

# МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В MATLAB

проф., к.т.н. Солонина А. И., асп., асс. Клионский Д. М.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
(СПбГУТ)

Тенденции в направлениях Инфокоммуникационные технологии и системы связи (210700) и Радиотехника (210400) связаны с повсеместным распространением методов цифровой обработки сигналов (ЦОС).

В базовую часть нового учебного плана бакалавров включена обязательная дисциплина «Цифровая обработка сигналов», в которой изучаются основы теории и технологии компьютерного моделирования ЦОС.

На кафедре ЦОС Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича разрабатывается новое учебное пособие, предназначенное для изучения базовой теории ЦОС на основе компьютерного моделирования и одновременно средств компьютерного моделирования.

В настоящее время к общепризнанным мировым универсальным стандартам в области компьютерных технологий относится система (программная среда) MATLAB, на которую ориентировано моделирование базовых методов и алгоритмов ЦОС при изучении дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

Учебное пособие содержит две части:

I. Основы моделирования в MATLAB, включая:

1. Знакомство с MATLAB. Основные объекты языка MATLAB.
2. Матричная обработка данных.
3. Типы массивов.
4. Средства построения графиков.
5. Режим программирования: script-файлы и function-файлы.
6. Режим программирования: организация разветвлений и циклов.
7. Типовые численные методы.

II. Моделирование ЦОС в MATLAB, включая:

1. Дискретные сигналы.
2. Линейные дискретные системы.
3. Дискретное преобразование Фурье (две части).
4. Синтез КИХ-фильтров методом окон (программные средства).
5. Синтез КИХ-фильтров методом чебышевской аппроксимации (программные средства).
6. Синтез БИХ-фильтров методом билинейного Z-преобразования (программные средства).
7. Синтез КИХ- и БИХ-фильтров средствами GUI FDATool.
8. Моделирование структур КИХ- и БИХ-фильтров с фиксированной точкой средствами GUI FDATool.
9. Спектральный анализ: непараметрические методы (программные средства).
10. Спектральный анализ: параметрические методы (программные средства).
11. Спектральный анализ средствами GUI SPTool.
12. Многоскоростная обработка сигналов (программные средства).
13. Основы вейвлет-преобразования сигналов.

Первая часть учебного пособия включена в помощь начинающим и содержит краткую справку по соответствующему разделу и задание на лабораторную работу для освоения навыками работы в MATLAB.

Вторая часть учебного пособия предназначена для изучения ЦОС на основе моделирования в MATLAB.

Структурно все главы второй части организованы в виде лабораторных работ и включают в себя разделы:

- цель работы;
- краткая теоретическая справка;
- список литературы;
- содержание работы;
- задание на лабораторную работу;
- типовой script-файл для выполнения лабораторной работы;
- задание на самостоятельную работу (создание собственных function-файлов);

- отчет и контрольные вопросы.

К учебному пособию будет прилагаться CD-диск с созданными script- и function-файлами всех работ, необходимыми таблицами исходных данных и результатов.

В качестве примера рассматривается выполнение лабораторной работы по непараметрическому спектральному анализу.

Теоретическая справка, с которой необходимо студентам познакомиться до выполнения работы, содержит описание метода периодограмм, периодограмм Даньелла, Бартлетта, Уэлча, оценки СПМ Блэкмана—Тьюки и спектрограмм, а также средства MATLAB для их расчета. Приводятся основные параметры окон, влияющие на оценку СПМ, и качественные и количественные показатели для сравнения оценок СПМ.

Лабораторная работа выполняется на основе созданного script-файла (прилагаемого на CD-диске), и включают в себя следующие основные пункты:

1. Проверка информативности периодограммы в зависимости от уровня шума.
2. Проверка информативности периодограммы в зависимости от периода дискретизации по частоте.
3. Проверка оценки СПМ на асимптотическую несмещенность и состоятельность.
4. Моделирование случайной последовательности с требуемой АКФ.

Последующие оценки СПМ определяются для этой последовательности, которая предварительно фильтруется для удаления тренда.

5. Расчет периодограммы.
6. Расчет периодограммы Даньелла.
7. Расчет периодограммы Бартлетта.
8. Расчет периодограммы Уэлча.
9. Расчет оценки СПМ по методу Блэкмана—Тьюки.
10. Определение показателей качества оценок СПМ (СКО и добротностей).
11. Построение спектрограммы последовательности в виде суммы двух дискретных гармоник.

В докладе приводятся результаты выполнения данных пунктов.

В самостоятельном задании предлагается создать собственные function-файлы для расчета оценок СПМ различными непараметрическими методами с другими исходными данными для освоения программных средств MATLAB.

Отчет составляется в редакторе Word и содержит результаты выполнения каждого пункта задания, включая копируемые из окна **Command Window** результаты вычислений, созданные графики и ответы на поставленные вопросы. Тем самым студенты осваивают навыки оформления документов.

Защита лабораторной работы заключается в ответах на вопросы по представленному отчету, а также ответов на приводимые в заключении контрольные вопросы по основам теории спектрального анализа непараметрическими методами.

## Литература

1. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. — М.: Техносфера, 2006.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов, 3-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
3. Солонина А. И., С. М. Арбузов. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
4. Солонина А. И., Улахович Д. А., Арбузов С. М., Соловьева Е. Б. Основы цифровой обработки сигналов. 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.