

В.Н. МИТРОШИН, А.А. УЗЕНГЕР

**АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА СНК
В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ
СИГНАЛОВ И УПРАВЛЕНИЯ**

Учебное пособие

**Самара
Самарский государственный технический университет
2020**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автоматика и управление в технических системах»

В.Н. МИТРОШИН, А.А. УЗЕНГЕР

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА СНК В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ И УПРАВЛЕНИЯ

Учебное пособие

Самара
Самарский государственный технический университет
2020

Печатается по решению ученого совета СамГТУ (протокол № 8 от 28.03.2019 г.).

УДК 004.3:621.39(075.8)

ББК 32.973я73

М 673

Митрошин В.Н.

Аппаратные средства СнК в задачах цифровой обработки сигналов и управления: учеб. пособие / *В.Н. Митрошин, А.А. Узенгер.* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2020. – 119 с.

ISBN 978-5-7964-2262-5

Рассмотрены основные особенности построения однокристальных микроконтроллеров, цифровых сигнальных процессоров и систем на кристалле на примере разработок компании Microchip Technology Inc. Пособие содержит описание 32-разрядных универсальных СнК семейства PIC32MZ DA, составленное по оригинальным материалам компании Microchip.

Предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Микроконтроллеры и микропроцессоры в системах управления», а также специальные дисциплины, такие как «Технические средства автоматизации и управления», «Схемотехника цифровых устройств», «Вычислительные машины, системы и сети», входящие в содержание основной образовательной программы студентов высших технических заведений в соответствии с ГОС высшего профессионального образования, обучающихся по направлениям 27.03.03 «Системный анализ и управление» профиль «Системный анализ и управление», 27.03.04 «Управление в технических системах» профиль «Управление и информатика в технических системах», а также родственных специальностей.

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент *В.Г. Щетинин*,
д-р техн. наук, профессор *С.П. Орлов*

УДК 004.3:621.39(075.8)

ББК 32.973я73

М 673

ISBN 978-5-7964-2262-5

© В.Н. Митрошин, А.А. Узенгер, 2020

© Самарский государственный
технический университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	4
1. Цифровая обработка сигналов.....	6
1.1. Основные понятия и задачи ЦОС.....	6
1.2. Дискретное преобразование Фурье.....	10
1.3. Фильтры с импульсной характеристикой конечной длины.....	16
1.4. Фильтры с импульсной характеристикой бесконечной длины.....	21
1.5. Комплексные (квадратурные) сигналы.....	24
1.6. Дискретное преобразование Гильберта.....	29
1.7. Окна.....	32
1.8. Фильтр Калмана.....	34
2. Современные 32-разрядные СнК.....	39
2.1. Архитектуры MIPS32 и ARM.....	39
2.2. Семейство СнК PIC32MZ DA.....	42
2.3. Архитектура MIPS32 microAptiv.....	46
2.4. Аппаратные модули СнК PIC32MZ DA.....	54
3. Структура и компоненты лабораторного комплекса.....	71
3.1. Блок-схема лабораторного комплекса.....	71
3.2. Схема электрическая принципиальная лабораторного стенда.....	72
4. Лабораторные работы.....	77
Лабораторная работа № 1. Порты ввода/вывода.....	77
Лабораторная работа № 2. Работа с Web-интерфейсом прибора.....	85
Лабораторная работа № 3. Конфигурирование СнК.....	87
Лабораторная работа № 4. Интерфейс I2C. Датчик ускорения, EEPROM.....	94
Лабораторная работа № 5. Интерфейс SPI. АЦП, ЦАП.....	97
Лабораторная работа № 6. Проектирование КИХ-фильтра.....	101
Лабораторная работа № 7. Дискретное преобразование Фурье.....	106
Лабораторная работа № 8. Окна в задачах преобразования Фурье.....	109
Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам.....	111
Заключение.....	112
Список литературы.....	113
Приложение.....	115

Учебное издание

МИТРОШИН Владимир Николаевич

УЗЕНГЕР Алексей Андреевич

**Аппаратные средства СнК
в задачах цифровой обработки сигналов и управления**

Редактор *С.В. Фокина*

Компьютерная верстка *Е.А. Образцова*

Выпускающий редактор *Ю.А. Петропольская*

Подп. в печать 20.07.20

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная

Усл. п. л. 6,92. Уч.-изд. л. 6,75

Тираж 50 экз. Рег. № 100/20

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
443100, г. Самара, Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии
Самарского государственного технического университета
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8