

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.

Программа дисциплины

Формирование сигналов и их оптимальная обработка Б1.В.ОД.2

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ишмуратов Р.А.

Рецензент(ы):

Карпов А.В.

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

Казань
2017

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) 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 " Б1.В.ОД.2 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина 'Формирование сигналов и их оптимальная обработка' является обязательной частью профессиональной подготовки магистров по направлению 03.04.03 - Радиофизика, профиль 'Информационные процессы и системы'.

Дисциплина 'Формирование сигналов и их оптимальная обработка' базируется на материалах дисциплин ООП бакалавриата по направлению 03.03.03 - Радиофизика: базовых дисциплин блока математики и дисциплин профессионального блока; основы радиоэлектроники, радиофизика и электроника, цифровая обработка сигналов.

Поскольку сигнал является материальным носителем информации, знание его свойств позволяет глубже понять особенности функционирования информационных и телекоммуникационных 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
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность 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:

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 во 2 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. Основные положения теории аналоговых сигналов и их преобразование в аналоговых системах	2	1-3	2	0	0	
2.	Тема 2. Модулированные сигналы	2	4-6	2	4	0	
3.	Тема 3. Модуляция цифровых сигналов	2	7-9	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	
4.	Тема 4. Цифровые сигналы и цифровая обработка сигналов	2	10-12	2	2	0	
5.	Тема 5. Применение информационных технологий в теории сигналов	2	13-16	4	4	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			14	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные положения теории аналоговых сигналов и их преобразование в аналоговых системах

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Сигнал. Определение. Параметры сигнала. Математическое описание сигнала. Классификация сигналов. Синусоидальный сигнал, прямоугольный сигнал, треугольный сигнал, гауссов импульс. Меандр. Дельта-функция Дирака. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье. Квадратурная (синус-косинусная) и спектральная форма ряда Фурье. Их связь. Понятие спектра. Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Синтез сигнала и эффект Гиббса. Комплексная форма ряда Фурье. Отрицательная частота. Интегральное преобразование Фурье. Спектральная плотность основных типов сигналов. Комплексная частота и преобразование Лапласа. Геометрическая модель сигнала. Сигнал как вектор в пространстве ортогонального базиса. Комплексная огибающая. Корреляционная теория сигналов.

Тема 2. Модулированные сигналы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Модулированные сигналы. Виды модуляции сигналов: АМ, ЧМ, ФМ. Квадратурная модуляция. Свойства модулированных сигналов. Формирование и детектирование модулированных сигналов. Синхронное детектирование. Схемные реализации модулятора и демодулятора. Модулированные импульсные последовательности: АИМ, ШИМ, ВИМ (ФИМ). Сигналы для передачи цифровых (бинарных) данных ? цифровые сигналы. Виды цифрового кодирования. Потенциальный код. Манчестерский код. Многопозиционное кодирование.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Моделирование и анализ сигналов различного типа и параметров.

Тема 3. Модуляция цифровых сигналов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Модуляция цифровых сигналов (манипуляция). Различные способы модуляции (манипуляция) цифровых сигналов для достижения оптимальных характеристик модулированных сигналов: АМ (ASK), QAM, PSK, FSK, MSK, GMSK. Дифференциальная бинарная манипуляция. Модулированные сигналы с расширенным спектром. Многомерная ортогональная модуляция. OFDM. Функции Радемахера и понятие ортогонального базиса. Функции Уолша. Формирование сигнала в системах с кодовым разделением каналов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Исследование модулированных сигналов с различным типом модуляции.

Тема 4. Цифровые сигналы и цифровая обработка сигналов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Цифровые сигналы и интерпретация термина в широком и узком (строгом) смысле. Дискретизация и квантование. Теорема Котельникова. Дискретное преобразование Фурье. Формула дискретной свертки. Разностное уравнение. Нерекурсивный и рекурсивный фильтры. Цифровой спектральный анализ и статистическая обработка временных рядов. Алгоритмы цифрового спектрального оценивания. Периодограмм-анализ. Разрешающая способность и искажения спектра. Параметрические методы спектрального оценивания. Динамический спектр. Вейвлет-преобразование. Понятие вейвлета. Типы вейвлетов. Применение вейвлет-преобразования для спектрального оценивания сигналов. Применение вейвлетов для цифровой фильтрации.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Цифровой спектральный анализ.

Тема 5. Применение информационных технологий в теории сигналов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Математические прикладные пакеты. Моделирование в среде компьютерной математики MathCAD. Функции обработки и моделирования сигналов в прикладном программном пакете MATLAB. Моделирование и реализация цифровой обработки сигналов в графических системах Simulink и LabVIEW.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Моделирование сигналов и их обработка в средах компьютерной математики и системах графического моделирования.

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. Основные положения теории аналоговых сигналов и их преобразование в аналоговых системах	2	1-3	Подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
2.	Тема 2. Модулированные сигналы	2	4-6	Подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
3.	Тема 3. Модуляция цифровых сигналов	2	7-9	Подготовка к устному опросу	10	Устный опрос
4.	Тема 4. Цифровые сигналы и цифровая обработка сигналов	2	10-12	Подготовка к устному опросу	10	Устный опрос
5.	Тема 5. Применение информационных технологий в теории сигналов	2	13-16	Подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
	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. Основные положения теории аналоговых сигналов и их преобразование в аналоговых системах

Устный опрос , примерные вопросы:

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.

Тема 2. Модулированные сигналы

Устный опрос, примерные вопросы:

1. Модулированные сигналы. Типы модуляции ? АМ, ЧМ, ФМ. Их сравнительные характеристики. 2. Модуляция и демодуляция сигналов. Синхронное детектирование. 3. Узкополосные и широкополосные помехи. Белый шум и его частотные и статистические характеристики.

Тема 3. Модуляция цифровых сигналов

Устный опрос, примерные вопросы:

1. Модуляция цифровых сигналов и характеристики модулированных сигналов. 2. Основные современные способы модуляции цифровых сигналов (типы цифровой манипуляции). 3. Типы цифровой манипуляции с повышенными требованиями к характеристикам модулированного сигнала.

Тема 4. Цифровые сигналы и цифровая обработка сигналов

Устный опрос, примерные вопросы:

1. Цифровая обработка сигналов. Основные положения. 2. Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров. 3. Нерекursивные цифровые фильтры. 4. Рекурсивные цифровые фильтры. 5. Сравнительный анализ цифровых фильтров различного типа.

Тема 5. Применение информационных технологий в теории сигналов

Устный опрос, примерные вопросы:

1. Функции обработки и моделирования сигналов в среде компьютерной математики MATLAB. 2. Моделирование и обработка сигналов в среде компьютерной математики MatCAD. 3. Моделирование и обработка сигналов в системах графического моделирования.

Тема . Итоговая форма контроля

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. Модуляция и демодуляция сигналов. Синхронное детектирование.
8. Узкополосные и широкополосные помехи. Белый шум и его частотные и статистические характеристики.
9. Основные положения теории преобразования сигналов в электрических системах.
10. Амплитудная характеристика четырехполюсника.
11. Импульсная характеристика линейной стационарной системы.
12. Комплексный частотный коэффициент передачи.

13. Избирательные цепи и фильтрация сигналов.
14. Цифровые сигналы. Основные положения.
15. Теорема Котельникова - Найквиста.
16. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Косинусное преобразование Фурье.
17. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.
18. Теория z-преобразования.
19. Цифровая обработка сигналов. Основные положения.
20. Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров.
21. Нерекурсивные цифровые фильтры.
22. Рекурсивные цифровые фильтры.
23. Сравнительный анализ цифровых фильтров различного типа.
24. Модуляция цифровых сигналов и характеристики модулированных сигналов.
25. Основные современные способы модуляции цифровых сигналов (типы цифровой манипуляции).
26. Типы цифровой манипуляции с повышенными требованиями к характеристикам модулированного сигнала.
27. Цифровой спектральный анализ. Непараметрические методы спектрального анализа и эффект растекания спектра.
28. Параметрические методы спектрального анализа
29. Понятие вейвлета. Использование теории вейвлетов для спектрального оценивания.
30. Применение вейвлетов для цифровой фильтрации.
31. Статистическая обработка временных рядов.
32. Корреляционный анализ сигналов.
33. Цифровое кодирование сигналов. Методы кодирования.
34. Избыточное кодирование и корректирующие коды.
35. Функции обработки и моделирования сигналов в прикладных программных пакетах.
36. Моделирование и обработка сигналов в системах графического моделирования.

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:

Единое окно доступа к образовательным ресурсам электронной библиотеки - <http://window.edu.ru>

Научная электронная библиотека книг и журналов - <http://www.elibrary.ru>

Научно-технический периодический журнал - <http://cta.ru>

Научно-технический периодический журнал "Современная электроника" - <http://se.ru>

Русскоязычный электронный ресурс Microsoft Developer Network - <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/>

Техническая библиотека - <http://www.techlibrary.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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.

Программное обеспечение персональных компьютеров:

Micrsft Windws 7

Micrsft Office 2010

Micrsft Visual Studi 2010

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Информационные процессы и системы .

Автор(ы):

Ишмуратов Р.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Карпов А.В. _____

"__" _____ 201__ г.