

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**  
Теория оптимального приема БЗ.В.7

Направление подготовки: 011800.62 - Радиоп физика

Профиль подготовки: Радиоп физические измерения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Насыров И.А.

**Рецензент(ы):**

Нугманов И.С.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6164314

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) доцент, к.н. (доцент) Насыров И.А. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем , Igor.Nasyrov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение современной теории моделей сигналов, применяемых в радиофизике; освоение алгоритмов формирования и обработки сигналов; анализ сигналов, которые получили широкое распространение в информационных системах.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.7 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина базируется на материалах блока математики (Б2) и дисциплин: основы радиоэлектроники (Б3.Б.11), радиофизика и электроника ( спецпрактикум по радиофизике) (Б3.В.4) ООП бакалавриата по направлению 011800 "Радиофизика".

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

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	-способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике профессиональные навыки

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия электричества и магнетизма, физики колебаний и волн, основы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, векторного анализа, функционального анализа, основные численные методы и методы математического моделирования сигналов, современные информационные технологии.

2. должен уметь:

применять математические модели для описания сигналов с целью их формирования на практике; анализировать сигналы, оценивать потенциальные возможности сигналов при их целевом использовании в радиосистемах различного назначения.

3. должен владеть:

математическим аппаратом для самостоятельной разработки новых моделей сигналов и выборе процедур оптимальной обработки сигналов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных 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 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.	8	1-2	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ, Классификация сигналов.	8	3-6	2	0	2	устный опрос
3.	Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА. Линейное пространство.	8	7-10	2	0	4	устный опрос
4.	Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	8	11-14	4	0	4	устный опрос
5.	Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА	8	1-8	4	0	4	домашнее задание

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	8	9-12	4	0	2	домашнее задание
7.	Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА	8	13-16	0	0	2	коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			18	0	18	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

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

### Тема 2. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ, Классификация сигналов.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Типовые модели сигналов: гармоническое колебание, гауссов импульс, прямоугольный импульс, функция Хэвисайда, дельта-функция Дирака. Модели порождающих функций для обобщенных функций. Модели порождающих функций для обобщенных функций.

#### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Модулированные сигналы. Виды модуляции: АМ, ФМ, ЧМ, АИМ, ВИМ (ФИМ), ЧИМ, ШИМ (ДИМ), многоступенчатая модуляция. Формирование модулированных сигналов.

### Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА. Линейное пространство.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Метрика, норма, скалярное произведение. Примеры приложения к сигналам. Гильбертово пространство. Описание сигнала в пространстве состояний.

#### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Фильтр, формирующий сигнал.

### Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

#### *лекционное занятие (4 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. Их связь. Связь дискретных и непрерывных функций времени.

#### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Амплитудный и фазовый спектры сигнала. Явление Гиббса. Ряд Котельникова. Ряд Уолша. Его разновидности. Способы формирования

### Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА

#### *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. Формирование сигнала преобразованного по Гильберту.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Примеры формирования и обработки сигнала: стробоскопическое осциллографирование, однополосная модуляция, демодуляция АИМ сигнала.

**Тема 6. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Комплексный сигнал. Аналитический сигнал. Огибающая и мгновенная частота сигнала. Комплексная огибающая. База сигнала. Простые и сложные (широкополосные) сигналы. Сигнал с минимальной базой.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Числовые параметры сигнала. Определение параметров через моменты энергетических характеристик.

**Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА**

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Взаимная корреляционная функция. Функция неопределенности Вудворда.

**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.	8	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ, Классификация сигналов.	8	3-6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА. Линейное пространство.	8	7-10	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	8	11-14	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА	8	1-8	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
6.	Тема 6. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ	8	9-12	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
7.	Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА	8	13-16	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				36	

## 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.

устный опрос , примерные вопросы:

указать противоречия в требованиях

### Тема 2. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ, Классификация сигналов.

устный опрос , примерные вопросы:

Сформулировать критерии классификации. Общие свойства модуляции. Особенности конкретных видов модуляции.

### Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА. Линейное пространство.

устный опрос , примерные вопросы:

Аксиомы действительного и комплексного пространств

### Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

устный опрос , примерные вопросы:

Конкретные ряды и их геометрическая трактовка. Связь дискретных и непрерывных функций времени.

### Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА

домашнее задание , примерные вопросы:

Амплитудные и фазовые спектры конкретных сигналов. Спектры окон. Спектры вейвлет-функций. Использование преобразования Гильберта для формирования однополосного сигнала.

### Тема 6. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ

домашнее задание , примерные вопросы:

Комплексная огибающая конкретного широкополосного сигнала

### Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА

коллоквиум , примерные вопросы:

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.

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Контроль успеваемости проводится при выполнении практических работ. Итоговый контроль успеваемости и знаний проводится во время зачета.

## **Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.**

устный опрос , примерные вопросы:

указать противоречия в требованиях

## **Тема 2. СИГНАЛ КАК ФУНКЦИЯ ВРЕМЕНИ, Классификация сигналов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Сформулировать критерии классификации. Общие свойства модуляции. Особенности конкретных видов модуляции.

## **Тема 3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА. Линейное пространство.**

устный опрос , примерные вопросы:

Аксиомы действительного и комплексного пространств

## **Тема 4. СИГНАЛ КАК ВЕКТОР В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

устный опрос , примерные вопросы:

Конкретные ряды и их геометрическая трактовка. Связь дискретных и непрерывных функций времени.

## **Тема 5. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛА**

домашнее задание , примерные вопросы:

Амплитудные и фазовые спектры конкретных сигналов. Спектры окон. Спектры вейвлет-функций. Использование преобразования Гильберта для формирования однополосного сигнала.

## **Тема 6. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ**

домашнее задание , примерные вопросы:

Комплексная огибающая конкретного широкополосного сигнала

## **Тема 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА**

коллоквиум , примерные вопросы:

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.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Контроль успеваемости проводится при выполнении практических работ. Итоговый контроль успеваемости и знаний проводится во время зачета.

### **7.1. Основная литература:**

1. Дегтярев, А. Н. Метод снижения уровня межканальных помех и межсимвольной интерференции в системах связи и передачи информации [Электронный ресурс] / А. Н. Дегтярев // Сборник научных работ Академии ✦ Вейскови-Морских Сил ✦ мен ✦ П. С. Нах ✦ мова. - Вып. ✦ 4 (16) 2013. - с. 67- 78. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=499304>
2. Многоканальные телекоммуникационные системы. Ч.1. Принципы построения телеком. систем с времен. раздел. каналов: Уч. пос. / А.Б.Тищенко. - М.:ИЦ РИОР:НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 104 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=371411>
3. Панин В. В. Основы теории информации: учеб. пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012 <http://e.lanbook.com/view/book/4427/>
4. Моделирование системы защиты информации: Практикум: Учебное пособие / Е.К.Баранова, А.В.Бабаш - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 120 с.: 60x88 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавр.). (о) ISBN 978-5-369-01379-3, 200 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=476047>



5. Основы теории информации: Учебное пособие / А.М. Маскаева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 96 с.: 70x100 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91134-825-0, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=429571>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. А.Б.Сергиенко. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника". СПб: Питер, 2006. 750с.
2. Сидельников В.М. Теория кодирования. М.:Физматлит. - 2008 г. , 324 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2311/>
3. Теория информации : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 230200 "Информационные системы" / Б. Д. Кудряшов .? Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2009 .? 314 с. : ил., табл. ; 24 .? (Учебник для вузов) (Допущено Учебно-методическим объединением) .? на 4-й с. обл. авт.: Кудряшов Б.Д. - д.т.н., проф. ? На обл. в подзаг.: кодирование дискретных источников, кодирование информ. для передачи по каналу с шумом, кодирование с заданным критерием качества .? Библиогр.: с. 304-307 (60 назв.) .? Предм. указ.: с. 308-314 .? ISBN 978-5-388-00178-8 (в пер.) , 3000.
4. Защита информации: Учебное пособие / А.П. Жук, Е.П. Жук, О.М. Лепешкин, А.И. Тимошкин. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 392 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат; Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-369-01378-6, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=474838>

## 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 "Теория оптимального приема" 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.

### Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические измерения .

Автор(ы):

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Нугманов И.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.