

О.Я. Кравец, С.В. Тюрин

**МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ОСНОВЫ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Учебное пособие

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области прикладной
информатики в качестве учебного пособия для
студентов высших учебных заведений, обучающихся
по специальности и направлению и специальности
«Прикладная информатика»*

**Воронеж
Издательство «Научная книга»
2012**

УДК 378.147.31
ББК 74.580я731-6+74.261.2я731-6
К 77

Рецензенты:

Кафедра автоматизированных и вычислительных систем

Воронежского государственного технического университета (зав. кафедрой - Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор С.Л.Подвальный);

А.И.Соляник, доктор технических наук, профессор (Воронежский филиал академии стандартизации, метрологии и сертификации)

К 77 Кравец, О.Я. Микроэлектронные основы вычислительных систем: Учебное пособие/ О.Я. Кравец, С.В.Тюрин. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2012. – 208 с.

ISBN 978-5-98222-792-8

Издание ориентировано на специфику подготовки специалистов в области прикладной информатики, вычислительных машин. Материалы дают общую связную картину развития компьютерной техники и организации вычислительных систем - от возникновения до наших дней; стимулируют учебную работу студентов, их мышление и речь, развивают исследовательские способности.

Книга адресована преподавателям системы высшего профессионального образования, ориентированным на подготовку специалистов по направлениям «Прикладная информатика», «Бизнес-информатика», «Информатика и вычислительная техника», специальностям «Прикладная информатика», «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», и студентам, обучающимся по указанным направлениям и специальностям. Полезна эта книга будет преподавателям и студентам в системе среднего профессионального образования

УДК 378.147.31
ББК 74.580я731-6+74.261.2я731-6
К 77

ISBN 978-5-98222-792-8

© **О.Я.Кравец, С.В.Тюрин, 2012**

Содержание

Введение	6
Раздел I. Микроэлектроника как основа организации ЭВМ	7
1. Развитие микроэлектроники как основа смены поколений ЭВМ.....	7
1.1. Начальный этап развития вычислительной техники.....	7
1.2. Начало истории электронной вычислительной техники.....	9
1.3. Поколения ЭВМ.....	10
1.4. Персональные компьютеры.....	15
1.5. Классификация компьютеров.....	17
1.6. Выводы.....	19
2. Создание и развитие технологии изготовления транзисторов. Типы транзисторов и их классификация.....	21
2.1. Транзисторы как элементная база.....	21
2.1.1. Место транзистора в ЭВМ. Область применения.....	23
2.1.2. Перспективы использования транзисторов.....	25
2.1.3. Транзисторы будущего.....	29
2.2. Классификация, принцип работы и характеристики транзистора.....	32
2.2.1. Классификация транзисторов.....	32
2.2.2. Принцип работы биполярного транзистора.....	33
2.2.3. Характеристики транзистора.....	38
2.3. Технологии проектирования и производства транзисторов.....	41
2.3.1. Традиционный процесс производства из кремниевых пластин.....	42
2.3.2. Медные соединения.....	45
2.3.3. Технология SiGe.....	46
2.3.4. Кремний на изоляторе.....	46
2.3.5. Перовскиты.....	48
2.3.6. Распыление полупроводникового материала.....	48
2.3.6. Гетеропереходные транзисторы.....	49
2.4. Тенденции рынка транзисторов.....	51
2.5. Выводы.....	53
3. Создание и развитие технологии изготовления полевых и биполярных транзисторов.....	54
3.1. Назначение, основные характеристики и параметры полевых транзисторов.....	56
3.2. Состав полевых транзисторов (структура, компоненты, схемотехнические решения).....	57
3.2.1. Классификация полевых транзисторов.....	57
3.2.2. Миниатюризация полевых транзисторов.....	62
4. Технологии создания интегральных микросхем в период 1960-1980 гг. .	64
4.1. Место интегральных микросхем в вычислительных системах.....	64
4.2. Назначение, основные характеристики и параметры интегральных микросхем.....	68
4.2.1. Классификация ИС.....	71
4.2.2. Гибридные и полупроводниковые ИС.....	73
4.3. Увеличение степени интеграции в период 1960-1980 гг.....	76
4.4. Обзор рынка интегральных микросхем в период 1960-1980 гг.....	86

5. Технологии создания интегральных микросхем в период с 1980 г. по настоящее время.....	87
5.1. Развитие интегральных микросхем в период с 1980 г. по настоящее время. Нанотехнологии	87
5.2. Перспективы развития микроэлектроники в России	91
Контрольные вопросы к разделу I	95
Литература к разделу I	97
Раздел II. Элементная база ЭВМ.....	99
6. Реализация элементарных логических операций на транзисторах	99
6.1. Логические элементы	99
6.2. Основные типы логических элементов	99
6.2.1. Элемент И	99
6.2.2. Элемент ИЛИ	100
6.2.3. Элемент НЕ (инвертор)	100
6.2.4. Элемент И-НЕ	100
6.2.5. Элемент ИЛИ-НЕ	100
6.2.6. Элемент сложения по модулю 2	100
6.2.7. Комбинированные логические элементы	101
6.2.8. Универсальные логические элементы	101
6.3. Электрические принципиальные схемы логических элементов	101
6.4. Применение логических элементов	103
6.4.1. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)	103
6.4.2. Логические уровни ТТЛ микросхем	107
6.4.3. Семейства ТТЛ микросхем	108
6.4.4. ТТЛ элемент И-НЕ с простым инвертором	108
6.4.5. Схема ТТЛ со сложным инвертором	110
6.4.6. Логический элемент 2И-НЕ и его характеристики	112
7. Назначение, основные характеристики и параметры триггеров	119
7.1. Общая классификация триггеров	119
7.2. Аномальные состояния триггеров	121
7.3. Состав объекта	122
7.4. Принцип работы триггеров	123
7.4.1. Асинхронный RS-триггер	124
7.3.2. Синхронный RS-триггер	125
7.3.3. JK-триггер	126
7.3.4. D-триггеры	127
7.3.5. Одноконтактный синхронный D-триггер	128
7.3.6. T-триггер	128
7.3.7. Триггер с любым числом устойчивых состояний	130
7.5. Логическое функционирование триггеров	130
8. Регистры	133
8.1. Классификация регистров	133
8.1.1. Регистры хранения (памяти)	134
8.1.2. Регистры сдвига	134
8.1.3. Кольцевые счетчики	137
8.1.4. Генераторы чисел	138
8.2. Отечественные схемные реализации	139

9. Двоичные счетчики	153
9.1. Классификация счетчиков	154
9.2. Асинхронный (последовательный) счетчик	155
9.3. Синхронный (параллельный) счетчик.....	155
9.4. Счетчик с изменяемым направлением счета.....	158
10. Сумматоры.....	159
10.1. Сумматоры в ЭВМ и область их применения.....	159
10.2. Классификация и основные параметры сумматоров	160
10.3. Принцип работы, временные диаграммы, таблицы истинности сумматора.....	165
11. Шифраторы и дешифраторы.....	169
11.1. Место шифраторов и дешифраторов в ЭВМ и вычислительных системах	169
11.2. Назначение, основные характеристики и параметры шифраторов и дешифраторов.....	170
11.2.1. Дешифраторы	170
11.2.2. Шифраторы.....	174
11.3. Структуры шифраторов и дешифраторов	175
11.3.1. Структура дешифратора	175
11.3.2. Структура шифратора	176
11.4. Преобразователи кодов	177
11.4.1. Преобразование кода 8421 в код 2421.....	178
11.4.2. Преобразование кода 2421 в код 8421.....	179
11.4.3. Преобразователь для цифровой индикации	179
12. Мультиплексоры и демультиплексоры	184
12.1. Мультиплексоры	184
12.1.1. Место и роль мультиплексоров в ЭВМ и вычислительных системах.....	184
12.1.2. Назначение, основные характеристики и мультиплексоров... ..	184
12.1.3. Состав объекта.....	185
12.1.4. Особенности построения мультиплексоров на КМОП	187
12.1.5. Принцип (алгоритм) работы мультиплексора	189
12.1.6. Мультиплексор как универсальный логический элемент	191
12.1.7. Расширение разрядности мультиплексоров.....	192
12.1.8. Условные графические обозначения отечественных мультиплексоров и краткое описание	193
12.2. Демультиплексоры.....	198
12.2.1. Место демультиплексоров в вычислительных системах	198
12.2.2. Назначение, основные характеристики и параметры демультиплексоров	198
12.2.3. Состав объекта.....	198
12.2.4. Принцип (алгоритм) работы демультиплексора.....	201
12.2.5. Расширение разрядности демультиплексора	201
12.2.6. Условные графические обозначения отечественных демультиплексоров и их краткое описание	202
Контрольные вопросы к разделу II.....	204
Литература к разделу II.....	206