

Введение

Цифровая обработка сигналов (ЦОС, DSP — Digital signal processing) стала одной из самых мощных технологий, охвативших науку и технику в XXI веке. Революционные изменения уже коснулись широкого круга областей: коммуникации, медицинской техники, радиолокации и гидролокации, высококачественного воспроизведения музыки, разведки нефтяных месторождений и многих других. В каждой из этих областей произошло глубокое проникновение технологий цифровой обработки сигналов, обеспечившее разработку собственных алгоритмов и специальных методов. Эта комбинация «ширины» и «глубины» проникновения цифровой обработки сигналов делает невозможным индивидуально овладеть всей технологией, которая уже разработана к настоящему времени. Изучение цифровой обработки сигналов включает в себя две задачи: усвоение основных принципов и изучение специализированных методов, которые необходимы для применения ЦОС в конкретных областях науки и техники.

Бурный прогресс вычислительной техники в последние десятилетия привел к широкому внедрению методов цифровой обработки информации практически во всех областях научных исследований и народнохозяйственной деятельности. ЦОС относится к одному из наиболее динамично развивающихся и перспективных направлений и имеет большое фундаментальное и прикладное значение в современной радиотехнике и смежных с нею областях. Ее возможности далеко не исчерпаны как в алгоритмическом, так и в техническом отношении. Это обусловлено созданием новых принципов цифровой обработки и интенсивным развитием элементной базы ЦОС: ростом степени интеграции, функциональной сложности и быстродействия цифровых специализированных процессоров. Методы и алгоритмы цифровой обработки «старые», как методы Ньютона и Гаусса, и «молодые», как компьютеры и специализированные интегральные схемы. Формулы классического численного анализа, такие как формулы для интерполяции, интегрирования и дифференцирования с поправкой на цифровизацию, безусловно, являются алгоритмами цифровой обработки, а наличие быстродействующих цифровых процессоров благоприятствует развитию все более сложных и рациональных алгоритмов обработки сигналов.

ЦОС представляет собой математику, алгоритмы и методы, используемые для обработки сигналов, после того как они были переведены в дискретную форму и, соответственно, выделяется из других областей знаний вычислительной техники уникальным типом данных, который она использует, — цифровые сигналы. История ЦОС начинается в 60-х годах XX века, когда появились первые цифровые компьютеры, но в то время они были дорогими и поэтому область применения ЦОС была весьма ограничена. Революция, произведенная персональными компьютерами в 80-х и 90-х годах XX века, расширила перечень приложений, использующих ЦОС. Кроме военных и правительственных нужд технология цифровой обработки сигналов широко начала применяться в бытовой сфере. ЦОС получила распространение в таких массовых приложениях, как мобильные телефоны, проигрыватели компакт-дисков и электронная речевая почта. Техническая революция привела к тому, что в настоящее время ЦОС является неотъемлемой дисциплиной, включенной в курс обучения для получения базового высшего технического образования. Сегодня технология цифровой обработки сигналов представлена базовыми знаниями, которые необходимы ученым и инженерам.

Курс ЦОС занимает одно из центральных мест среди дисциплин профессиональной подготовки не только специалистов в области цифровой связи, разработчиков и пользователей радиотехнических систем самого различного назначения, но и всех специалистов, в той или иной мере связанных с регистрацией, обращением, обработкой и использованием информационных данных самой различной природы — пользователей цифровых систем. Это определяется тем, что информация, наряду с материей и энергией, принадлежит к фундаментальным философским категориям естествознания и является одной из движущих сил современного развития науки, техники и человеческой цивилизации в целом. Но информация не относится к числу материальных объектов и не существует в явном физическом виде. В ЦОС носителями информации являются цифровые сигналы в любой форме их материального представления в пределах систем, вне которых понятия сигналов также не имеют смысла. Все это приводит к тому, что профессионально грамотная и эффективная регистрация информации, ее обработка, интерпретация и использование возможны только при хорошем знании методов и систем ЦОС.

В настоящее время имеется достаточно большое количество разнообразной литературы по предметной области ЦОС, особенностями данного пособия являются доступность изложения изучаемого материала, значительное количество иллюстраций и максимальная приближенность к структуре изучаемого курса.

Обучение методам и средствам ЦОС осуществляется в рамках дисциплины «Цифровая обработка сигналов». Она охватывает широкий круг теоретических вопросов, изучаемых на лекционных и групповых занятиях, а также в процессе самостоятельной работы обучающихся.

Настоящее учебное пособие представляет собой законченный труд, состоящий из 7 базовых глав, отражающих основную предметную область изучения цифровой обработки сигналов. Структура пособия максимально приближена к тематическому плану изучения дисциплины, а его наполнение отражает необходимый и достаточный теоретический материал в соответствии с программой дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

Главы 3, 6 и 7 написаны к.т.н, доцентом А.А. Афанасьевым, разделы 1.1–1.13, 1.15, 1.16, а также главы 2, 3, 4 и разделы 5.3, 5.4.1, 5.5.1–5.5.3, 5.5.5, 5.6, 6.1, 6.3.3–6.3.4 — к.т.н, доцентом А.А. Рыболовевым, глава 5 — к.т.н. А.П. Рыжковым, остальные разделы подготовлены авторами совместно.