

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Ю.А. БРЮХАНОВ

**ДИНАМИКА
ЦИФРОВЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ**

Издание второе, переработанное и дополненное

Учебное пособие

Ярославль 2005

УДК 621.37 (075.5)
ББК 3841-01я73
Б 89

Рецензенты:

кафедра радиофизики Воронежского государственного университета; доктор технических наук, профессор А.А. Ланнэ

Брюханов Ю.А. Динамика цифровых колебательных систем: учеб. пособие / Ю.А. Брюханов; Яросл. гос. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ярославль : ЯрГУ, 2005. – 153 с.
ISBN 5-8397-0405-9

Излагается теория цифровых колебательных систем первого и второго порядков. Приводится математический аппарат, основанный на теории одномерных точечных отображений. Рассматриваются линейные и нелинейные свободные колебания и колебания при постоянном и гармоническом входных воздействиях. Во 2-е издание включены новые разделы: «Свободные колебания в нелинейных рекурсивных системах второго порядка» и «Динамика рекурсивных систем первого порядка с учетом эффектов квантования». Результаты анализа иллюстрируются траекториями движений, бифуркационными и вероятностными диаграммами.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 01380 Радиофизика и электроника (дисциплина «Динамика цифровых колебательных систем», блок ДС).

Может использоваться студентами, обучающимися по направлениям подготовки дипломированных специалистов 654200 Радиотехника, 654400 Телекоммуникации и 653700 Приборостроение.

Ил. 100. Библиогр.: 21 назв.

УДК 621.37 (075.5)
ББК 3841-01я73

ISBN 5-8397-0405-9

© Ярославский
государственный
университет, 2005
© Брюханов Ю.А., 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

После выхода в свет первого издания прошло девять лет. Они отмечены новыми значительными результатами исследований в области динамики цифровых систем, особенно в нелинейной ее части. Эти достижения нашли свое отражение в данном издании, что обусловило существенное изменение общего плана и объема книги.

Широко используемая при изложении материала теория одномерных точечных отображений вынесена в самостоятельный первый раздел. Из содержания второго раздела (бывшего первого) исключено рассмотрение характеристики сумматора с насыщением, вместе с тем оно дополнено анализом колебаний в линейной и нелинейной рекурсивной системе первого порядка при постоянном входном воздействии.

Материал второго и третьего разделов в данном издании объединен в один третий раздел и подвергнут методической переработке с учетом опыта преподавания соответствующей учебной дисциплины. При этом исключен п.2.8, посвященный свободным колебаниям на границах зон бифуркационного портрета.

С учетом новых достижений в области нелинейной динамики цифровых систем в книгу включены новые четвертый и пятый разделы: «Свободные колебания в нелинейных рекурсивных системах второго порядка» и «Динамика рекурсивных систем первого порядка с учетом эффектов квантования». В первом из них содержится материал о колебательных процессах в автономных системах с двумя видами нелинейности сумматора: с насыщением и пилообразной. В пятом разделе изложены вопросы теории свободных колебаний и колебаний при постоянном входном воздействии в системах, использующих целочисленную арифметику с фиксированной запятой, прямым или обратным кодом, с округлением результатов сложения. Рассмотрено квантование с произвольным количеством уровней. Список литературы значительно изменен и дополнен новыми источниками.

Автор признателен всем высказавшим суждения, замечания и предложения по содержанию первого издания книги. Учет их способствовал повышению научного и методического уровня данного пособия.

г. Ярославль, 2005

Ю.А. Брюханов

ВВЕДЕНИЕ

Последнее десятилетие отмечено широким внедрением компьютерных технологий в системы передачи информации. Основу этих технологий составляют цифровые системы передачи сигналов и цифровые методы обработки сигналов. В настоящее время они составляют основу важнейших разработок в области физики, электроники и электротехники, в особенности в системах связи, радиолокации, контрольно-измерительных системах и системах автоматического управления.

Бурное развитие компьютерных технологий обусловлено несколькими причинами: высокая эффективность цифровых методов позволяет лучше обрабатывать и анализировать сигналы; при их применении проявляется большая гибкость и имеется все возрастающая возможность использования высокопроизводительных ЭВМ или быстродействующих специализированных цифровых вычислителей, стоимость которых постоянно снижается.

Основу устройств цифровой обработки сигналов составляют цифровые цепи, широкий класс которых можно отнести к числу колебательных систем дискретного времени. Теория колебаний непрерывных систем изложена в классической монографии А.А. Андропова, А.А. Витта и С.Э. Хайкина, а также в работах С.П. Стрелкова, В.В. Мигулина, В.И. Медведева, Е.Р. Мустель и В.Н. Парыгина. Классическая теория колебаний построена на базе теории дифференциальных уравнений.

Сегодня активно разрабатывается теория колебаний цифровых систем, включающая общие закономерности колебательных процессов в различных динамических системах дискретного времени. Разрабатываются эффективные методы анализа и расчета процессов, изучаются закономерности их протекания в реальных системах с использованием в каждом случае наиболее адекватных методов рассмотрения. При этом многообразие цифровых колебательных систем требует при изучении нахождения общих черт у различных систем и объединения их по наиболее характерным признакам в определенные классы и типы.

Как и аналоговые (непрерывные), цифровые системы можно классифицировать по их параметрам, выделяя системы с параметрами, не зависящими от их состояния (линейные системы с постоянными параметрами, линейные системы с параметрами, зависящими от времени, – параметрические), и с параметрами, зависящими от состояния системы (нелинейные системы), а также по условиям воздействия, разделяя системы на автономные и неавтономные.