

# СОДЕРЖАНИЕ



<b>Предисловие</b>	3
<b>Введение</b>	5
<b>Глава 1. Основные методы построения систем с обнаружением неисправностей</b>	8
1.1. Введение	8
1.2. Системы с обнаружением неисправностей	9
1.3. Рабочее диагностирование устройств	11
1.4. Основные коды с обнаружением ошибок	15
1.5. Основные выводы	22
1.6. Вопросы и упражнения	23
<b>Глава 2. Обнаружение ошибок в информационных векторах избыточными двоичными кодами</b>	24
2.1. Введение	24
2.2. Ошибки в информационных векторах и их виды	25
2.3. Свойства классов ошибок	31
2.3.1. Свойства классов ошибок в информационных векторах $(m, k)$ -кодов	31
2.3.2. Соотношения между числами ошибок в информационных векторах различных длин при фиксированном значении кратности ошибки	34
2.3.3. Соотношения между общим числом ошибок в информационных векторах	35
2.4. Показатели обнаружения ошибок избыточными кодами	37
2.5. Эксперименты с кодами с суммированием	39
2.5.1. Экспериментальная база	39
2.5.2. Экспериментальные исследования характеристик обнаружения ошибок кодами с суммированием	41
2.6. Основные выводы	42
2.7. Вопросы и упражнения	44
<b>Глава 3. Классические коды с суммированием в самопроверяемых цифровых системах</b>	46
3.1. Введение	46
3.2. Определение числа необнаруживаемых ошибок кодами с суммированием	47
3.3. Свойства обнаружения ошибок классическими кодами с суммированием	55
3.4. Синтез кодеров и тестеров классических кодов с суммированием	61
3.4.1. Тестеры и кодеры кодов с суммированием	61
3.4.2. Синтез кодеров кодов с суммированием	65
3.5. Экспериментальные результаты	74

3.6. Основные выводы	75
3.7. Вопросы и упражнения	76
<b>Глава 4. Модульные коды с суммированием в самопроверяемых цифровых системах</b>	77
4.1. Введение	77
4.2. Общие характеристики кодов с суммированием с произвольными модулями	78
4.3. Коды с суммированием с модулями-степенями числа «два»	89
4.3.1. Модульный код с суммированием со значением $M=2$	89
4.3.2. Модульный код с суммированием со значением $M=4$	93
4.3.3. Модульный код с суммированием со значением $M=8$	98
4.3.4. Модульный код с суммированием со значением $M=16$	102
4.4. Коды с суммированием с четными значениями модулей	103
4.4.1. Модульный код с суммированием со значением $M=6$	103
4.4.2. Модульный код с суммированием со значением $M=10$	108
4.4.3. Модульный код с суммированием со значением $M=12$	111
4.5. Коды с суммированием с нечетными значениями модулей	115
4.5.1. Модульный код с суммированием со значением $M=3$	115
4.5.2. Модульный код с суммированием со значением $M=5$	119
4.5.3. Модульный код с суммированием со значением $M=7$	123
4.5.4. Модульный код с суммированием со значением $M=9$	127
4.5.5. Модульный код с суммированием со значением $M=11$	130
4.6. Синтез кодеров модульных кодов с суммированием	133
4.7. Экспериментальные результаты использования модульных кодов с суммированием при синтезе схем встроенного контроля	138
4.8. Основные выводы	142
4.9. Вопросы и упражнения	143
<b>Глава 5. Модифицированные коды с суммированием единичных разрядов в самопроверяемых цифровых системах</b>	144
5.1. Введение	144
5.2. Построение модифицированных кодов Бергера	145
5.3. Характеристики обнаружения ошибок модифицированными кодами Бергера	151
5.4. Расширенные классы модифицированных кодов Бергера	163
5.4.1. Модифицированные коды Бергера с неполным множеством разрядов для подсчета веса	163
5.4.2. Модифицированные коды Бергера с двумя поправочными коэффициентами	170
5.5. Синтез кодеров модифицированных кодов Бергера	172
5.6. Экспериментальные результаты применения модифицированных кодов Бергера при синтезе схем встроенного контроля	174
5.7. Основные выводы	181
5.8. Вопросы и упражнения	182

<b>Глава 6. Модульно модифицированные коды с суммированием в самопроверяемых цифровых системах</b>	184
6.1. Введение	184
6.2. Разнообразие модифицированных кодов с суммированием с постоянным числом контрольных разрядов	185
6.3. Модифицированные коды с суммированием с модулями-степенями числа «два»	187
6.3.1. Модифицированный код с суммированием по модулю $M=2$	187
6.3.2. Модифицированный код с суммированием по модулю $M=4$	191
6.3.3. Модифицированный код с суммированием по модулю $M=8$	195
6.4. Анализ свойств модифицированных модульных кодов с суммированием	196
6.4.1. Общие свойства модифицированных модульных кодов с суммированием	196
6.4.2. Модифицированные модульные коды с суммированием с одинаковым числом контрольных разрядов	198
6.5. Синтез кодеров модифицированных кодов с суммированием	202
6.6. Экспериментальные результаты	202
6.7. Основные выводы	206
6.8. Вопросы и упражнения	207
<b>Глава 7. Двухмодульные коды с суммированием единичных разрядов в самопроверяемых цифровых системах</b>	208
7.1. Введение	208
7.2. Обобщенные двухмодульные коды	209
7.3. Двухмодульные коды Бергера и их свойства	214
7.4. Общие подходы к синтезу кодеров для двухмодульных кодов с суммированием	222
7.5. Эксперименты по синтезу схем встроенного контроля на основе двухмодульных кодов с суммированием	226
7.6. Основные выводы	230
7.7. Вопросы и упражнения	232
<b>Глава 8. Методы улучшения характеристик обнаружения ошибок кодами с суммированием</b>	233
8.1. Введение	233
8.2. Обнаружение ошибок различными кодами с суммированием	233
8.3. Установление неравноправия между разрядами информационных векторов	239
8.4. Классификация взвешенных кодов с суммированием	242
8.5. Основные выводы	244
8.6. Вопросы и упражнения	245
<b>Глава 9. Коды с суммированием единичных и одного взвешенного информационных разрядов в самопроверяемых цифровых системах</b>	246
9.1. Введение	246
9.2. Коды с суммированием с одним взвешенным разрядом	248
9.2.1. Особенности построения кодов с суммированием с одним взвешенным разрядом	248

9.2.2. <i>Характеристики обнаружения ошибок</i>	
<i>кодами с суммированием с одним взвешенным разрядом</i>	251
9.2.3. <i>Синтез контрольного оборудования</i>	264
9.2.4. <i>Экспериментальные результаты</i>	271
9.3. <i>Модульные коды с суммированием с одним взвешенным разрядом</i>	280
9.3.1. <i>Многообразие модульных кодов с суммированием</i>	
<i>с одним взвешенным разрядом</i>	280
9.3.2. <i>Коды с суммированием с одним взвешенным разрядом</i>	
<i>в кольце вычетов по модулю кода Бергера</i>	283
9.3.3. <i>Экспериментальные результаты</i>	292
9.4. <i>Коды с суммированием с одним взвешенным разрядом</i>	
<i>в кольце вычетов по произвольному модулю</i>	295
9.4.1. <i>Коды с суммированием с одним взвешенным разрядом</i>	
<i>в кольце вычетов по модулю степени числа «два»</i>	295
9.4.2. <i>Коды с суммированием с одним взвешенным разрядом</i>	
<i>в кольце вычетов по произвольному модулю</i>	298
9.4.3. <i>Экспериментальные результаты</i>	302
9.4.4. <i>Модифицированные модульные коды с суммированием</i>	
<i>с одним взвешенным разрядом</i>	305
9.5. <i>Основные выводы</i>	305
9.6. <i>Вопросы и упражнения</i>	306
<b>Глава 10. Коды с суммированием</b>	
<b>произвольных весовых коэффициентов</b>	
<b>единичных информационных разрядов</b>	
<b>в самопроверяемых цифровых системах</b>	308
10.1. <i>Введение</i>	308
10.2. <i>Характеристики обнаружения ошибок взвешенными кодами</i>	
<i>с суммированием</i>	310
10.2.1. <i>Особенности построения кодов с суммированием</i>	
<i>с произвольными весовыми коэффициентами разрядов</i>	
<i>информационных векторов</i>	310
10.2.2. <i>Характеристики обнаружения ошибок</i>	
<i>взвешенными кодами с суммированием</i>	
<i>с произвольными весовыми коэффициентами</i>	
<i>разрядов информационных векторов</i>	312
10.3. <i>Взвешенные коды с суммированием</i>	
<i>с избыточностью классического кода Бергера</i>	315
10.4. <i>Модифицированные коды с суммированием</i>	
<i>с произвольными весовыми коэффициентами</i>	
<i>с минимальным общим числом необнаруживаемых ошибок</i>	330
10.5. <i>Универсальный метод построения кода</i>	
<i>с обнаружением любых ошибок с нечетными кратностями</i>	336
10.6. <i>Методы синтеза контрольного оборудования</i>	338
10.6.1. <i>Синтез кодеров взвешенных кодов с суммированием</i>	338
10.6.2. <i>Синтез кодеров модульных взвешенных кодов</i>	
<i>с суммированием</i>	344

10.6.3. Синтез кодеров модифицированных взвешенных кодов с суммированием	345
10.7. Экспериментальные результаты	347
10.8. Основные выводы	351
10.9. Вопросы и упражнения	352
<b>Глава 11. Коды с суммированием с весовыми коэффициентами, образующими натуральный ряд в самопроверяемых цифровых системах</b>	354
11.1. Введение	354
11.2. Коды с суммированием с последовательностью весовых коэффициентов, образующей натуральный ряд чисел	356
11.2.1. Код с суммированием по максимальному модулю	356
11.2.2. Модульный код с суммированием с последовательностью весовых коэффициентов, образующей натуральный ряд чисел	363
11.2.3. Модификации кодов с суммированием с последовательностью весовых коэффициентов, образующей натуральный ряд чисел	373
11.2.4. Общие подходы к синтезу контрольного оборудования для кодов с суммированием с последовательностью весовых коэффициентов, образующей натуральный ряд	381
11.2.5. Экспериментальные результаты	387
11.3. Взвешенные коды с суммированием без использования операции переноса старшего разряда суммы	390
11.3.1. Принципы построения взвешенного кода с суммированием без использования операции переноса	390
11.3.2. Характеристики обнаружения ошибок взвешенными кодами с суммированием без использования операции переноса	391
11.3.3. Экспериментальные результаты	398
11.4. Основные выводы	400
11.5. Вопросы и упражнения	402
<b>Глава 12. Коды с суммированием взвешенных коэффициентов переходов от разряда к разряду в информационном векторе в самопроверяемых цифровых системах</b>	403
12.1. Введение	403
12.2. Коды с суммированием коэффициентов переходов от разряда к разряду с последовательностью весовых коэффициентов, образующей натуральный ряд чисел	404
12.2.1. Коды с суммированием по максимальному модулю	404
12.2.2. Код с суммированием с последовательностью весовых коэффициентов, образующей натуральный ряд чисел, с избыточностью кода Бергера	416
12.2.3. Коды с суммированием взвешенных переходов с фиксированным числом контрольных разрядов	426

12.2.4. Модифицированные коды с суммированием взвешенных переходов с последовательностью весовых коэффициентов, образующей натуральный ряд чисел	438
12.2.5. Общие подходы к синтезу контрольного оборудования кодов с суммированием с установленными последовательностями весовых коэффициентов	448
12.2.6. Экспериментальные результаты	450
12.3. Коды с суммированием коэффициентов переходов от разряда к разряду с последовательностью весовых коэффициентов, образующей ряд возрастающих степеней числа «два»	452
12.3.1. Код с суммированием взвешенных переходов с весовыми коэффициентами, образующими ряд возрастающих степеней числа «два»	452
12.3.2. Модифицированный код с суммированием взвешенных переходов с весовыми коэффициентами, образующими ряд возрастающих степеней числа «два»	457
12.4. Коды с перестановками	466
12.4.1. Построение кодов с перестановками	466
12.4.2. Особенности кодов с перестановками	472
12.4.3. Повторные перестановки	478
12.4.4. Экспериментальные результаты	480
12.5. Основные выводы	482
12.6. Вопросы и упражнения	484
<b>Глава 13. Двухмодульные взвешенные коды с суммированием в самопроверяемых цифровых системах</b>	486
13.1. Введение	486
13.2. Особенности двухмодульных взвешенных кодов с суммированием	487
13.2.1. Общие принципы построения двухмодульных кодов с взвешенными разрядами	487
13.2.2. Двухмодульные взвешенные коды с суммированием в кольце вычетов по модулю $M=4$ с одним взвешенным разрядом в каждом из подмножеств информационных разрядов	489
13.3. Синтез кодеров двухмодульных взвешенных кодов с суммированием	499
13.4. Результаты экспериментов с набором контрольных комбинационных схем	504
13.5. Модификации двухмодульных кодов с суммированием	508
13.6. Основные выводы	512
13.7. Вопросы и упражнения	513
<b>Глава 14. Использование кодов с суммированием при организации цифровых систем с обнаружением неисправностей</b>	514
14.1. Введение	514

14.2. Синтез цифровых устройств с обнаружением неисправностей на основе разделения выходов блоков на группы	515
14.3. Синтез цифровых устройств с обнаружением неисправностей на основе поиска специальных групп выходов	522
14.3.1. <i>Виды функциональной зависимости между выходами блоков цифровых устройств</i>	522
14.3.2. <i>Универсальная структура для синтеза цифровых устройств с обнаружением неисправностей</i>	533
14.4. Использование классических и модульных кодов с суммированием при построении устройств с обнаружением неисправностей	538
14.5. Использование кодов с суммированием с одним взвешенным информационным разрядом при построении устройств с обнаружением неисправностей	547
14.6. Подбор весовых коэффициентов при выборе способа построения кода с суммированием с учетом особенностей схемы контролируемого устройства	552
14.7. Использование модифицированных взвешенных кодов с суммированием при построении устройств с обнаружением неисправностей	555
14.8. Методика оценки вероятности возникновения необнаруживаемых ошибок на выходах комбинационных устройств	557
14.9. Основные выводы	561
14.10. Вопросы и упражнения	562
<b>Заключение</b>	563
<b>Предметный указатель</b>	564
<b>Литература</b>	567

