

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Общие вопросы проектирования.....	6
1.1. Обобщенная структура цифровой системы.....	6
1.2. Основные этапы проектирования цифровых систем.....	9
1.2.1. Общие положения.....	9
1.2.2. Концептуальное проектирование.....	10
1.2.3. Структурное проектирование.....	11
1.2.4. Функциональное проектирование.....	12
1.2.5. Логическое проектирование.....	12
1.2.6. Конструкторское проектирование.....	13
1.3. Программируемые логические интегральные схемы.....	13
1.3.1. Классификация программируемых логических интегральных схем.....	13
1.3.2. «Классические» PAL.....	18
1.3.3. Универсальные PAL.....	20
1.3.4. Сложные PLD.....	21
1.4. Особенности проектирования цифровых систем на ПЛИС.....	28
1.5. Выводы.....	30
1.6. Вопросы и задания.....	33
Список литературы.....	36
Глава 2. Проектирование на ПЛИС комбинационных схем.....	37
2.1. Анализ традиционных и характеристика предлагаемых методов синтеза комбинационных схем.....	37
2.1.1. Двухуровневый синтез.....	37
2.1.2. Многоуровневый синтез.....	39
2.1.3. Методы синтеза комбинационных схем на ПЛИС.....	40
2.1.4. Характеристика предлагаемых методов синтеза.....	42
2.2. Синтез одноуровневых комбинационных схем (метод M1).....	45
2.2.1. Синтез одноуровневых комбинационных схем на универсальных PAL.....	45
2.2.2. Синтез одноуровневых комбинационных схем на «классических» PAL.....	50
2.2.3. Синтез одноуровневых комбинационных схем на CPLD.....	51
2.3. Синтез одноуровневых комбинационных схем с использованием монтажного объединения выходов ПЛИС по ИЛИ (метод M2).....	51
2.3.1. Синтез одноуровневых комбинационных схем с использованием монтажного объединения выходов ПЛИС по ИЛИ на универсальных PAL.....	52

2.3.2. Синтез одноуровневых комбинационных схем с использованием монтажного объединения выходов ПЛИС по ИЛИ на «классических» PAL	56
2.3.3. Синтез одноуровневых комбинационных схем с использованием монтажного объединения выходов ПЛИС по ИЛИ на CPLD	56
2.4. Синтез двухуровневых комбинационных схем (метод М3)	58
2.4.1. Синтез двухуровневых комбинационных схем на универсальных PAL	58
2.4.2. Синтез двухуровневых комбинационных схем на «классических» PAL	62
2.4.3. Синтез двухуровневых комбинационных схем на CPLD	63
2.4.4. Синтез на ПЛИС двухуровневых комбинационных схем с одинаковым временем формирования значений каждой функции (метод М4)	64
2.5. Синтез многоуровневых комбинационных схем с использованием внутренних цепей обратных связей ПЛИС (метод М5).....	64
2.5.1. Синтез многоуровневых комбинационных схем с использованием внутренних цепей обратных связей ПЛИС на универсальных PAL	66
2.5.2. Синтез многоуровневых комбинационных схем с использованием внутренних цепей обратных связей ПЛИС на «классических» PAL	74
2.5.3. Синтез многоуровневых комбинационных схем с использованием внутренних цепей обратных связей ПЛИС на CPLD	75
2.6. Синтез многоуровневых комбинационных схем в случае нарушения ограничений на максимальный ранг конъюнкций (метод М6)	76
2.6.1. Синтез многоуровневых комбинационных схем в случае нарушения ограничений на максимальный ранг конъюнкций на универсальных PAL	76
2.6.2. Синтез многоуровневых комбинационных схем в случае нарушения ограничений на максимальный ранг конъюнкций на «классических» PAL	83
2.6.3. Синтез многоуровневых комбинационных схем в случае нарушения ограничений на максимальный ранг конъюнкций на CPLD.....	83
2.7. Верификация результатов синтеза комбинационных схем.....	84
2.8. Выбор метода синтеза комбинационных схем.....	85
2.9. Программная реализация и результаты экспериментальных исследований методов синтеза комбинационных схем на ПЛИС	89
2.9.1. Программная реализация рассмотренных методов синтеза комбинационных схем	89
2.9.2. Условия проведения экспериментальных исследований.....	90
2.9.3. Результаты экспериментальных исследований метода синтеза одноуровневых комбинационных схем с использованием монтажного объединения выходов ПЛИС по ИЛИ.....	92

2.9.4. Результаты экспериментальных исследований метода синтеза двухуровневых комбинационных схем	95
2.9.5. Результаты экспериментальных исследований метода синтеза многоуровневых комбинационных схем с использованием внутренних цепей обратных связей ПЛИС	96
2.10. Выводы	99
2.11. Вопросы и задания	102
Список литературы	106
Глава 3. Модели конечных автоматов при их реализации на ПЛИС	111
3.1. Общие положения	111
3.2. Классы конечных автоматов (основные структурные модели)	112
3.3. Совмещенные модели конечных автоматов	115
3.4. Модели конечных автоматов с буферизацией входных и/или выходных переменных	117
3.5. Сложность реализации моделей конечных автоматов	124
3.6. Временной анализ моделей конечных автоматов	132
3.6.1. Основные временные параметры ПЛИС	132
3.6.2. Начало функционирования автомата	133
3.6.3. Анализ временных диаграмм	133
3.6.4. Модели автоматов с защелками на входах	136
3.6.5. Использование моделей конечных автоматов в цифровых системах	136
3.6.6. Использование моделей конечных автоматов в последовательных цифровых системах	141
3.6.7. Использование моделей конечных автоматов в конвейерных цифровых системах	141
3.7. Выбор модели конечного автомата	142
3.8. Выводы	146
3.9. Вопросы и задания	148
Список литературы	152
Глава 4. Проектирование на ПЛИС конечных автоматов	153
4.1. Анализ традиционных и характеристика предлагаемых методов синтеза конечных автоматов	153
4.1.1. Общие положения	153
4.1.2. Классические методы синтеза конечных автоматов	154
4.1.3. Символьная минимизация (двухуровневый синтез)	156
4.1.4. Многоуровневый синтез	158
4.1.5. Другие методы синтеза конечных автоматов	159
4.1.6. Методы синтеза конечных автоматов на PLD	161
4.1.7. Характеристика предлагаемых методов синтеза конечных автоматов	161
4.2. Синтез быстрых конечных автоматов классов А и В (метод А1)	166
4.2.1. Метод синтеза быстрых конечных автоматов классов А и В на универсальных PAL	167

4.2.2. Метод синтеза быстрых конечных автоматов на «классических» PAL	173
4.2.3. Метод синтеза быстрых конечных автоматов на CPLD	173
4.2.4. Результаты экспериментальных исследований	176
4.3. Синтез сложных конечных автоматов классов А и В (метод А2).....	178
4.3.1. Общие положения	178
4.3.2. Общий алгоритм синтеза	178
4.3.3. Расщепление внутренних состояний	180
4.3.4. Кодирование внутренних состояний	181
4.3.5. Оценка результатов кодирования внутренних состояний	182
4.3.6. Результаты экспериментальных исследований	186
4.4. Использование выходных макроячеек ПЛИС в качестве элементов памяти конечных автоматов (синтез автоматов классов С и D).....	187
4.4.1. Общие положения метода синтеза конечных автоматов класса С (метод А3)	187
4.4.2. Синтез конечных автоматов класса С на универсальных PAL	188
4.4.3. Синтез конечных автоматов класса С на «классических» PAL	193
4.4.4. Синтез конечных автоматов класса С на CPLD	193
4.4.5. Синтез конечных автоматов класса D (метод А4).....	194
4.4.6. Ортогонализация строк матрицы W для кодирования внутренних состояний конечных автоматов классов С и D	200
4.4.7. Результаты экспериментальных исследований	202
4.5. Использование входных буферов ПЛИС в качестве элементов памяти конечных автоматов (синтез автоматов классов Е и F)	204
4.5.1. Общие положения методов синтеза конечных автоматов классов Е и F.....	204
4.5.2. Синтез конечных автоматов класса Е (метод А5)	205
4.5.3. Синтез конечных автоматов класса F (метод А6)	212
4.5.4. Результаты экспериментальных исследований	213
4.6. Синтез совмещенных моделей конечных автоматов	215
4.6.1. Общие положения метода синтеза совмещенных моделей конечных автоматов.....	216
4.6.2. Синтез совмещенной модели конечных автоматов класса ADE (метод А7)	216
4.6.3. Синтез совмещенных моделей конечных автоматов классов AD и AE (методы А8 и А9)	223
4.6.4. Синтез совмещенной модели конечных автоматов класса BF (метод А10)	223
4.6.5. Результаты экспериментальных исследований	223
4.7. Верификация результатов синтеза конечных автоматов	229

4.7.1. Общие положения	229
4.7.2. Построение эталонной последовательности тестовых векторов	229
4.7.3. Проверка функционирования синтезированного конечного автомата	234
4.7.4. Результаты экспериментальных исследований	238
4.8. Выбор методов синтеза конечных автоматов	238
4.9. Выводы	240
4.10. Вопросы и задания	242
Список литературы	248
Глава 5. Проектирование на ПЛИС устройств логического управления	253
5.1. Общие положения	253
5.1.1. Принципы микропрограммного управления	253
5.1.2. Граф-схемы алгоритмов	256
5.1.3. Синтез микропрограммных автоматов по граф-схемам алгоритмов	257
5.1.4. Анализ методов синтеза микропрограммных автоматов на PLD	262
5.1.5. Характеристика предлагаемых методов синтеза	268
5.2. Синтез МПА классов А – F	270
5.2.1. Синтез псевдоэквивалентных МПА классов А и В путем специальной разметки ГСА	270
5.2.2. Синтез МПА Мура класса С	272
5.2.3. Синтез МПА классов D – F	276
5.3. Синтез одноуровневых схем МПА с распределенной памятью	276
5.3.1. Структура одноуровневой схемы МПА с распределенной памятью	277
5.3.2. Синтез одноуровневой схемы с распределенной памятью МПА Мили	280
5.3.3. Синтез одноуровневой схемы с распределенной памятью МПА Мура	288
5.4. Синтез иерархических схем МПА	295
5.4.1. Синтез иерархических схем последовательных МПА	295
5.4.2. Реализация ГСА с повторяющимися фрагментами (синтез двухуровневых схем МПА)	305
5.4.3. Синтез иерархических схем параллельных МПА	307
5.5. Синтез специальных структур УЛУ	314
5.5.1. Синтез апериодических УЛУ с различным временем выполнения микрокоманд	314
5.5.2. Синтез апериодических УЛУ с потенциальными сигналами (различным временем выполнения микроопераций)	323
5.6. Выбор методов синтеза УЛУ	328
5.7. Верификация результатов синтеза МПА	329
5.8. Выводы	331
5.9. Вопросы и задания	334
Список литературы	338
Глава 6. Пакет ZUBR автоматизации логического проектирования цифровых систем на основе ПЛИС	341