующий сигнал.</p>	1	5-6	Подготовка к устному опросу	4	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	<p>Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ</p> <p>Ортогональный базис в функциональном пространстве. Построение ортогонального бази-са с помощью процедуры Грамма-Шмита. Гео-метрическая модель сигнала, представленного обобщенным рядом Фурье. Модели сигналов для конкретных форм обобщенного ряда Фурье.</p> <p>Тригонометрический и комплексный ряды Фурье. Их связь. Ампли-тудный и фазовый спектры сигнала. Явление Гиббса. Ряд Котельникова. Связь дискретных и непрерывных функций времени. Ряд Уолша. Его разновидности. Способы формирования сигнала. Ряд Хаара.</p>	1	7-8	Представление заданной функции Уолша рядом Хаара	8	Отчет по домашнему заданию

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	<p>Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА Интегральные преобразования Фурье. Амплитудный (амплитудная спектральная плот-ность) и фазовый спектры сигнала. Свойства преобразования Фурье. Примеры формирования и обработки сигнала: стробоскопическое осцил-логграфирование, однополосная модуляция, де-модуляция АИМ сигнала. Интегральные преобразования Хартли. Их свойства. Связь с преобразованием Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное вейвлет-преобразование сиг-нала. Понятие о вейвлет анализе сигнала. Интегральные преобразования Гильберта. Свойства преобразований. Фурье-спектр сигнала преобразованного по Гильберту. Формирование сигнала преобразованного по Гильберту.</p>	1	9-12	Спектр заданной вейвлет функции	10	Отчет по домашнему заданию

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. : АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ Комплексный сигнал. Аналитический сигнал. Огибающая и мгновенная частота сигнала. Комплексная огибающая. Числовые параметры сигнала. Определение параметров через моменты энергетических характеристик. База сигнала. Простые и сложные (широкополосные) сигналы. Сигнал с минимальной базой.	1	13	Расчет числового параметра для заданного сигнала	6	отчет по домашнему заданию
7.	Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА Взаимная корреляционная функция ? основная характеристика сигнала как носителя информации. Функция неопределенности Вудворда, ее свойства. Роль функции неопределенности для выбора сигнала с учетом его формирования и обработки в радиосистеме.	1	14	Функция Вудворда для конкретного радиолокационного сигнала как подготовка к коллоквиуму	8	Коллоквиум
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Материал курса лекций и практических занятий компилируется из различных источников, часть которых представлена в списке литературы. Поэтому самостоятельная работа студентов играет важную роль в освоении дисциплины.

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

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала.

Устный опрос , примерные вопросы:

Установить возможность противоречий в требования к математической модели сигнала в случае реальных сигналов.

Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ Классификация сигналов. Типовые модели сигналов: гармоническое колебание, гауссов импульс, прямоугольный импульс, функция Хэвисайда, дельта-функция Дирака. Модели порождающих функций для обобщенных функций. Модулированные сигналы. Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, АИМ, ВИМ (ФИМ), ЧИМ, ШИМ (ДИМ), многоступенчатая модуляция. Формирование модулированных сигналов.

Устный опрос , примерные вопросы:

Физическая интерпретация параметров, входящих в математическую модель реального сигнала.

Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА Линейное пространство. Метрика, норма, скалярное произведение. Примеры приложения к сигналам. Гильбертово пространство. Описание сигнала в пространстве состояний. Фильтр, формирующий сигнал.

Устный опрос , примерные вопросы:

Точная формулировка аксиом пространства.

Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ Ортогональный базис в функциональном пространстве. Построение ортогонального базиса с помощью процедуры Грамма-Шмита. Гео-метрическая модель сигнала, представленного обобщенным рядом Фурье. Модели сигналов для конкретных форм обобщенного ряда Фурье. Тригонометрический и комплексный ряды Фурье. Их связь. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Явление Гиббса. Ряд Котельникова. Связь дискретных и непрерывных функций времени. Ряд Уолша. Его разновидности. Способы формирования сигнала. Ряд Хаара.

Отчет по домашнему заданию, примерные вопросы:

Обоснованность полученного результата.

Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА Интегральные преобразования Фурье. Амплитудный (амплитудная спектральная плотность) и фазовый спектры сигнала. Свойства преобразования Фурье. Примеры формирования и обработки сигнала: стробоскопическое осциллографирование, однополосная модуляция, демодуляция АИМ сигнала. Интегральные преобразования Хартли. Их свойства. Связь с преобразованием Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное вейвлет-преобразование сигнала. Понятие о вейвлет анализе сигнала. Интегральные преобразования Гильберта. Свойства преобразований. Фурье-спектр сигнала преобразованного по Гильберту. Формирование сигнала преобразованного по Гильберту.

Отчет по домашнему заданию, примерные вопросы:

Обоснованность полученного результата.

Тема 6. : АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ Комплексный сигнал. Аналитический сигнал. Огибающая и мгновенная частота сигнала. Комплексная огибающая. Числовые параметры сигнала. Определение параметров через моменты энергетических характеристик. База сигнала. Простые и сложные (широкополосные) сигналы. Сигнал с минимальной базой.

отчет по домашнему заданию, примерные вопросы:

Обоснованность полученного результата.

Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА Взаимная корреляционная функция ? основная характеристика сигнала как носителя информации. Функция неопределенности Вудворда, ее свойства. Роль функции неопределенности для выбора сигнала с учетом его формирования и обработки в радиосистеме.

Коллоквиум, примерные вопросы:

Общие свойства и индивидуальные особенности функции Вудворда изученного сигнала.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Контроль успеваемости проводится при выполнении практических работ.

Итоговый контроль успеваемости и знаний проводится во время зачета.

Примерные вопросы к зачету:

1. Основные положения теории сигналов.
2. Векторное представление синусоидального сигнала.
3. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье. Понятие спектра сигнала.
4. Преобразование Фурье и преобразование Лапласа.
5. Спектры основных типов сигналов - прямоугольные, треугольные, Гаусса.
6. Модулированные сигналы. Типы модуляции - АМ, ЧМ, ФМ. Их сравнительные характеристики.
7. Узкополосные и широкополосные помехи. Белый шум и его частотные и статистические характеристики.
8. Основные положения теории преобразования сигналов в электрических системах.
9. Амплитудная характеристика четырехполюсника.
10. Импульсная характеристика линейной стационарной системы.
11. Комплексный частотный коэффициент передачи.
12. Избирательные цепи и фильтрация сигналов.
13. Цифровые сигналы. Основные положения.
14. Теорема Котельникова - Найквиста.
15. Дискретное преобразование Фурье. Косинусное преобразование Фурье.
16. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
17. Теория z-преобразования.
18. Цифровая обработка сигналов. Основные положения.
19. Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров.
20. Нерекурсивные цифровые фильтры.
21. Рекурсивные цифровые фильтры.
22. Сравнительный анализ цифровых фильтров различного типа.
23. Модуляция цифровых сигналов и характеристики модулированных сигналов.
24. Основные современные способы модуляции цифровых сигналов (типы цифровой манипуляции).
25. Типы цифровой манипуляции с повышенными требованиями к характеристикам модулированного сигнала.
26. Цифровой спектральный анализ.
27. Параметрические методы спектрального анализа.
28. Непараметрические методы спектрального анализа.
29. Эффект растекания спектра.
30. Модели сигналов волновых процессов.
31. Понятие вейвлета. Использование теории вейвлетов для спектрального оценивания.
32. Применение вейвлетов для цифровой фильтрации.
33. Статистическая обработка временных рядов.
34. Корреляционный анализ сигналов.
35. Цифровое кодирование сигналов. Методы кодирования.
36. Избыточное кодирование и корректирующие коды.

37. Современные микросхемы для обеспечения беспроводного приема и передачи сигналов.
38. Схемотехника цифрового кодирования.
39. Схемотехника цифровой фильтрации.
40. Функции обработки и моделирования сигналов в прикладных программных пакетах.

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала.

Устный опрос , примерные вопросы:

Установить возможность противоречий в требования к математической модели сигнала в случае реальных сигналов.

Тема 2. ВВЕДЕНИЕ. Сигнал. Определение. Особенности сигнала. Требования к математической модели сигнала. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ Классификация сигналов. Типовые модели сигналов: гармоническое колебание, гауссов импульс, прямоугольный импульс, функция Хэвисайда, дельта-функция Дирака. Модели порождающих функций для обобщенных функций. Модулированные сигналы. Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, АИМ, ВИМ (ФИМ), ЧИМ, ШИМ (ДИМ), многоступенчатая модуляция. Формирование модулированных сигналов.

Устный опрос , примерные вопросы:

Физическая интерпретация параметров, входящих в математическую модель реального сигнала.

Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА Линейное пространство. Метрика, норма, скалярное произведение. Примеры приложения к сигналам. Гильбертово пространство. Описание сигнала в пространстве состояний. Фильтр, формирующий сигнал.

Устный опрос , примерные вопросы:

Точная формулировка аксиом пространства.

Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ Ортогональный базис в функциональном пространстве. Построение ортогонального базиса с помощью процедуры Грамма-Шмита. Гео-метрическая модель сигнала, представленного обобщенным рядом Фурье. Модели сигналов для конкретных форм обобщенного ряда Фурье. Тригонометрический и комплексный ряды Фурье. Их связь. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Явление Гиббса. Ряд Котельникова. Связь дискретных и непрерывных функций времени. Ряд Уолша. Его разновидности. Способы формирования сигнала. Ряд Хаара.

Отчет по домашнему заданию, примерные вопросы:

Обоснованность полученного результата.

Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА Интегральные преобразования Фурье. Амплитудный (амплитудная спектральная плотность) и фазовый спектры сигнала. Свойства преобразования Фурье. Примеры формирования и обработки сигнала: стробоскопическое осциллографирование, однополосная модуляция, де-модуляция АИМ сигнала. Интегральные преобразования Хартли. Их свойства. Связь с преобразованием Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное вейвлет-преобразование сигнала. Понятие о вейвлет анализе сигнала. Интегральные преобразования Гильберта. Свойства преобразований. Фурье-спектр сигнала преобразованного по Гильберту. Формирование сигнала преобразованного по Гильберту.

Отчет по домашнему заданию, примерные вопросы:

Обоснованность полученного результата.

Тема 6. : АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ Комплексный сигнал. Аналитический сигнал. Огибающая и мгновенная частота сигнала. Комплексная огибающая. Числовые параметры сигнала. Определение параметров через моменты энергетических характеристик. База сигнала. Простые и сложные (широкополосные) сигналы. Сигнал с минимальной базой.

отчет по домашнему заданию, примерные вопросы:

Обоснованность полученного результата.

Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА Взаимная корреляционная функция ? основная характеристика сигнала как носителя информации. Функция неопределенности Вудворда, ее свойства. Роль функции неопределенности для выбора сигнала с учетом его формирования и обработки в радиосистеме.

Коллоквиум, примерные вопросы:

Общие свойства и индивидуальные особенности функции Вудворда изученного сигнала.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Контроль успеваемости проводится при выполнении практических работ.

Итоговый контроль успеваемости и знаний проводится во время зачета.

Примерные вопросы к зачету:

1. Основные положения теории сигналов.
2. Векторное представление синусоидального сигнала.
3. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье. Понятие спектра сигнала.
4. Преобразование Фурье и преобразование Лапласа.
5. Спектры основных типов сигналов - прямоугольные, треугольные, Гаусса.
6. Модулированные сигналы. Типы модуляции - АМ, ЧМ, ФМ. Их сравнительные характеристики.
7. Узкополосные и широкополосные помехи. Белый шум и его частотные и статистические характеристики.
8. Основные положения теории преобразования сигналов в электрических системах.
9. Амплитудная характеристика четырехполюсника.
10. Импульсная характеристика линейной стационарной системы.
11. Комплексный частотный коэффициент передачи.
12. Избирательные цепи и фильтрация сигналов.
13. Цифровые сигналы. Основные положения.
14. Теорема Котельникова - Найквиста.
15. Дискретное преобразование Фурье. Косинусное преобразование Фурье.
16. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
17. Теория z-преобразования.
18. Цифровая обработка сигналов. Основные положения.
19. Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров.
20. Нерекурсивные цифровые фильтры.
21. Рекурсивные цифровые фильтры.
22. Сравнительный анализ цифровых фильтров различного типа.
23. Модуляция цифровых сигналов и характеристики модулированных сигналов.
24. Основные современные способы модуляции цифровых сигналов (типы цифровой манипуляции).
25. Типы цифровой манипуляции с повышенными требованиями к характеристикам модулированного сигнала.
26. Цифровой спектральный анализ.
27. Параметрические методы спектрального анализа.
28. Непараметрические методы спектрального анализа.
29. Эффект растекания спектра.
30. Модели сигналов волновых процессов.

31. Понятие вейвлета. Использование теории вейвлетов для спектрального оценивания.
32. Применение вейвлетов для цифровой фильтрации.
33. Статистическая обработка временных рядов.
34. Корреляционный анализ сигналов.
35. Цифровое кодирование сигналов. Методы кодирования.
36. Избыточное кодирование и корректирующие коды.
37. Современные микросхемы для обеспечения беспроводного приема и передачи сигналов.
38. Схемотехника цифрового кодирования.
39. Схемотехника цифровой фильтрации.
40. Функции обработки и моделирования сигналов в прикладных программных пакетах.

7.1. Основная литература:

1. Першин В. Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 614 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=405030>
2. Подлесный, С. А. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / С. А. Подлесный, Ф. В. Зандер. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 352 с. -
<http://znanium.com/bookread.php?book=441113>
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. - 3-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 768 с. - (Учебная литература для вузов).
<http://znanium.com/bookread.php?book=354905>

7.2. Дополнительная литература:

1. Залманзон Л. А.. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. - М.: Наука ,1989. - 493стр.
2. Акимов П.С., Сенин А.И., Соленов В.И. Сигналы и их обработка в информационных системах. - М.: Радио и связь. 1994.-256 стр.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы.-М.:Высш.шк. 2003.-462с.
4. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. -М.:ДМК Пресс, 2005.-304 с.
5. Гантмахер В.Е., Быстров Н.Е., Чеботарев Д.В. Шумоподобные сигналы; анализ,синтез, обработка. - СПб.: Наука и техника. 2005. - 396 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

- википедия - <http://ru.wikipedia.org>
журнал научных публикаций - <http://jurnal.org/arhiv.php>
журнал радиоэлектроники - <http://jre.cplire.ru>
книжная полка - <http://scask.ru/index.php>
электронная библиотека - <http://knigafund.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Формирование сигналов и их оптимальная обработка" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

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.

Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиоп физика" и магистерской программе Информационные процессы и системы .

Автор(ы):

Бойко Б.П. _____

Ишмуратов Р.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Нугманов И.С. _____

"__" _____ 201__ г.