

# Содержание

|  |           |
|--|-----------|
| Предисловие автора.....  | 23        |
| <b>ЧАСТЬ 1. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ МК СЕМЕЙСТВА AVR32</b>                                 |           |
| <b>Глава 1. Номенклатура и типовые характеристики устройств семейства AVR32.....</b> | <b>27</b> |
| <b>Глава 2. Архитектура и программная модель AVR32.....</b>                          | <b>35</b> |
| 2.1. Общее описание архитектуры.....   | 35        |
| 2.2. Центральный процессор семейства AT32UC3.....                                    | 36        |
| 2.3. Конвейер AT32UC3.....   | 36        |
| 2.4. Совместимость архитектур AVR32UC и AVR32A.....                                  | 38        |
| 2.5. Защита памяти.....  | 40        |
| 2.5.1. Регистровый интерфейс MPU.....  | 41        |
| 2.5.2. Обработка собственных исключений MPU.....                                     | 44        |
| 2.6. Программная модель.....   | 44        |
| 2.6.1. Конфигурация регистрового файла.....  | 44        |
| 2.6.2. Регистр статуса.....  | 44        |
| 2.7. Состояния процессора.....   | 48        |
| 2.7.1. Нормальное RISC-состояние.....  | 48        |
| 2.7.2. Состояние отладки.....  | 49        |
| 2.8. Системные регистры.....   | 49        |
| 2.9. Регистры конфигурации.....  | 54        |
| 2.10. Исключения и прерывания.....   | 54        |
| 2.10.1. Системный стек.....  | 57        |
| 2.10.2. Запросы прерываний и исключений.....   | 57        |
| 2.10.3. Вызовы режима супервизора.....   | 60        |
| 2.10.4. Запросы отладки.....   | 60        |
| 2.10.5. Точки входа в обработчики событий.....                                       | 60        |
| 2.10.6. Нереализованные команды.....   | 61        |
| <b>Глава 3. Организация памяти.....</b>  | <b>62</b> |
| 3.1. Встроенная память МК.....   | 62        |
| 3.2. Карта физической памяти.....  | 62        |
| 3.3. Интерфейсы памяти.....  | 63        |
| <b>Глава 4. Система команд AVR32.....</b>  | <b>68</b> |
| 4.1. Команды арифметико-логического устройства АЛУ.....                              | 68        |
| 4.2. Команды умножения.....  | 68        |
| 4.3. Команды умножения с накоплением MAC.....  | 73        |
| 4.4. Команды умножения с накоплением повышенной разрядности MulMac64.....            | 74        |
| 4.5. Команды деления.....  | 75        |
| 4.6. Команды насыщения.....  | 75        |
| 4.7. Команды загрузки и сохранения.....  | 75        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.8. Команды множественного доступа к данным в памяти    | 81         |
| 4.9. Команды переходов                                   | 82         |
| 4.10. Команды вызова (call)                              | 82         |
| 4.11. Команды возврата из состояния исключения           | 83         |
| 4.12. Команда перестановки (swap)                        | 83         |
| 4.13. Команды системных регистров                        | 84         |
| 4.14. Команды управления системой                        | 84         |
| 4.15. Команды «чтение-модификация-запись» (RMW)          | 85         |
| <b>Глава 5. Цоколевка корпусов и описание выводов МК</b> | <b>87</b>  |
| <b>Глава 6. Организация электропитания</b>               | <b>97</b>  |
| <b>Глава 7. Fuses-установки</b>                          | <b>99</b>  |
| 7.1. Flash Fuse-регистр общего назначения (FGPFR)        | 99         |
| <b>Глава 8. Периферийные устройства</b>                  | <b>101</b> |
| 8.1. Адресное пространство периферии                     | 101        |
| 8.2. Отображение GPIO на локальную шину ЦПУ              | 102        |
| 8.3. Карта сигналов запросов прерываний                  | 104        |
| 8.4. Подключение сигналов синхронизации                  | 107        |
| 8.4.1. Таймеры/счетчики                                  | 107        |
| 8.4.2. USART   | 107        |
| 8.4.3. SPI   | 108        |
| 8.4.4. Порт связи OCD AUX                                | 108        |
| 8.4.5. Сигналы установления связи DMA                    | 109        |
| 8.4.6. Линии GPIO AT32UC3B с сильноточными драйверами    | 110        |
| 8.4.7. Мультиплексирование периферии на линии GPIO       | 110        |
| 8.4.8. Выводы генераторов                                | 118        |
| <b>Глава 9. Менеджер питания (PM)</b>                    | <b>119</b> |
| 9.1. Основные особенности PM                             | 119        |
| 9.2. Функциональное описание                             | 121        |
| 9.2.1. Медленный синхросигнал                            | 121        |
| 9.2.2. Генераторы 0 и 1                                  | 122        |
| 9.2.3. Низкочастотный генератор 32 кГц                   | 123        |
| 9.2.4. Системы ФАПЧ                                      | 123        |
| 9.2.5. Сигналы синхронизации                             | 124        |
| 9.2.6. Маскирование периферийной синхронизации           | 126        |
| 9.2.7. Подрежимы «спящего» режима                        | 127        |
| 9.2.8. Универсальные синхросигналы                       | 129        |
| 9.2.9. Деление частоты синхросигналов PB                 | 131        |
| 9.2.10. Операции отладки                                 | 131        |
| 9.2.11. Контроллер сброса                                | 132        |
| 9.2.12. Регистры калибровки                              | 133        |
| 9.3. Пользовательский интерфейс PM                       | 134        |
| 9.3.1. Регистр управления задающей частотой MCCTRL       | 136        |
| 9.3.2. Регистр выбора синхросигнала CKSEL                | 137        |

|   |            |
|---|------------|
| 9.3.3. Регистры масок синхросигналов CPUMASK, HSBMASK, PBMASK, PVBMASK                            | 138        |
| 9.3.4. Регистры управления ФАПЧ0, ФАПЧ1 PLL0, PLL1  | 139        |
| 9.3.5. Регистры управления генератором 0/1 OSCCTRL0/1   | 141        |
| 9.3.6. Регистр управления генератором частоты 32 кГц OSCCTRL32                                    | 142        |
| 9.3.7. Регистры разрешения/запрещения/маски/состояния/сброса прерываний от PM IER/IDR/IMR/ISR/ICR | 143        |
| 9.3.8. Регистр состояния питания и генераторов POSCSR   | 145        |
| 9.3.9. Регистр управления универсальными синхросигналами GCCTRL                                   | 146        |
| 9.3.10. Регистр причины сброса RCAUSE   | 147        |
| 9.3.11. Регистр управления модулем BOD BOD  | 148        |
| 9.3.12. Регистр калибровки RC-генератора RCCR   | 149        |
| 9.3.13. Регистр калибровки ИОН BGCR   | 150        |
| 9.3.14. Регистр калибровки линейного стабилизатора VREGCR   | 151        |
| 9.3.15. Регистр общего назначения с низким энергопотреблением GPLP                                | 151        |
| <b>Глава 10. Счетчик реального времени (RTC)</b>  | <b>153</b> |
| 10.1. Основные особенности  | 153        |
| 10.2. Функциональное описание   | 153        |
| 10.3. Пользовательский интерфейс  | 155        |
| 10.3.1. Регистр управления RTC CTRL   | 155        |
| 10.3.2. Регистр значения счетчика RTC VAL   | 156        |
| 10.3.3. Регистр значения «вершины» RTC TOP  | 157        |
| 10.3.4. Регистры разрешения/запрещения/маски/статуса/сброса прерываний от RTC IER/IDR/IMR/ISR/ICR | 158        |
| <b>Глава 11. Сторожевой таймер (WDT)</b>  | <b>159</b> |
| 11.1. Основные особенности и функциональное описание  | 159        |
| 11.2. Пользовательский интерфейс  | 160        |
| 11.2.1. Регистр управления WDT CTRL   | 160        |
| 11.2.2. Регистр сброса WDT CLR  | 161        |
| <b>Глава 12. Контроллер прерываний (INTC)</b>   | <b>162</b> |
| 12.1. Основные особенности и функциональное описание  | 162        |
| 12.1.1. Операции INTC   | 162        |
| 12.1.2. Немаскируемые прерывания  | 164        |
| 12.1.3. Реакция ЦПУ   | 164        |
| 12.1.4. Сброс запроса прерывания  | 165        |
| 12.2. Пользовательский интерфейс  | 165        |
| 12.2.1. Регистры запроса прерывания 0–63 IRR0–IRR63   | 166        |
| 12.2.2. Регистры приоритета прерывания 0–63 IPR 0–IPR 63  | 166        |
| 12.2.3. Регистры причины прерывания 0–3 ICR 0–ICR 3   | 167        |
| <b>Глава 13. Контроллер внешних прерываний (EIM)</b>  | <b>169</b> |
| 13.1. Основные особенности  | 169        |

|  |            |
|--|------------|
| 13.2. Функциональное описание.....   | 170        |
| 13.2.1. Внешние прерывания.....  | 170        |
| 13.2.2. Немаскируемое прерывание NMI.....  | 172        |
| 13.2.3. Поддержка сканирования клавиатуры.....   | 172        |
| 13.3. Пользовательский интерфейс.....  | 173        |
| 13.3.1. Регистры разрешения/запрещения/маски/состояния/сброса прерываний от EIM EIM_IER/EIM_IDR/EIM_IMR/EIM_ISR/EIM_ICR.....               | 174        |
| 13.3.2. Регистры режимов/перепадов/уровней/фильтров/асинхронности внешних прерываний EIM_MODE/EIM_EDGE/EIM_LEVEL/EIM_FILTER/EIM_ASYNC..... | 174        |
| 13.3.3. Регистр тестирования внешних прерываний EIM_TEST.....  | 175        |
| 13.3.4. Регистр сканирования внешних прерываний EIM_SCAN.....  | 176        |
| 13.3.5. Регистры разрешения/запрещения/управления внешних прерываний EIM_EN/EIM_DIS/EIM_CTRL.....  | 177        |
| <b>Глава 14. Контроллер Flash-памяти (FLASHC).....</b>   | <b>179</b> |
| 14.1. Основные особенности.....  | 179        |
| 14.2. Функциональное описание.....   | 180        |
| 14.2.1. Операции чтения Flash-памяти.....  | 181        |
| 14.2.2. Быстрое чтение страницы.....   | 182        |
| 14.2.3. Операция записи в буфер страницы.....  | 182        |
| 14.3. Команды Flash-памяти.....  | 183        |
| 14.3.1. Операция записи/стирания страницы.....   | 184        |
| 14.3.2. Операция полного стирания.....   | 185        |
| 14.3.3. Биты блокировки областей.....  | 186        |
| 14.3.4. Биты общего назначения fuses-установок.....  | 186        |
| 14.3.5. Бит защиты Flash-памяти.....   | 188        |
| 14.4. Пользовательский интерфейс.....  | 189        |
| 14.4.1. Регистр управления Flash-памяти FCR.....   | 189        |
| 14.4.2. Регистр команды Flash-памяти FCMD.....   | 190        |
| 14.4.3. Регистр состояния Flash-памяти FSR.....  | 192        |
| 14.4.4. Старший регистр Flash-памяти fuses-установок общего назначения FGPFRI.....   | 194        |
| 14.4.5. Младший регистр Flash-памяти fuses-установок общего назначения FGPFRL0.....  | 194        |
| <b>Глава 15. Шинная матрица HSB (HMATRIX).....</b>   | <b>196</b> |
| 15.1. Основные особенности.....  | 196        |
| 15.2. Функциональное описание.....   | 197        |
| 15.3. Управление памятью.....  | 197        |
| 15.4. Механизм предоставления шины.....  | 197        |
| 15.5. Арбитраж.....  | 198        |
| 15.5.1. Правила задания арбитража.....   | 198        |
| 15.5.2. Циклический арбитраж.....  | 199        |
| 15.5.3. Арбитраж с фиксированным приоритетом.....  | 200        |
| 15.6. Пользовательский интерфейс.....  | 201        |

|   |            |
|---|------------|
| 15.6.1. Регистры конфигурирования ведущего устройства<br>MCFG0—MCFG15                   | 205        |
| 15.6.2. Регистры конфигурирования ведомого устройства<br>SCFG0—SCFG15                   | 206        |
| 15.6.3. Регистры приоритета А ведомого устройства<br>PRAS0—PRAS15                       | 207        |
| 15.6.4. Регистры приоритета В ведомого устройства<br>PRBS0—PRBS15                       | 208        |
| 15.6.5. Главный регистр управления переотображением MRCR                                | 208        |
| 15.6.6. Регистры специальных функций SFR0—SFR15   | 209        |
| <b>Глава 16. Интерфейс внешней шины (ЕВІ)</b>   | <b>210</b> |
| 16.1. Основные особенности и общее описание   | 210        |
| 16.2. Подключение внешней памяти  | 212        |
| 16.3. Функциональное описание   | 214        |
| <b>Глава 17. Периферийный контроллер DMA (PDCA)</b>                                     | <b>217</b> |
| 17.1. Основные особенности и функциональное описание                                    | 217        |
| 17.2. Пользовательский интерфейс  | 219        |
| 17.2.1. Регистр адреса памяти MAR   | 220        |
| 17.2.2. Регистр выбора периферии PSR  | 221        |
| 17.2.3. Регистр счетчика передачи TCR   | 222        |
| 17.2.4. Регистр перезагрузки адреса памяти MARR   | 222        |
| 17.2.5. Регистр перезагрузки счетчика передачи TCRR                                     | 223        |
| 17.2.6. Регистр управления PDCA CR  | 223        |
| 17.2.7. Регистр режима PDCA MR  | 224        |
| 17.2.8. Регистр статуса PDCA SR   | 225        |
| 17.2.9. Регистры разрешения/запрещения/маски/статуса прерываний от PDCA IER/IDR/IMR/ISR | 225        |
| <b>Глава 18. Контроллер ввода-вывода общего назначения (GPIO)</b>                       | <b>228</b> |
| 18.1. Основные особенности  | 228        |
| 18.2. Функциональное описание   | 229        |
| 18.3. Пользовательский интерфейс  | 233        |
| 18.4. Примеры программирования GPIO   | 240        |
| <b>Глава 19. Последовательный периферийный интерфейс (SPI)</b>                          | <b>242</b> |
| 19.1. Основные особенности и общее описание   | 242        |
| 19.2. Функциональное описание   | 244        |
| 19.2.1. Режимы работы интерфейса SPI  | 245        |
| 19.2.2. Передача данных   | 245        |
| 19.2.3. Операции режима ведущего  | 246        |
| 19.2.4. Операции режима ведомого  | 253        |
| 19.3. Пользовательский интерфейс  | 254        |
| 19.3.1. Регистр управления SPI CR   | 255        |
| 19.3.2. Регистр режима SPI MR   | 256        |
| 19.3.3. Регистр данных приема SPI RDR   | 258        |
| 19.3.4. Регистр данных передачи SPI TDR   | 258        |

|   |            |
|---|------------|
| 19.3.5. Регистр статуса SPI SR  | 259        |
| 19.3.6. Регистры разрешения/запрещения/маски прерываний от SPI IER/ IDR/IMR | 261        |
| 19.3.7. Регистры выбора микросхемы 0—3 SPI CSR0—CSR3                        | 262        |
| <b>Глава 20. Двухпроводный интерфейс (TWI)</b>                              | <b>266</b> |
| 20.1. Основные особенности и общее описание                                 | 266        |
| 20.2. Функциональное описание   | 269        |
| 20.2.1. Режимы ведущих  | 270        |
| 20.2.1.1. Режим ведущего передатчика  | 270        |
| 20.2.1.2. Режим ведущего приемника  | 271        |
| 20.2.1.3. Адрес ведомого устройства   | 273        |
| 20.2.1.4. Использование PDCA  | 274        |
| 20.2.2. Режимы множественных ведущих (multi-master)                         | 275        |
| 20.2.3. Режимы ведомых  | 281        |
| 20.2.3.1. Прием данных  | 281        |
| 20.2.3.2. Передача данных   | 284        |
| 20.2.3.3. Коррекция синхросигнала   | 285        |
| 20.2.3.4. Смена направления передачи после повторного старта                | 286        |
| 20.3. Пользовательский интерфейс  | 287        |
| 20.3.1. Регистр управления TWI CR   | 288        |
| 20.3.2. Регистр режима ведущего TWI MMR                                     | 290        |
| 20.3.3. Регистр режима ведомого TWI SMR                                     | 291        |
| 20.3.4. Регистр внутреннего адреса TWI IADR                                 | 291        |
| 20.3.5. Регистр генератора формирования синхросигнала TWI CWGR              | 292        |
| 20.3.6. Регистр состояния TWI SR  | 293        |
| 20.3.7. Регистры разрешения/запрещения/маски прерываний от TWI IER/IDR/IMR  | 296        |
| 20.3.10. Регистр временного хранения информации приема TWI RHR              | 298        |
| 20.3.11. Регистр временного хранения информации передачи TWI THR            | 298        |
| <b>Глава 21. Синхронный последовательный контроллер (SSC)</b>               | <b>300</b> |
| 21.1. Основные особенности и общее описание                                 | 300        |
| 21.2. Функциональное описание   | 301        |
| 21.2.1. Управление синхронизацией   | 303        |
| 21.2.2. Управление синхросигналом передатчика                               | 304        |
| 21.2.3. Управление синхросигналом приемника                                 | 305        |
| 21.2.5. Ограничения для синхросигналов                                      | 306        |
| 21.2.6. Операции передатчика  | 306        |
| 21.2.7. Операции приемника  | 307        |
| 21.2.8. Старт передачи  | 308        |
| 21.2.9. Синхронизация фреймов   | 309        |
| 21.2.9.1. Синхронизация фреймов данных                                      | 309        |
| 21.2.9.2. Детектирование перепада синхронизации фреймов                     | 310        |

|  |            |
|--|------------|
| 21.2.10. Режимы функции сравнения при приеме.....                                      | 310        |
| 21.2.11. Формат данных.....  | 311        |
| 21.2.12. Режим «шлейфа».....   | 313        |
| 21.2.13. Прерывания от SSC.....  | 313        |
| 21.3. Примеры приложений SSC.....  | 313        |
| 21.4. Пользовательский интерфейс.....  | 314        |
| 21.4.1. Регистр управления SSC CR.....   | 315        |
| 21.4.2. Регистр режима синхронизации SSC CMR.....                                      | 316        |
| 21.4.3. Регистр режима синхронизации приема SSC RCMR.....                              | 317        |
| 21.4.4. Регистр режима синхронизации фреймов приема<br>SSC RFMR.....                   | 319        |
| 21.4.5. Регистр режима синхронизации передачи SSC TCMR.....                            | 321        |
| 21.4.6. Регистр режима синхронизации фреймов передачи SSC<br>TFMR.....                 | 323        |
| 21.4.7. Регистр временного хранения данных приема SSC RHR.....                         | 325        |
| 21.4.8. Регистр временного хранения данных передачи SSC THR.....                       | 326        |
| 21.4.9. Регистр временного хранения данных синхронизации<br>приема SSC RSHR.....       | 327        |
| 21.4.10. Регистр временного хранения данных синхронизации<br>передачи SSC TSHR.....    | 327        |
| 21.4.11. Регистр сравнения 0 приема SSC RC0R.....                                      | 328        |
| 21.4.12. Регистр сравнения 1 приема SSC RC1R.....                                      | 328        |
| 21.4.13. Регистр статуса SSC SR.....   | 328        |
| 21.4.14. Регистры разрешения/запрещения/маски прерываний<br>от SSC IER/IDR/IMR.....    | 330        |
| <b>Глава 22. Универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик<br/>(USART).....</b> | <b>334</b> |
| 22.1. Основные особенности.....  | 334        |
| 22.1.1. Линии ввода-вывода.....  | 336        |
| 22.1.2. Управление питанием.....   | 337        |
| 22.1.3. Прерывания от USART.....   | 337        |
| 22.2. Функциональное описание.....   | 337        |
| 22.2.1. Генератор скорости обмена.....   | 338        |
| 22.2.1.1. Скорость обмена в асинхронном режиме.....                                    | 339        |
| 22.2.1.2. Дробная скорость обмена в асинхронном режиме.....                            | 341        |
| 22.2.1.3. Скорость обмена в синхронном режиме или режиме SPI.....                      | 341        |
| 22.2.1.4. Скорость обмена в режиме ISO7816.....  | 342        |
| 22.2.2. Управление приемником и передатчиком.....                                      | 343        |
| 22.2.3. Синхронный и асинхронный режимы.....   | 344        |
| 22.2.3.1. Операции передатчика.....  | 344        |
| 22.2.3.2. Кодер Манчестера.....  | 345        |
| 22.2.3.3. Компенсация «ухода» частоты синхросигнала.....                               | 347        |
| 22.2.3.4. Асинхронный приемник.....  | 348        |
| 22.2.3.5. Декодер Манчестера.....  | 349        |
| 22.2.3.6. Радиоинтерфейс как приложение манчестерского<br>кодирования в USART.....     | 351        |

|   |     |
|---|-----|
| 22.2.3.7. Синхронный приемник   | 352 |
| 22.2.3.8. Операции приемника  | 353 |
| 22.2.3.9. Контроль четности   | 354 |
| 22.2.3.10. Многоточечный режим  | 355 |
| 22.2.3.11. Интервал Timeguard передатчика                                       | 355 |
| 22.2.3.12. Тайм-аут приемника   | 356 |
| 22.2.3.13. Ошибка синхронизации фреймов   | 358 |
| 22.2.3.14. Обрыв передачи   | 358 |
| 22.2.3.15. Обрыв приема   | 360 |
| 22.2.3.16. Аппаратная процедура установления связи                              | 360 |
| 22.2.4. Режим ISO7816   | 361 |
| 22.2.4.1. Протокол T = 0  | 362 |
| 22.2.4.2. Протокол T = 1  | 364 |
| 22.2.5. Режим IrDA  | 364 |
| 22.2.5.1. Модуляция IrDA  | 365 |
| 22.2.5.2. Скорость обмена IrDA  | 365 |
| 22.2.5.3. Демодулятор IrDA  | 366 |
| 22.2.6. Режим RS-485  | 367 |
| 22.2.7. Режим модема  | 368 |
| 22.2.8. Режим SPI   | 369 |
| 22.2.8.1. Скорость обмена   | 369 |
| 22.2.8.2. Передача данных   | 370 |
| 22.2.8.3. Передача символа  | 372 |
| 22.2.8.4. Прием символа   | 373 |
| 22.2.8.5. Тайм-аут приемника  | 373 |
| 22.2.9. Режимы тестирования   | 373 |
| 22.2.9.1. Нормальный режим и режим автоматического «эха»                        | 373 |
| 22.2.9.2. Режим местного «шлейфа»<br>и режим удаленного «шлейфа»                | 374 |
| 22.3. Пользовательский интерфейс  | 375 |
| 22.3.1. Регистр управления USART CR   | 376 |
| 22.3.2. Регистр режима USART MR   | 378 |
| 22.3.3. Регистры разрешения/запрещения/маски прерываний<br>от USART IER/IDR/IMR | 382 |
| 22.3.4. Регистр состояния канала USART CSR                                      | 384 |
| 22.3.5. Регистр временного хранения данных<br>приема USART RHR                  | 387 |
| 22.3.6. Регистр временного хранения данных<br>передачи USART THR                | 387 |
| 22.3.7. Регистр генератора скорости обмена через USART BRGR                     | 388 |
| 22.3.8. Регистр тайм-аута приемника USART RTOR                                  | 389 |
| 22.3.9. Регистр timeguard передатчика USART TTGR                                | 390 |
| 22.3.10. Регистр отношения FI DI USART FIDI                                     | 390 |
| 22.3.11. Регистр количества ошибок USART NER                                    | 391 |
| 22.3.12. Регистр фильтра IrDA USART IF  | 391 |
| 22.3.13. Регистр манчестерских кодера и декодера USART MAN                      | 392 |
| 22.3.14. Регистр версии USART US_VERSION  | 393 |





|  |            |
|--|------------|
| <b>Глава 23. Контроллер статической памяти (SMC)</b> .....                                     | <b>395</b> |
| 23.1. Основные особенности.....  | 395        |
| 23.2. Примеры применения.....  | 396        |
| <b>Глава 24. Контроллер SDRAM (SDRAMC)</b> .....   | <b>403</b> |
| 24.1. Основные особенности.....  | 403        |
| 24.2. Примеры применения.....  | 404        |
| <b>Глава 25. Интерфейс Ethernet MAC (MACB)</b> .....   | <b>408</b> |
| 25.1. Основные особенности.....  | 408        |
| 25.2. Функциональное описание.....   | 409        |
| 25.2.1. Интерфейс памяти.....  | 410        |
| 25.2.1.1. Буфер FIFO.....  | 410        |
| 25.2.1.2. Приемные буферы.....   | 411        |
| 25.2.1.3. Передающий буфер.....  | 414        |
| 25.2.2. Передающий блок.....   | 416        |
| 25.2.3. Поддержка фрейма паузы.....  | 417        |
| 25.2.4. Приемный блок.....   | 419        |
| 25.2.5. Блок проверки адреса.....  | 419        |
| 25.2.6. Широковещательный адрес.....   | 421        |
| 25.2.7. Хеш-адресация.....   | 421        |
| 25.2.8. Совпадение с внешним адресом.....  | 421        |
| 25.2.9. Режим копирования всех фреймов (Promiscuous).....                                      | 422        |
| 25.2.10. Проверка типа идентификатора.....   | 422        |
| 25.2.11. Поддержка VLAN.....   | 422        |
| 25.2.12. Обслуживание PHY.....   | 423        |
| 25.2.13. Независимый от среды интерфейс.....   | 423        |
| 25.3. Программирование интерфейса MACB.....  | 424        |
| 25.3.1. Инициализация.....   | 424        |
| 25.3.1.1. Список приемных буферов.....   | 425        |
| 25.3.1.2. Список передающих буферов.....   | 425        |
| 25.3.1.3. Совпадение адреса.....   | 426        |
| 25.3.1.4. Прерывания.....  | 426        |
| 25.3.1.5. Передача фреймов.....  | 426        |
| 25.3.1.6. Прием фреймов.....   | 427        |
| 25.4. Пользовательский интерфейс.....  | 428        |
| 25.4.1. Сетевой регистр команд MACB NCR.....   | 430        |
| 25.4.2. Сетевой регистр конфигурации MACB NCFGR.....   | 432        |
| 25.4.3. Сетевой регистр состояния MACB NSR.....  | 434        |
| 25.4.4. Регистр состояния передачи MACB TSR.....   | 434        |
| 25.4.5. Регистр указателя очереди приемных буферов<br>MACB RBQP.....                           | 435        |
| 25.4.6. Регистр указателя очереди передающих буферов MACB<br>TBQP.....                         | 436        |
| 25.4.7. Регистр состояния приема MACB RSR.....   | 437        |
| 25.4.8. Регистры состояния/разрешения/запрещения/маски<br>прерываний MACB ISR/IER/IDR/IMR..... | 438        |

|   |            |
|---|------------|
| 25.4.9. Регистр обслуживания PHY MACB MAN   | 441        |
| 25.4.10. Регистр времени паузы MACB PTR   | 442        |
| 25.4.11. Основание/вершина хэш-регистра MACB HRB/HRT                                      | 442        |
| 25.4.12. Регистр основания заданного уникального адреса x MACB SAxB, где (x = 1, 2, 3, 4) | 443        |
| 25.4.13. Регистр вершины заданного уникального адреса x MACB SAxT, где (x = 1, 2, 3, 4)   | 443        |
| 25.4.14. Регистр проверки типа идентификатора (ID) MACB TID                               | 444        |
| 25.4.15. Регистр передачи кванта паузы MACB TPQ   | 445        |
| 25.4.16. Пользовательский регистр ввода-вывода MACB USRIO                                 | 445        |
| 25.4.17. Регистр «след LAN» MACB WOL  | 446        |
| 25.4.18. Статистические регистры MACB   | 447        |
| 25.4.18.1. Регистр принятых фреймов паузы MACB PFR  | 447        |
| 25.4.18.2. Регистр переданных ОК фреймов MACB FTO   | 447        |
| 25.4.18.3. Регистр единичных коллизий фреймов MACB SCF                                    | 448        |
| 25.4.18.4. Регистр множественных коллизий фреймов MACB MCF                                | 449        |
| 25.4.18.5. Регистр принятых ОК фреймов MACB FRO   | 449        |
| 25.4.18.6. Регистр ошибок последовательности проверки фреймов MACB FCSE                   | 450        |
| 25.4.18.7. Регистр ошибок установок MACB ALE  | 450        |
| 25.4.18.8. Регистр задержанных переданных фреймов MACB DTF                                | 451        |
| 25.4.18.9. Регистр последних коллизий MACB LCOL   | 452        |
| 25.4.18.10. Регистр чрезмерных коллизий MACB EXCOL  | 452        |
| 25.4.18.11. Регистр ошибок недогрузки передачи MACB TUND                                  | 453        |
| 25.4.18.12. Регистр ошибок опроса несущей MACB CSE  | 453        |
| 25.4.18.13. Регистр ошибок ресурса приема MACB RRE  | 454        |
| 25.4.18.14. Регистр ошибок переполнения приема MACB ROVR                                  | 454        |
| 25.4.18.15. Регистр ошибок приема символа MACB RSE  | 455        |
| 25.4.18.16. Регистр ошибок чрезмерной длины MACB ELE                                      | 456        |
| 25.4.18.17. Регистр приема бессмысленных данных MACB RJA                                  | 456        |
| 25.4.18.18. Регистр уменьшенных фреймов MACB USF  | 457        |
| 25.4.18.19. Регистр ошибок тестирования SQE MACB STE                                      | 457        |
| 25.4.18.20. Регистр несовпадения поля длины при приеме MACB RLE                           | 458        |
| 25.4.18.21. Регистр переданных фреймов паузы MACB TPF                                     | 459        |
| <b>Глава 26. Интерфейс USB OTG (USB)</b>  | <b>460</b> |
| 26.1. Основные особенности  | 460        |
| 26.2. Функциональное описание   | 464        |
| 26.2.1. Общие операции USB  | 464        |
| 26.2.1.1. Прерывания от USB   | 465        |
| 26.2.1.2. Режимы питания USB  | 466        |
| 26.2.1.3. Управление скоростью USB  | 467        |
| 26.2.1.4. Управление DPRAM  | 468        |
| 26.2.1.5. Поведение кнопочного интерфейса   | 470        |
| 26.2.1.6. Настройка таймеров OTG  | 471        |

|   |     |
|---|-----|
| 26.2.1.6. Обнаружение подключения внешнего устройства.....              | 471 |
| 26.2.1.7. Обнаружение идентификатора (ID).....                          | 472 |
| 26.2.2. Операции USB-устройства.....                                    | 473 |
| 26.2.2.1. Включение питания и сброс.....                                | 473 |
| 26.2.2.2. Сброс USB.....  | 474 |
| 26.2.2.3. Сброс конечной точки.....                                     | 474 |
| 26.2.2.4. Активация конечной точки.....                                 | 475 |
| 26.2.2.5. Установка адреса.....   | 475 |
| 26.2.2.6. Приостановка и «пробуждение».....                             | 476 |
| 26.2.2.7. Удаленное «пробуждение».....                                  | 476 |
| 26.2.2.8. Запрос останова (STALL).....                                  | 477 |
| 26.2.2.9. Особенности конечных точек управления.....                    | 477 |
| 26.2.2.10. Управление конечными точками управления.....                 | 477 |
| 26.2.2.11. Управление конечными точками IN.....                         | 479 |
| 26.2.2.12. Управление конечными точками OUT.....                        | 481 |
| 26.2.2.13. Прерывания USB-устройства.....                               | 483 |
| 26.2.3. Операции USB-хоста.....   | 484 |
| 26.2.3.1. Описание каналов.....   | 484 |
| 26.2.3.2. Включение питания и сброс.....                                | 484 |
| 26.2.3.3. Обнаружение хостом подключенного устройства.....              | 485 |
| 26.2.3.4. Сброс шины USB.....   | 485 |
| 26.2.3.5. Сброс канала.....   | 486 |
| 26.2.3.6. Активация канала.....   | 486 |
| 26.2.3.7. Установка адреса.....   | 487 |
| 26.2.3.8. Удаленное «пробуждение».....                                  | 487 |
| 26.2.3.9. Управление каналами управления.....                           | 488 |
| 26.2.3.10. Управление каналами IN.....                                  | 488 |
| 26.2.3.11. Управление каналами OUT.....                                 | 489 |
| 26.2.3.12. Ошибка CRC.....  | 490 |
| 26.2.3.13. Прерывания USB-хоста.....                                    | 491 |
| 26.2.4. Операции DMA USB.....   | 492 |
| 26.3. Пользовательский интерфейс.....                                   | 492 |
| 26.3.1. Генеральный регистр управления USB USBCON.....                  | 504 |
| 26.3.2. Генеральный регистр статуса USB USBSTA.....                     | 507 |
| 26.3.3. Генеральный регистр сброса состояния<br>USB USBSTACLR.....      | 509 |
| 26.3.4. Генеральный регистр установки состояния<br>USB USBSTASET.....   | 511 |
| 26.3.5. Регистр версии IP USB UVERS.....                                | 512 |
| 26.3.6. Регистр особенностей IP USB UFEATURES.....                      | 513 |
| 26.3.7. Регистр размера адреса PB IP USB UADDRSIZE.....                 | 515 |
| 26.3.8. Регистр 1 имени IP USB UNAME1.....                              | 516 |
| 26.3.9. Регистр 2 имени IP USB UNAME2.....                              | 516 |
| 26.3.10. Регистр состояния конечного автомата USB USBFSM.....           | 517 |
| 26.3.11. Регистры USB-устройства.....                                   | 518 |
| 26.3.11.1. Генеральный регистр управления устройством<br>USB UDCON..... | 518 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| 26.3.11.2.  | Регистр глобальных прерываний устройства USB UDINT  | 519 |
| 26.3.11.3.  | Регистр сброса глобальных прерываний устройства USB UDINTCLR  | 521 |
| 26.3.11.4.  | Регистр установки глобальных прерываний устройства USB UDINTSET                                     | 522 |
| 26.3.11.5.  | Регистр разрешения глобальных прерываний устройства USB UDINTE                                      | 523 |
| 26.3.11.6.  | Регистр сброса разрешения глобальных прерываний устройства USB UDINTECLR                            | 524 |
| 26.3.11.7.  | Регистр установки разрешения глобальных прерываний устройства USB UDINTESET                         | 526 |
| 26.3.11.8.  | Регистр количества фреймов устройства USB UDFNUM  | 527 |
| 26.3.11.9.  | Регистр разрешения/сброса конечной точки USB UERST  | 528 |
| 26.3.11.10. | Регистр конфигурации конечной точки X USB UECFGX, где X = [0... 6]                                  | 529 |
| 26.3.11.11. | Регистр состояния конечной точки X USB UESTAX, где X = [0... 6]                                     | 530 |
| 26.3.11.12. | Регистр сброса состояния конечной точки X USB UESTAXCLR, где X = [0... 6]                           | 535 |
| 26.3.11.13. | Регистр установки состояния конечной точки X USB UESTAXSET, где X = [0... 6]                        | 537 |
| 26.3.11.14. | Регистр управления конечной точки X USB UECONX, где X = [0... 6]                                    | 539 |
| 26.3.11.15. | Регистр управления сбросом конечной точки X USB UECONXCLR, где X = [0... 6]                         | 542 |
| 26.3.11.16. | Регистр управления установкой конечной точки X USB UECONXSET, где X = [0... 6]                      | 543 |
| 26.3.11.17. | Регистр адреса следующего дескриптора канала X DMA устройства USB UDDMAX_NEXTDESC, где X = [0... 6] | 545 |
| 26.3.11.18. | Регистр адреса HSB канала X DMA устройства USB UDDMAX_ADDR, где X = [0... 6]                        | 546 |
| 26.3.11.19. | Регистр управления каналом X DMA устройства USB UDDMAX_CONTROL, где X = [0... 6]                    | 547 |
| 26.3.11.20. | Регистр состояния канала X DMA устройства USB UDDMAX_STATUS, где X = [0... 6]                       | 548 |
| 26.3.12.    | Регистры USB-хоста  | 550 |
| 26.3.12.1.  | Генеральный регистр управления хоста USB UHCON  | 550 |
| 26.3.12.2.  | Глобальный регистр прерываний хоста USB UHINT   | 550 |
| 26.3.12.3.  | Глобальный регистр сброса прерываний хоста USB UHINTCLR   | 552 |
| 26.3.12.4.  | Глобальный регистр установки прерываний хоста USB UHINTSET  | 553 |

|   |            |
|---|------------|
| 26.3.12.5. Глобальный регистр разрешения прерываний хоста USB UHINTE                                | 554        |
| 26.3.12.6. Глобальный регистр сброса разрешения прерываний хоста USB UHINTECLR                      | 556        |
| 26.3.12.7. Глобальный регистр установки разрешения прерываний хоста USB UHINTESET                   | 557        |
| 26.3.12.8. Регистр количества фреймов хоста USB UHINTESET   | 559        |
| 26.3.12.9. Регистр адреса 1 хоста USB UHADDR1   | 559        |
| 26.3.12.10. Регистр адреса 2 хоста USB UHADDR2  | 560        |
| 26.3.12.11. Регистр включения/сброса канала USB UPRST   | 561        |
| 26.3.12.12. Регистр конфигурации канала X USB UPCFGX, где X = [0... 6]                              | 561        |
| 26.3.13.12. Регистр статуса канала X USB UPSTAX, где X = [0... 6]                                   | 563        |
| 26.3.12.14. Регистр сброса состояния канала X USB UPSTAXCLR, где X = [0... 6]                       | 567        |
| 26.3.12.15. Регистр установки состояния канала X USB UPSTAXSET, где X = [0... 6]                    | 568        |
| 26.3.12.16. Регистр управления каналом X USB UPCONX, где X = [0... 6]                               | 570        |
| 26.3.12.17. Регистр управления сбросом канала X USB UPCONXCLR, где X = [0... 6]                     | 572        |
| 26.3.12.18. Регистр управления установкой канала X USB UPCONXSET, где X = [0... 6]                  | 574        |
| 26.3.12.19. Регистр запроса IN канала X USB UPINRQX, где X = [0... 6]                               | 576        |
| 26.3.12.20. Регистр ошибки канала X USB UPERRX, где X = [0... 6]                                    | 577        |
| 26.3.12.21. Регистры, относящиеся к каналу X DMA хоста USB, где X = [0... 6]                        | 578        |
| 26.3.12.22. Регистр данных буфера FIFO канала/конечной точки X USB USB_FIFOX_DATA, где X = [0... 6] | 578        |
| <b>Глава 27. Таймеры/счетчики (TC)</b>  | <b>579</b> |
| 27.1. Основные особенности и общее описание   | 579        |
| 27.2. Функциональное описание   | 581        |
| 27.2.1. 16-разрядный счетчик  | 581        |
| 27.2.2. Выбор синхросигнала   | 581        |
| 27.2.3. Управление синхронизацией   | 582        |
| 27.2.4. Операционные режимы TC  | 583        |
| 27.2.5. Триггер   | 584        |
| 27.2.6. Операции режима захвата   | 584        |
| 27.2.6.1. Регистры захвата A и B  | 584        |
| 27.2.6.2. Условия срабатывания триггера   | 585        |
| 27.2.7. Операции режима формирования  | 585        |
| 27.2.7.1. Выбор особенностей формирования   | 586        |
| 27.2.7.2. Поведение счетчика при WAVSEL = 00  | 586        |

|  |            |
|--|------------|
| 27.2.7.3. Поведение счетчика при WAVSEL = 10   | 587        |
| 27.2.7.4. Поведение счетчика при WAVSEL = 01   | 588        |
| 27.2.7.5. Поведение счетчика при WAVSEL = 11   | 589        |
| 27.2.7.6. Условия внешнего события/триггера  | 590        |
| 27.2.7.7. Контроллер выхода  | 591        |
| 27.3. Пользовательский интерфейс   | 591        |
| 27.3.1. Регистр команд блока TC BCR  | 592        |
| 27.3.2. Регистр режима блока TC BMR  | 593        |
| 27.3.3. Регистр команд канала TC CCR   | 594        |
| 27.3.4. Регистр режима канала TC CMR: режим захвата                                      | 594        |
| 27.3.5. Регистр режима канала TC CMR: режим формирования                                 | 597        |
| 27.3.6. Регистр значения счетчика TC CV  | 602        |
| 27.3.7. Регистр А TC RA  | 602        |
| 27.3.8. Регистр В TC RB  | 603        |
| 27.3.9. Регистр С TC RC  | 603        |
| 27.3.10. Регистр состояния TC SR   | 604        |
| 27.3.11. Регистры разрешения/запрещения/маски прерываний от TC IER/IDR/IMR               | 606        |
| <b>Глава 28. Контроллер широтно-импульсной модуляции (PWM)</b>                           | <b>609</b> |
| 28.1. Основные особенности и общее описание  | 609        |
| 28.2. Функциональное описание  | 611        |
| 28.2.1. Тактовый генератор PWM   | 611        |
| 28.2.2. Канал PWM  | 612        |
| 28.2.3. Свойства последовательностей   | 613        |
| 28.2.4. Операции контроллера PWM   | 616        |
| 28.2.4.1. Инициализация  | 616        |
| 28.2.4.2. Критерии выбора источника синхронизации  | 616        |
| 28.2.4.3. Изменение рабочего цикла или периода   | 617        |
| 28.2.4.4. Прерывания   | 618        |
| 28.3. Пользовательский интерфейс   | 618        |
| 28.3.1. Регистр режима PWM MR  | 619        |
| 28.3.2. Регистры разрешения/запрещения/состояния PWM ENA/DIS/SR                          | 620        |
| 28.3.3. Регистры разрешения/запрещения/маски/состояния прерываний от PWM IER/IDR/IMR/ISR | 621        |
| 28.3.4. Регистр режима канала PWM CMRx   | 621        |
| 28.3.5. Регистр рабочего цикла канала PWM CDTYx  | 623        |
| 28.3.6. Регистр периода канала PWM CPRDx   | 623        |
| 28.3.7. Регистр счетчика канала PWM CCNTx  | 625        |
| 28.3.8. Регистр обновления канала PWM CUPDx  | 625        |
| <b>Глава 29. Аналого-цифровой преобразователь (ADC)</b>                                  | <b>627</b> |
| 29.1. Основные особенности и общее описание  | 627        |
| 29.2. Функциональное описание  | 629        |
| 29.2.1. Аналого-цифровое преобразование  | 629        |
| 29.2.2. Опорное напряжение АЦП   | 629        |

|  |            |
|--|------------|
| 29.2.3. Разрешающая способность преобразования.....  | 629        |
| 29.2.4. Результаты преобразования.....   | 630        |
| 29.2.5. Триггеры запуска преобразования.....   | 631        |
| 29.2.7. «Спящий» режим и упорядочение преобразований.....  | 632        |
| 29.2.8. Временные параметры АЦП.....   | 632        |
| 29.3. Пользовательский интерфейс.....  | 633        |
| 29.3.1. Регистр команд ADC ADC_CR.....   | 634        |
| 29.3.2. Регистр режима ADC ADC_MR.....   | 634        |
| 29.3.3. Регистры разрешения/запрещения/состояния канала<br>ADC ADC_CHER/ ADC_CHDR/ADC_CHSR.....                    | 636        |
| 29.3.4. Регистр состояния ADC ADC_SR.....  | 637        |
| 29.3.5. Регистр последних данных преобразования<br>ADC ADC_LCDR.....   | 638        |
| 29.3.6. Регистры разрешения/запрещения/маски прерываний<br>от ADC ADC_IER/ADC_IDR/ADC_IMR.....                     | 638        |
| 29.3.7. Регистр данных канала x ADC ADC_CDRx.....  | 640        |
| <b>Глава 30. Аудио ЦАП битового потока (ABDAC).....</b>  | <b>642</b> |
| 30.1. Основные особенности.....  | 642        |
| 30.2. Функциональное описание.....   | 644        |
| 30.2.1. Фильтры выравнивания и интерполяции.....   | 645        |
| 30.2.2. Сигма-дельта модулятор.....  | 645        |
| 30.3. Пользовательский интерфейс.....  | 645        |
| 30.3.1. Регистр данных выборки ABDAC SDR.....  | 646        |
| 30.3.2. Регистр управления ABDAC CR.....   | 647        |
| 30.3.3. Регистры маски/разрешения/запрещения/сброса/<br>состояния прерываний от ABDAC IMR/IER/IDR/<br>ICR/ISR..... | 647        |
| <b>Глава 31. Система отладки на кристалле.....</b>   | <b>649</b> |
| 31.1. Основные особенности.....  | 649        |
| 31.2. Функциональное описание.....   | 650        |
| 31.2.1. Использование JTAG-отладчика.....  | 650        |
| 31.2.2. Сервисное устройство памяти.....   | 651        |
| 31.2.3. Использование AUX-отладчика.....   | 652        |
| <b>Глава 32. Интерфейс JTAG и граничное сканирование.....</b>  | <b>655</b> |
| <b>ЧАСТЬ 2. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ НА БАЗЕ МК АРХИТЕКТУРЫ<br/>AVR32</b>   |            |
| <b>Глава 33. IDE IAR Embedded Workbench for AVR32.....</b>   | <b>659</b> |
| 33.1. Общее описание.....  | 659        |
| 33.2. Создание приложений в IAR Embedded Workbench for AVR32.....  | 660        |
| 33.2.1. Параметры настройки нового проекта.....  | 660        |
| 33.2.2. Создание окна рабочей области.....   | 660        |
| 33.2.3. Создание нового проекта.....   | 661        |
| 33.2.4. Добавление файлов к проекту.....   | 662        |

|  |            |
|--|------------|
| 33.2.5. Задание опций проекта.....                             | 663        |
| 33.2.6. Компилирование и компоновка приложения.....            | 665        |
| 33.3. Отладка приложения в режиме симуляции.....               | 667        |
| 33.3.1. Трассировка при симуляции.....                         | 670        |
| 33.3.2. Проверка корректности доступа к памяти.....            | 672        |
| 33.3.3. Использование точек останова при симуляции.....        | 674        |
| 33.3.4. Мониторинг памяти и регистров.....                     | 677        |
| 33.4. Отладка приложений в целевой системе.....                | 679        |
| 33.4.1. Трассировка при отладке.....                           | 684        |
| 33.4.2. Использование точек останова при отладке.....          | 684        |
| 33.4.3. Возможные проблемы при отладке.....                    | 684        |
| <b>Глава 34. IDE AVR32Studio.....</b>                          | <b>686</b> |
| 34.1. Общее описание.....                                      | 686        |
| 34.2. Пользовательский интерфейс IDE.....                      | 687        |
| 34.2.1. Основные понятия и определения.....                    | 687        |
| 34.2.2. Создание нового проекта.....                           | 691        |
| 34.3. Работа с проектами в IDE.....                            | 693        |
| 34.3.1. Системы формирования проектов.....                     | 693        |
| 34.3.2. Запуск формирования.....                               | 694        |
| 34.3.3. Управление целевой системой.....                       | 695        |
| 34.3.4. Работа с fuses-установками МК.....                     | 697        |
| 34.4. Отладка приложения.....                                  | 699        |
| 34.4.1. Конфигурирование запуска.....                          | 699        |
| 34.4.2. Работа с точками трассировки.....                      | 706        |
| 34.4.3. Мониторинг регистров.....                              | 708        |
| 34.4.4. Обзорение трассировки.....                             | 709        |
| 34.5. Аппаратные инструментальные средства.....                | 710        |
| 34.5.1. JTAG-адаптеры.....                                     | 710        |
| 34.5.2. Отладочные платы.....                                  | 713        |
| <b>Глава 35. Пользовательские проекты на базе AT32UC3.....</b> | <b>716</b> |
| 35.1. Ваш первый проект.....                                   | 717        |
| 35.2. Control Panel.....                                       | 717        |
| 35.3. Обслуживание акселерометра.....                          | 718        |
| 35.4. Обслуживание внешней памяти SPI Dataflash.....           | 719        |
| 35.5. Обслуживание карты памяти SD/MMC.....                    | 720        |
| 35.6. Использование встроенного АЦП.....                       | 720        |
| 35.7. Использование встроенного интерфейса USB.....            | 721        |
| 35.7.1. Устройство/хост USB Mass Storage.....                  | 721        |
| 35.7.2. Устройство/хост USB HID.....                           | 724        |
| 35.7.3. Устройство/хост USB CDC.....                           | 726        |
| 35.7.4. Устройство/хост USB Audio.....                         | 729        |
| 35.8. Использование RTC.....                                   | 731        |
| 35.9. Использование FLASHC.....                                | 732        |
| 35.10. Счет циклов ЦПУ.....                                    | 732        |
| 35.11. Поддержка файловой системы FAT.....                     | 734        |





|   |     |
|---|-----|
| 35.11.1. Файловая система FAT с оболочкой Shell   | 734 |
| 35.11.2. Файловая система FAT с интерфейсом POSIX | 736 |
| 35.12. Использование PDCA                         | 737 |
| 35.13. Использование EIM                          | 737 |
| 35.14. Использование INTC                         | 738 |
| 35.15. Использование PWM                          | 738 |
| 35.16. Использование TC                           | 739 |
| 35.17. Использование PM                           | 739 |
| 35.18. Поддержка FreeRTOS.org                     | 740 |

## ПРИЛОЖЕНИЯ

|   |            |
|---|------------|
| <b>Электрические характеристики МК подсемейства AT32UC3A</b>                        | <b>742</b> |
| Приложение 1. Предельно допустимые параметры AT32UC3A                               | 742        |
| Приложение 2. Характеристики по постоянному току (статические)<br>AT32UC3A          | 742        |
| Приложение 3. Характеристики встроенного стабилизатора<br>AT32UC3A                  | 743        |
| Приложение 4. Аналоговые характеристики AT32UC3A                                    | 744        |
| Приложение 5. Характеристики модуля BOD AT32UC3A                                    | 744        |
| Приложение 6. Ток потребления AT32UC3A  | 745        |
| Приложение 7.   | 746        |
| Приложение 8. Ток потребления периферийных устройств<br>в активном режиме AT32UC3A  | 746        |
| Приложение 9. Характеристики сигналов синхронизации<br>AT32UC3A                     | 747        |
| Приложение 10. Характеристики генератора 32 кГц AT32UC3A                            | 748        |
| Приложение 11. Характеристики задающего генератора AT32UC3A                         | 748        |
| Приложение 12. Характеристики PLL AT32UC3A  | 749        |
| Приложение 13. Характеристики производительности<br>АЦП AT32UC3A                    | 749        |
| Приложение 14. Характеристики входа опорного напряжения<br>АЦП AT32UC3A             | 750        |
| Приложение 15. Характеристики аналоговых входов AT32UC3A                            | 750        |
| Приложение 16. Характеристики точности и разрешающей<br>способности АЦП AT32UC3A    | 750        |
| <b>Электрические характеристики МК подсемейства AT32UC3B</b>                        | <b>752</b> |
| Приложение 19. Предельно допустимые параметры AT32UC3B                              | 752        |
| Приложение 20. Характеристики по постоянному току (статические)<br>AT32UC3B         | 752        |
| Приложение 21. Характеристики встроенного стабилизатора<br>AT32UC3B                 | 753        |
| Приложение 22. Аналоговые характеристики AT32UC3B                                   | 754        |
| Приложение 23. Характеристики модуля BOD AT32UC3B                                   | 754        |
| Приложение 24. Ток потребления AT32UC3B   | 755        |
| Приложение 25. Ток потребления периферийных устройств<br>в активном режиме AT32UC3B | 756        |

|   |            |
|---|------------|
| Приложение 26. Характеристики сигналов синхронизации<br>АТ32UC3В.....                 | 757        |
| Приложение 27. Характеристики генератора 32 кГц АТ32UC3В.....                         | 757        |
| Приложение 28. Характеристики задающего генератора АТ32UC3В.....                      | 758        |
| Приложение 29. Характеристики PLL АТ32UC3В.....                                       | 758        |
| Приложение 30. Характеристики производительности<br>АЦП АТ32UC3В.....                 | 759        |
| Приложение 31. Характеристики входа опорного напряжения АЦП<br>АТ32UC3В.....          | 760        |
| Приложение 32. Характеристики аналоговых входов АТ32UC3В.....                         | 760        |
| Приложение 33. Характеристики точности и разрешающей<br>способности АЦП АТ32UC3В..... | 760        |
| Приложение 34.....  | 761        |
| Приложение 35.....  | 762        |
| Приложение 36.....  | 763        |
| Приложение 37.....  | 764        |
| <b>Список литературы.....</b>   | <b>765</b> |