

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ «ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И MATLAB»

к. т. н., проф. Солонина А. И.

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

Новое учебное пособие «Цифровая обработка сигналов и MATLAB» принято к изданию в издательстве «БХВ-Петербург». Предполагаемый срок издания — 2-й квартал 2013 года. Объем — 450 страниц. Авторы: Солонина А.И., Клионский Д.М., Меркучева Т.В., Перов С.Н.

Революция в области персональных компьютеров и компьютерных технологий, продолжающаяся по сей день, стремительно распространяется на область образовательных технологий. Это коснулось и традиционного для технических вузов подхода "лекция и лаборатория". Стилистически новую образовательную технологию можно свести к простой замене союза "и" дефисом — "лекция-лаборатория". Смысл же от этого радикально меняется: эффективность обучения существенно повышается, если теория осваивается в процессе самостоятельного исследования, возможности которого стали доступны с появлением персональных компьютеров.

Изучение цифровой обработки сигналов (ЦОС) во многих вузах фактически уже использует технологию "лекция-лаборатория". Новое учебное пособие — попытка авторов внести свой вклад в ее развитие. Многие важные аспекты и проблемы практического применения методов и алгоритмов ЦОС могут быть целостно восприняты и осмыслены только в процессе самостоятельного исследования посредством компьютерного моделирования.

Подобная технология изучения ЦОС представляется наиболее перспективной, т. к. она подготавливает студента к его дальнейшей работе. Характер работы инженера радикально изменился — его работа все больше сводится к компьютерному моделированию и проектированию, приемы которого успешно осваиваются современными студентами.

Прежде всего, необходимо выбрать компьютерную технологию для моделирования ЦОС, такую, которая будет востребована в профессиональной деятельности выпускника вуза.

В настоящее время к общепризнанным универсальным мировым стандартам в области компьютерных технологий относится программная среда (система) MATLAB, предназначенная для моделирования в самых разных областях науки и техники, в первую очередь, ЦОС.

Широкое распространение MATLAB обусловлено следующими основными достоинствами этой системы:

1. алгоритмическим языком "сверхвысокого" уровня за счет матричной обработки данных;
2. колоссальной библиотекой стандартных функций с возможностью ее расширения функциями, создаваемыми пользователем;
3. огромным разнообразием графических средств;
4. удобными средствами создания и отладки программ;
5. широким набором программных средств общего (ядро MATLAB) и специального назначения (пакеты расширения Toolbox);
6. наличием разнообразных средств GUI (Graphical User Interface — графический интерфейс пользователя) без использования алгоритмического языка в явном виде;
7. широким набором средств Simulink общего (ядро Simulink) и специального назначения для блочного моделирования динамических систем.

В качестве альтернативы MATLAB часто называют другой общепризнанный мировой стандарт в области компьютерных технологий — среду графического программирования LabVIEW с закрытым программным кодом и обширной библиотекой функциональных элементов, в том числе виртуальных измерительных приборов.

Действительно, широкий круг задач по моделированию ЦОС можно решать и в MATLAB, и в LabVIEW. Однако в вопросе о предпочтении, в первую очередь, необходимо учитывать назначение данных технологий, изначально задуманное разработчиками.

"Виртуальная лаборатория" LabVIEW ориентирована на разработку аппаратуры (hardware) и обеспечивает сопряжение "железа" (плат и модулей) с программной средой по стандартным интерфейсам и протоколам (TCP/IP, GPIB-488, RS-232 и др.). Это позволяет тестировать реальную систему или ее программную имитацию с помощью виртуальных приборов на реальных сигналах в условиях, приближенных к реальным.

"Матричная лаборатория" MATLAB ориентирована на создание программных продуктов (software) на основе математических моделей и содержит мощные средства для моделирования методов и алгоритмов ЦОС.

Поэтому технологии компьютерного моделирования в MATLAB и LabVIEW следует рассматривать, скорее, как дополняющие друг друга, а не конкурирующие. Так, при моделировании систем ЦОС с многообразием сложных математических преобразований — безусловное преимущество на стороне MATLAB, а при проверке функционирования данной системы на реальных сигналах — на стороне LabVIEW, интегрированной с программами (script-файлами) MATLAB. Моделирование в LabVIEW максимально приближено к физическому макетированию — необходимому этапу перед реализацией системы "в железе".

Для обеспечения базовой подготовки по ЦОС в новый учебный план бакалавров по направлениям "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (210700) и "Радиотехника" (210400) включена обязательная дисциплина "Цифровая обработка сигналов".

Современный уровень профессиональной подготовки бакалавров и магистров предполагает развитие обширной темы ЦОС в рамках вариативной части учебного плана.

Учебное пособие разработано для поддержки дисциплин ЦОС и посвящено изучению базовой теории ЦОС в процессе моделирования в MATLAB и одновременно — освоению средств моделирования, программных и GUI, для разработки программных продуктов (software).

Назначение учебного пособия определило его структуру.

Содержание книги включает 21 главу и тематически разделено на две части:

- I. Знакомство с MATLAB (6 глав).
- II. Моделирование цифровой обработки сигналов в MATLAB (15 глав).

Первая часть, посвященная освоению базовых средств языка MATLAB (ядра MATLAB), включена для облегчения работы начинающих пользователей, а для тех, кто с ними знаком, может рассматриваться как справочный материал.

Вторая часть охватывает все основные разделы базовой теории и компьютерного моделирования ЦОС.

В учебно-методических целях главы учебного пособия структурированы в виде лабораторных работ с типовыми разделами, включая:

- цель работы и теоретическую справку по изучаемой теме ЦОС;
- исходные данные, пункты задания, типовой script-файл (или описание GUI) для их выполнения и вопросы по результатам исследования;
- пункты для самостоятельного исследования на основе создаваемой пользователем внешней функции (function-файла);
- контрольные вопросы по изучаемой теме ЦОС.

Главы второй охватывают следующие базовые разделы ЦОС:

1. Дискретные сигналы.
2. Линейные дискретные системы (ЛДС).
3. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ), часть первая.
4. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ), часть вторая.
5. Синтез КИХ-фильтров методом окон.
6. Синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации.
7. Синтез БИХ-фильтров методом билинейного Z-преобразования.
8. Синтез цифровых фильтров в GUI FDATool и FilterBuilder.
9. Цифровые фильтры с фиксированной точкой.
10. Спектральный анализ: непараметрические методы.
11. Спектральный анализ: параметрические методы.
12. Спектральный анализ средствами GUI SPTool.
13. Многоскоростные системы ЦОС.
14. Моделирование полифазных структур многоскоростных систем средствами GUI FDATool и FilterBuilder.
15. Адаптивные фильтры.

В рамках рассматриваемой темы ЦОС теоретическая часть и соответствующие средства MATLAB осваиваются в процессе компьютерного моделирования на основе script-файла или описания GUI. Каждый пункт задания содержит вопросы, на которые должны быть даны ответы по результатам моделирования.

Все script-файлы хранятся на CD-диске, а их листинги с комментариями приводятся в тексте учебного пособия. Для запуска script-файлов можно использовать версии MATLAB, начиная с R2009b.

Для индивидуального исследования предусмотрено 30 вариантов исходных данных (таблицы для их заполнения с примерами также хранятся на CD-диске).

По результатам исследовательской работы составляется электронный отчет в виде документа Word.

Учебное пособие, в первую очередь, ориентировано на бакалавров, магистров, аспирантов и преподавателей вузов. Однако оно может быть полезно и для инженерно-технических специалистов, проявляющих интерес к области ЦОС. В этом случае пункты задания на лабораторную работу могут рассматриваться как примеры моделирования в MATLAB типовых методов и алгоритмов ЦОС.

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.