

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

А.Н. Тараканов, А.Л. Приоров

СИГНАЛЫ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Лабораторный практикум

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по специальности
Радиофизика и электроника*

Ярославль 2007

УДК 621.391
ББК 3 841-01 я 73
Т 19

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2007 года*

Рецензенты:

научно-производственное предприятие
«Ярославское конструкторское бюро радиоприборов»;
кандидат физико-математических наук, доцент А.И. Чегодаев

Т 19

Тараканов, А.Н. Сигналы в радиотехнических и телекоммуникационных системах: Лабораторный практикум / А.Н. Тараканов, А.Л. Приоров; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – 108 с.

ISBN 978-5-8397-0562-3

Практикум включает в себя описание трех лабораторных работ, соответствующих программе дисциплины «Сигналы в радиотехнических и телекоммуникационных системах». По каждой работе приводятся теоретические сведения, необходимые для квалифицированного выполнения заданий, а также содержание и порядок выполнения работы с контрольными вопросами и списком литературы. Лабораторные занятия проводятся на персональном компьютере.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 013800 Радиофизика и электроника (дисциплина «Сигналы в РТС», блок ДС), очной и заочной форм обучения.

Рис. 44. Табл. 9. Библиогр.: 15 назв.

УДК 621.391
ББК 3 841-01 я 73

ISBN 978-5-8397-0562-3

© Ярославский государственный
университет, 2007

© Тараканов А.Н., Приоров А.Л., 2007

Введение

Предлагаемый практикум является пособием для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Сигналы в радиотехнических и телекоммуникационных системах» для студентов, обучающихся по специальности «Радиофизика и электроника». Он также может быть полезен при изучении соответствующих дисциплин студентами направления Телекоммуникации и специальности Радиотехника.

В тексте, относящемся к каждой лабораторной работе, имеется указание цели выполняемой работы, приведены теоретические сведения, определено содержание и порядок выполнения работы, приведен список контрольных вопросов и список литературы для углубленного изучения отдельных вопросов, затрагиваемых в теоретической части.

Лабораторные занятия проводятся на персональных ЭВМ. Предлагаемое для выполнения работ программное обеспечение позволяет в простой и доступной форме изучить основные свойства сигналов, широко применяемых в современной радиоэлектронной и телекоммуникационной аппаратуре.

Помимо описания сигналов с помощью математических выражений, отражения специфики и особенностей таких сигналов, их временных и спектральных характеристик, рассмотрены вопросы помехоустойчивости, определения ширины полосы частот, занимаемой сигналами, а также вопросы их формирования.

Перед началом выполнения каждой лабораторной работы рекомендуется произвести сброс всех параметров программы путем выбора соответствующего пункта меню программы.

Материал пособия также может быть использован при выполнении студентами соответствующих специальностей курсовых и дипломных проектов.

Авторы благодарны доценту кафедры динамики электронных систем ЯрГУ В.И. Ярмоленко за предоставленные материалы и редакционно-издательскому отделу ЯрГУ за помощь в оформлении пособия.

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

Цель работы: изучение характеристик сигналов с амплитудной, угловой и внутриимпульсной модуляцией.

Теория

Сигналы, поступающие из источника сообщений (микрофон, передающая телевизионная камера, датчик телеметрической системы), как правило, не могут быть непосредственно переданы по радиоканалу. Дело не только в том, что эти сигналы недостаточно велики по амплитуде. Гораздо существеннее их относительная *низкочастотность*. Чтобы осуществить эффективную передачу сигналов в какой-либо среде, необходимо перенести спектр этих сигналов из низкочастотной области в область достаточно высоких частот. Данная процедура получила в радиотехнике название *модуляции*.

1.1. Сигналы с амплитудной модуляцией

Прежде чем изучать этот простейший вид модулированных сигналов, рассмотрим кратко некоторые вопросы, касающиеся принципов модуляции любого вида.

Понятие несущего колебания. Идея способа, позволяющего переносить спектр сигнала в область высоких частот, заключается в следующем. Прежде всего, в передатчике формируется вспомогательный высокочастотный сигнал, называемый *несущим колебанием*. Его математическая модель $u_{\text{нес}}(t) = f(t; a_1, a_2, \dots, a_m)$ такова, что имеется некоторая совокупность параметров a_1, a_2, \dots, a_m , определяющих форму этого колебания. Пусть $s(t)$ – низкочастотное сообщение, подлежащее передаче по радиоканалу. Если, по крайней мере, один из указанных параметров изменяется во времени пропорционально передаваемому сообщению, то несущее колебание приобретает новое свойство – оно несет в себе информацию, которая первоначально была заключена в сигнале $s(t)$.

Физический процесс управления параметрами несущего колебания и является модуляцией.

В радиотехнике широкое распространение получили системы модуляции, использующие в качестве несущего простое гармоническое колебание, имеющее три свободных параметра U , ω и φ .

$$u_{\text{нес}}(t) = U \cos(\omega t + \varphi). \quad (1)$$

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа № 1	
Исследование модулированных сигналов	4
Лабораторная работа № 2	
Исследование сигналов фазовой телеграфии	33
Лабораторная работа № 3	
Изучение относительной фазовой телеграфии	71
Использованная литература	106