

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей физики

**Исследование спектральных характеристик
периодических сигналов**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

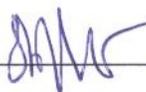
студентки 2 курса 251 группы

направления 03.04.02 «Физика»

физического факультета

Бородиной Надежды Александровны

Научный руководитель,
д. т. н., профессор

 31.05.2018 А.Л. Хвалин

Зав. кафедрой,
д. ф.-м. н., профессор

 31.05.2018 А.А.Игнатъев

Саратов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Кроме естественного представления сигналов во временной области в анализе сигналов и систем широко используется частотное представление. Задачу представления сигналов в частотной области называют также спектральным анализом, гармоническим анализом, частотным анализом, или Фурье-анализом. Многие физические процессы описываются в виде суммы индивидуальных частотных составляющих. Понятие спектра широко используется в представлении звуков, радио и телевидении, в физике света, в обработке любых сигналов независимо от физической природы их возникновения. На нем базируется исключительно эффективный и очень простой в использовании частотный метод анализа линейных систем.

Спектральный анализ основывается на классических рядах Фурье и преобразовании Фурье. Ряды Фурье используются для периодических сигналов и сигналов, заданных на конечном интервале времени $t_1 \leq t \leq t_2$. В последнем случае сигнал может быть периодически продолжен с периодом $T \geq t_2 - t_1$.

Преобразование Фурье применяется для непериодических сигналов, заданных на всей временной оси $-\infty \leq t \leq \infty$.

Основная задача спектрального анализа заключается в определении частотного спектра сигнала (функции). Любой сигнал может быть представлен своим частотным спектром.

Цель работы. Целью настоящей работы являлось изучение и исследование спектрального состава некоторых сложных периодических функций при амплитудной и частотной (фазовой) модуляции гармонического сигнала.

Научная новизна. Для исследования спектров периодически повторяющихся импульсов и непрерывных сигналов на базе кафедры общей физики было принято решение модернизировать существующую экспериментальную установку с помощью генератора сигналов произвольной формы AM300 производства компании Rohde & Schwarz, который благодаря

своим характеристикам генерирует создаваемые цифровым способом сигналы почти без искажений.

Модернизированная экспериментальная установка призвана улучшить показатели получаемых результатов и получить возможность управления генератором с помощью персонального компьютера, что повысит навыки будущих выпускников в работе с современным оборудованием.

Актуальность проблемы. В настоящее время, когда развитие технологической сферы всё активнее набирает обороты, для обучения будущих специалистов просто необходима соответствующая база. Именно этим и обусловлена актуальность темы данной выпускной квалификационной магистерской работы.

Практическая значимость работы заключается в том, что проведенные исследования могут стать основой составления новой лабораторной работы для студентов.

Структура и объем выпускной квалификационной магистерской работы. Выпускная квалификационная магистерская работа состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованных источников.

Работа изложена на 40 страницах, в том числе 31 страница в основном тексте, включая 16 рисунков. В списке использованной литературы 21 источник.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе рассмотрено разложение периодических сигналов с помощью рядов Фурье в тригонометрической и комплексной формах. Представив периодический сигнал как ряд комплексных экспонент, отстоящих друг от друга на частоту $\Delta\omega = \frac{2\pi}{T}$ рад/с, где T - период повторения сигнала, можно рассматривать сигнал в виде ряда комплексных гармоник как комплексный спектр сигнала, который может быть разделен на амплитудный и фазовый спектры периодического сигнала.

Во втором разделе получено аналитическое выражение для спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов, как одного из важнейших сигналов, используемого на практике. Рассмотрены свойства огибающей спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов, широтно-импульсная модуляция с расчетами параметров и амплитудная модуляция.

В третьем разделе описан этап модернизации экспериментальной лабораторной установки с помощью генератора сигналов произвольной формы AM300 производства компании Rohde & Schwarz, основные характеристики генератора AM 300 и принцип работы установки. Построена в ходе эксперимента математическая модель периодической последовательности прямоугольных импульсов амплитуды $A = 2$, следующих с периодом $T = 4$ секунды и различной скважностью $Q_1 = 5$, $Q_2 = 2$, $Q_3 = 1,25$. Показаны осциллограммы исследуемых сигналов и их амплитудные спектры $|S(\omega_n)|$ с непрерывными огибающими $S(\omega)$ спектров. При заданных параметрах была получена спектральная картина, полностью соответствующая теоретическим расчетам и спектру, полученному при тех же параметрах при математическом моделировании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьев, Н. Н. Теория рядов /Н.Н. Воробьев. М.: Наука, 1979. - 325 с.
2. Каханер, Д., Моулер, К., Нэш, С. Численные методы и математическое обеспечение / Д. Каханер, К. Моулер, С. Нэш. М.: Мир, 1998. - 240 с.
3. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы /С.И. Баскаков. М.: Высшая школа, 2000. - 431 с.
4. Стрелков Н. О. Радиотехнические цепи и сигналы/Н.О. Стрелков. М.: МЭИ, 2016. - 136 с.
5. Folland, G.B. Fourier Analysis and its Applications Belmont /G.B. Folland. Wadsworth& Brooks, 1992. - 254 с.
6. Бесов О.В. Тригонометрические ряды Фурье. Учебно-методическое пособие (для студентов 2-го курса) /О.В. Басов. М.: МФТИ, 2004. - 29 с.
7. Рабинер, Л., Гоулд, Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов/ Л.Рабинер, Б.Гоулд. М.:Мир, 1978.- 276 с.
8. Марпл, С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. -М.: Мир, 1990.-176 с.
9. Гольдберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н., Цифровая обработка сигналов.- М.: Радио и связь, 1990.-321 с.
10. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов.- М.: Мир, 1982.-342 с.
11. Ю. П. Гришин, В. П. Ипатов, Ю. М. Казаринов и др.; Под ред. Ю. М. Казаринова. Радиотехнические системы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника»— М.: Высш. шк., 1990. - 453 с.
12. Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Радиотехнические цепи и сигналы. СПб.: Питер, 2014.-186 с.
13. А. Б. Сергиенко Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер. 2002.
14. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения - М.: Мир, 1971.- 343 с.


28.05.2018