

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

Кафедра радиотехники и электродинамики
наименование кафедры

**Особенности дискретизации
временных радиофизических сигналов**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 2 курса 242 группы

направления 03.04.03 «Радиофизика»
код и наименование направления (специальности)
физического факультета
наименование факультета, института, колледжа

Обайда Хуссейна Хамида
фамилия, имя, отчество

Научный руководитель
доцент кафедры, к. ф.-м. н.

Гребенюк К.А.
должность, ученая степень, звание | подпись, дата | инициалы, фамилия

Консультант

должность, ученая степень, звание | подпись, дата | инициалы, фамилия

Зав.кафедрой

д.ф.-м. н., проф. Глухова О.Е.
должность, ученая степень, звание | подпись, дата | инициалы, фамилия

Саратов 2018

Введение

Цифровая обработка сигналов – очень важный и бурно развивающийся метод. Он получил широкое распространение благодаря развитию вычислительной техники. Однако, несмотря на современный уровень развития цифровой обработки сигналов, существует необходимость изучать различные эффекты дискретизации.

Целью данной работы является изучение особенностей спектров дискретного и дискретизованного сигнала с помощью методов радиофизики. Работа состоит из четырех частей. Первая часть посвящена обзору основных видов сигналов используемых в радиофизике. Во второй главе мной были описаны основные формы записи ряда Фурье, а также сделан обзор свойств преобразования Фурье на основе учебной литературы. В третьей главе рассмотрены свойства дельта-функции и Ш-функции.

Обычно при описании дискретизации в учебной литературе рассматривают случай, когда управляющая последовательность представляет собой последовательность дельта-импульсов. Однако на практике необходимо учитывать ширину дискретизирующих импульсов, чему посвящена четвертая глава.

1. Основные виды сигналов, используемые в радиофизике

«Сигнал - это физическая величина, которая содержит в себе определенную информацию»[2]. В первой главе мною проведен обзор основных видов сигналов, используемых в радиотехнике.

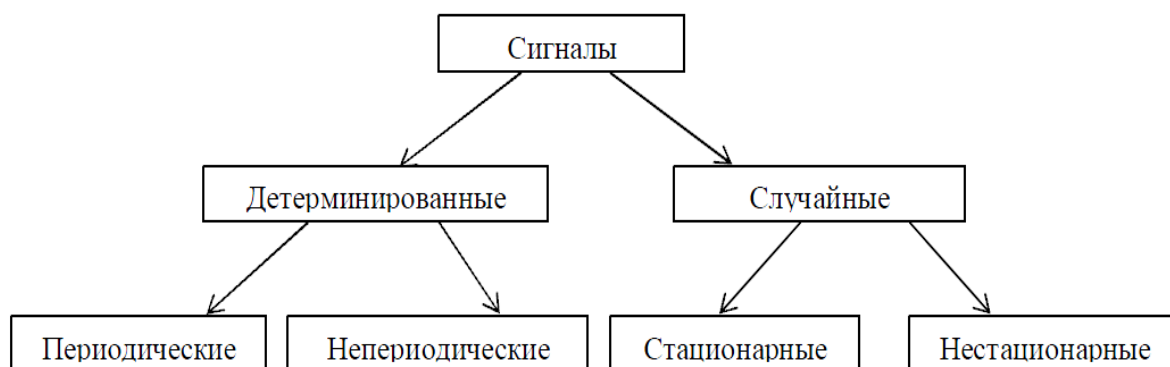


Рис. 1. Структура обобщенной классификации сигналов [16]

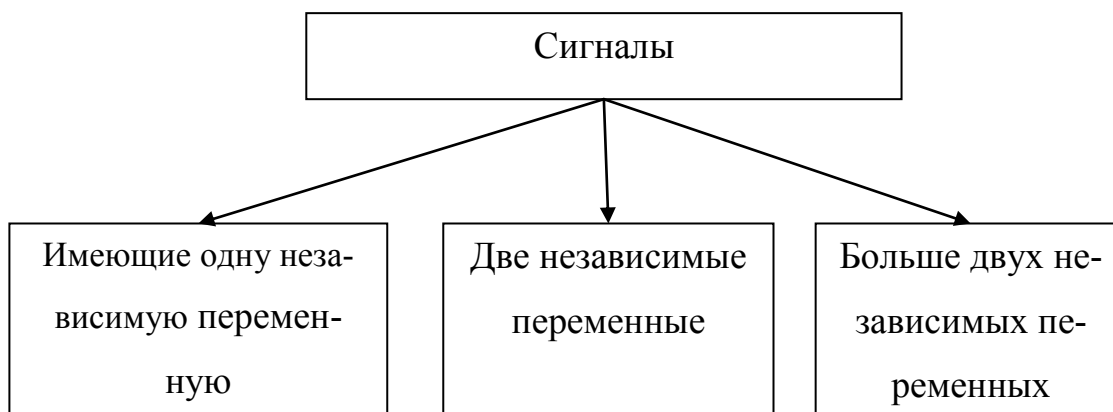


Рис. 2. Классификация сигналов по количеству независимых переменных.

С одной стороны, сигналы можно разделить на детерминированные и случайные. Детерминированные сигналы, в свою очередь, делятся на периодические и непериодические, а случайные – на стационарные и нестационарные.

С другой стороны, сигналы можно классифицировать по количеству независимых переменных (см. Рис. 2).

Также сигналы можно разделить на управляющие и на радиосигналы, а также на сигналы, описываемые четными и нечетными функциями.

Также сигналы делятся на аналоговые/континуальные, дискретные, квантованные и цифровые [1].

2. Основные инструменты анализа Фурье, используемые для описания радиофизических сигналов

На основе изучения источников [1,5,7,12,15] мною был проведен обзор основных форм записи ряда Фурье и основных свойств преобразования Фурье.

Мною были изучены источники[1,5,7,12,15] и на основе информации из них сделан обзор основных свойств преобразования Фурье. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты обзора свойств преобразования Фурье.

Свойство/источник	Гоноровский И.С. 1986. [1]	Хохлов А.В.2005 [15]	СагоЮ 2002. [5]	Hansen E.W. 2014.[12]	Bracewell R. N2000. [7]
Линейность (linearity, addition)	-	+	+	+	+
Подобие (similarity)	-	-	+	+	+
Сдвиг (Shift)	+	+	+	+	+

Таблица 2. Результаты обзора свойств преобразования Фурье.

Симметрия (symmetry)	-	-	-	+	-
Модуляция (modulation)	-	-	-	-	+
Свертка/спектр произведения (convolution)	+	+	-	+	+
Корреляция и автокорреляция (correlation and autocorrelation)	-	-	-	+	+
Дифференцирование (derivative)	+	+	-	+	+
Теорема Парсеваля (формула Рэлея)	-	+	+	+	-
Интегрирование (integral)	+	-	-	+	-
Момент (moment)	-	-	-	+	-
Масштабирование (scaling)	+	+	-	-	-
Конъюгация (conjugation)	-	-	-	-	-

3. Дельта-функция и ее свойства

Дельта-функцию относят к классу так называемых обобщенных функций, которые позволяют формально представить функциональные преобразования в удобном для анализа виде. Например, с помощью дельта-функций зачастую представляют дискретные отсчеты физических величин и спектральные функции не абсолютно интегрируемых функций[15]. Также стоит отметить, что представление сигнала в виде плотной последовательности дельта-функций может быть весьма полезно при построении характеристик радиоэлектронных цепей и систем[15].

В данной главе мною были рассмотрены основные свойства дельта-функции.

4. Особенности спектров дискретного и дискретизованного сигналов

В радиотехнике процесс дискретизации можно представить таким образом: аналоговый сигнал $s_A(t)$ пропускается через электронный ключ, который замыкается на время τ с периодом Δt , в результате чего на выходе получается дискретный сигнал $s_D(t)$. Этот ключ управляется последовательностью импульсов, которая называется функцией выборки $s_0(t)$.

Обычно в учебниках рассматривают случай, когда управляющая последовательность представляет собой последовательность дельта-импульсов. Этот случай мы рассматриваем в разделе 4.1. Однако на практике, как правило, нужно учитывать ширину дискретизирующих импульсов. В разделе 4.2 мы рассмотрим влияние ширины дискретизирующих импульсов на спектр получаемого дискретизованного сигнала. При выводах формул в разделах 4.1

и 4.2 использовалась информация из учебников[1,2,15],а также материалы с занятий, проведенных научным руководителем данной работы.

Формула связи спектров дискретного и аналогового сигналов, полученная в пункте 4.1:

$$S_D(u) = \frac{1}{\Delta t} \sum_{k=-\infty}^{\infty} S_A\left(u - \frac{k}{\Delta t}\right).$$

Формула связи спектров дискретизованного и аналогового сигналов, учитывающая ширину дискретизирующих импульсов, полученная в пункте 4.2:

$$S_{D\tau}(u) = \frac{\tau}{\Delta t} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left[\text{sinc}\left(\frac{\pi n \tau}{\Delta t}\right) \cdot S_A(u - n f) \right].$$

Заключение

Целью данной работы было осуществление вывода формул для спектров дискретного и дискретизованного сигналов. Для этого сначала в первой части работы были рассмотрены основные виды сигналов, используемые в радиофизике, во второй части были рассмотрены основные свойства преобразования Фурье, в третьей части были рассмотрены свойства дельта-функции и Ш-функции.

В ходе этой работы мной были изучены основные термины (на русском и английском языках), связанные с использованием преобразования Фурье и дельта-функции для описания радиотехнических сигналов. Также был проведен сравнительный обзор свойств преобразования Фурье, используемых в современных учебниках по описанию и обработке сигналов. Результаты обзора представлены в виде таблицы. В четвертой главе работы был осуществлен вывод формулы связи спектров дискретизованного и аналогового временных сигналов, учитывающей конечную ширину дискретизирующих импульсов.

Список использованной литературы

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1986. - 512 с.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2002. - 608 с.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. – М.: Высш. Школа, 1983. – 536 с.
4. Goodman J.W. Introduction to Fourier Optics. - New York: McGrawHill, 1996. - 441 с.
5. Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов / Юкио Сато: пер. с яп. Селиной Т.Г., М.: Додэка - XXI, 2010 – 176 с.
6. Herman R. L. An introduction to Fourier analysis. – Boca Raton: CRC Press, 2017. – 385 с.
7. Bracewell R. N. The Fourier transformation and its applications. - New York: McGrawHill, 2000. - 616 с.
8. Smith S. W. The scientist and engineer guide to digital signal processing. - San Diego: California Technical Publishing, 1999. – 650 с.
9. Osgood. B. Lecture Notes for EE 261 The Fourier Transform and its Applications, Stanford University, 422 с.
10. Квайз М.А. Математические методы в Фурье-анализе. Эр-Рияд, 1997. 159с.
11. Дахнович А.А. Радиотехнические цепи и сигналы Тамбов: ТГТУ, 2009. — 176 с.
12. Hansen E.W. Fourier transforms. Principles and applications. John Wiley & Sons Inc., Hoboken. 2014, 755 с.
13. Vetterli M., Kovacevic J., Goyal V.K. Foundations of Signal Processing CambridgeUniversityPress. 2014, 715 с.

14. Гребенюк К.А. Использование Ш-функции при описании дискретизации радиотехнических сигналов // Материалы Всероссийской науч. конф. «Проблемы критических ситуаций в точной механике и управлении». – Саратов: ООО Издательский Центр «Наука», 2013. – С. 337-341.
15. Солонина А. И., Улахович Д. А., Арбузов С. М., Соловьева Е. Б. Основы цифровой обработки сигналов. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005, 768 с.
16. Патюков В.Г., Патюков Е.В., Кашкин В.Б. – Красноярск.: Радиотехнические цепи и сигналы, СФУ, 2007, 200 с.
17. Зубарев Ю.Б., Витязев В.В., Дворкович В.П. Цифровая обработка сигналов – информатика реального времени