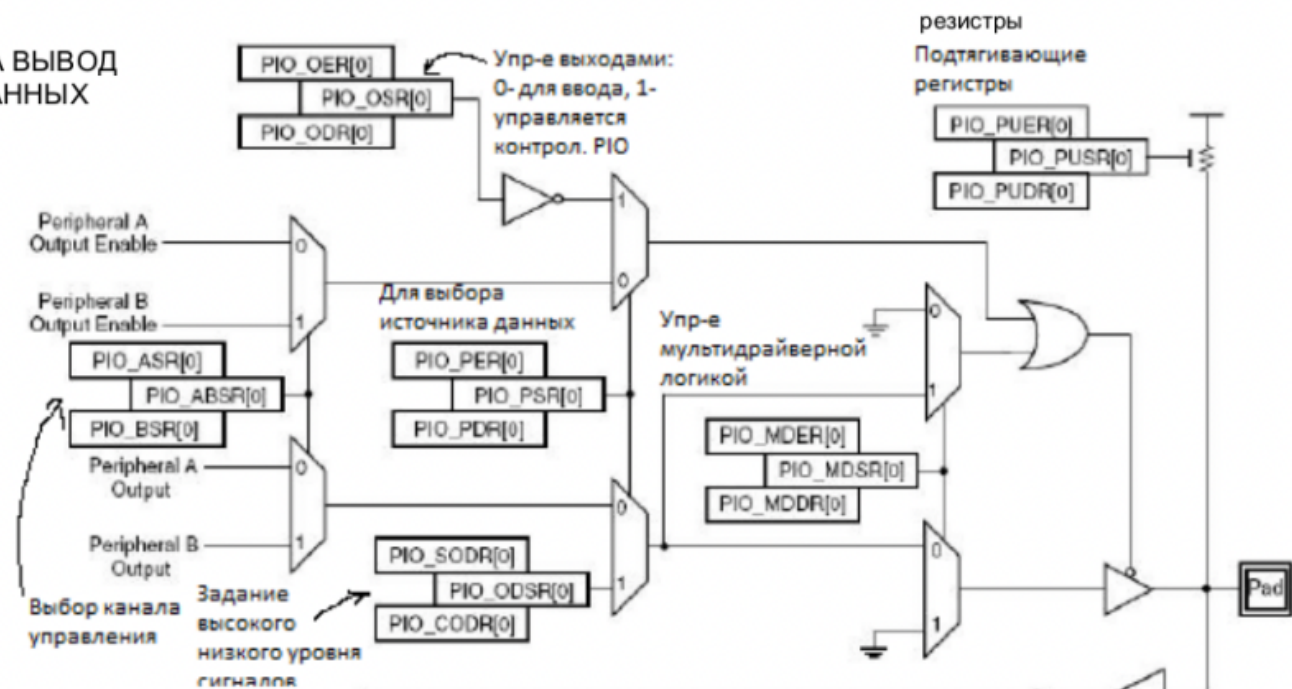
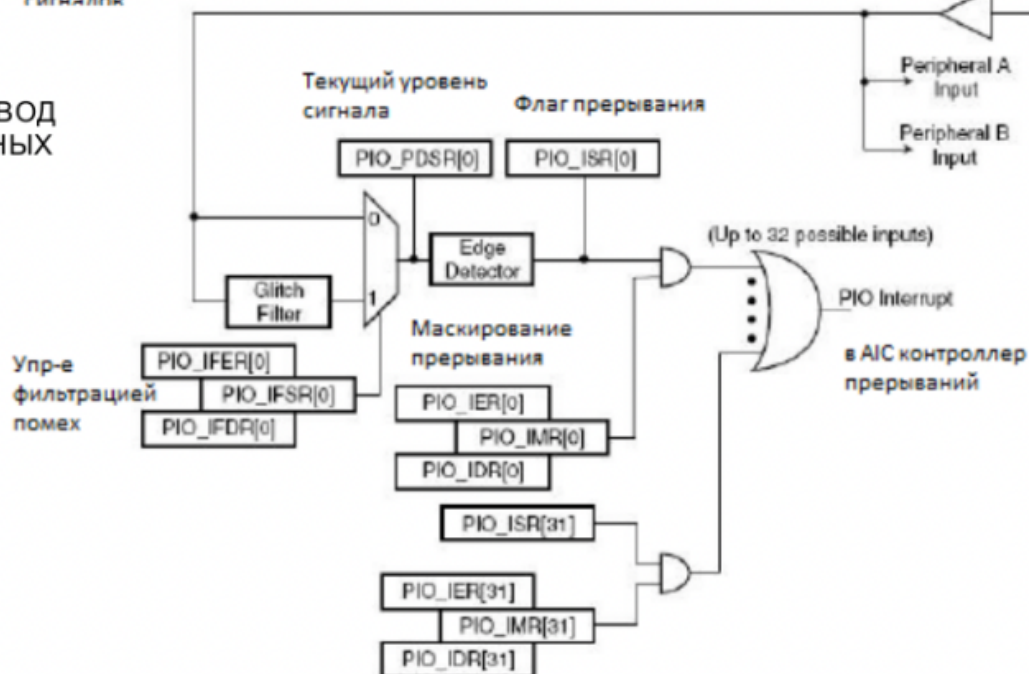


## НА ВЫВОД ДАННЫХ



## НА ВВОД ДАННЫХ



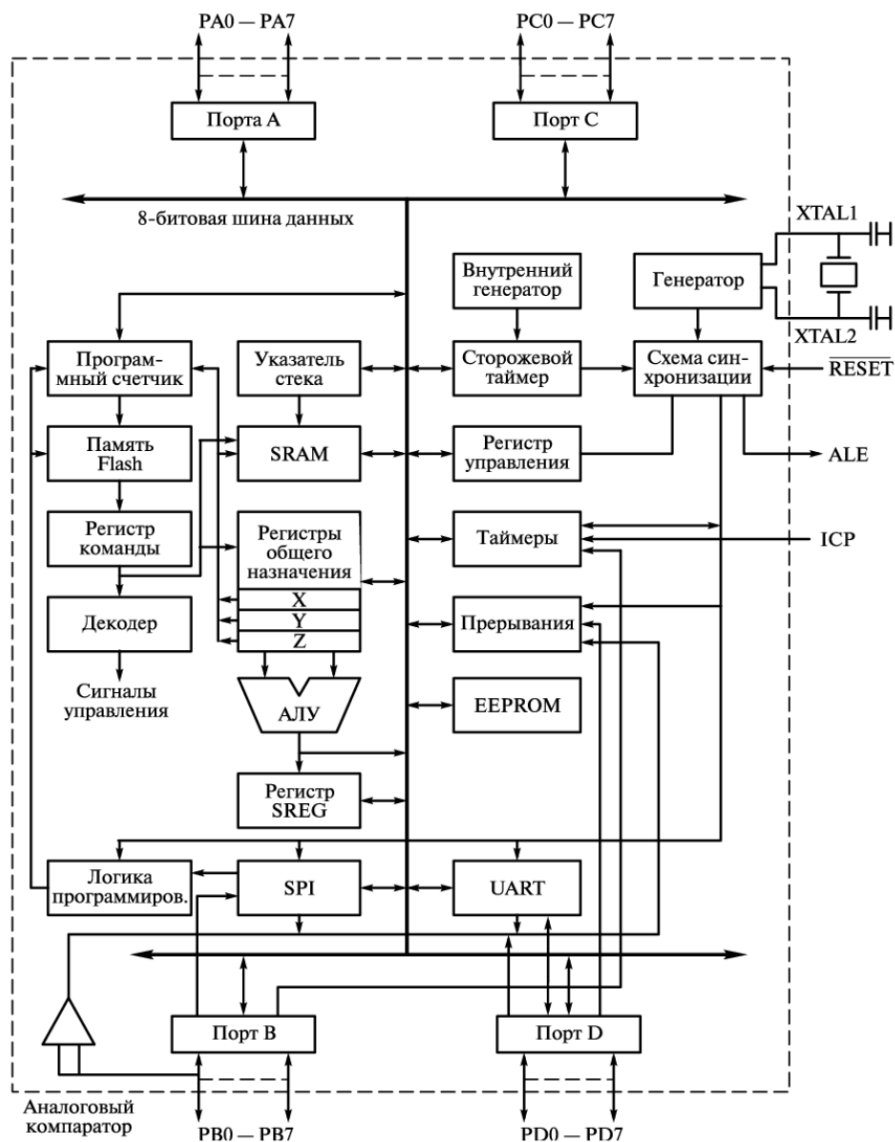
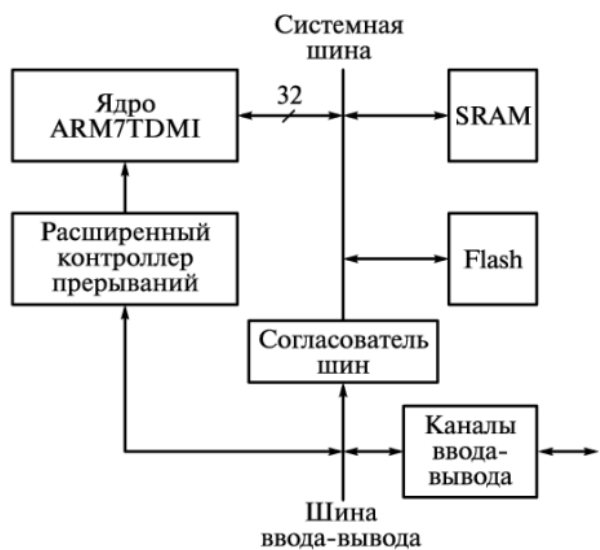


Рис. 4.1. Структура микроконтроллера AT90S8515



### Упрощенная схема микроконтроллеров SmartARM

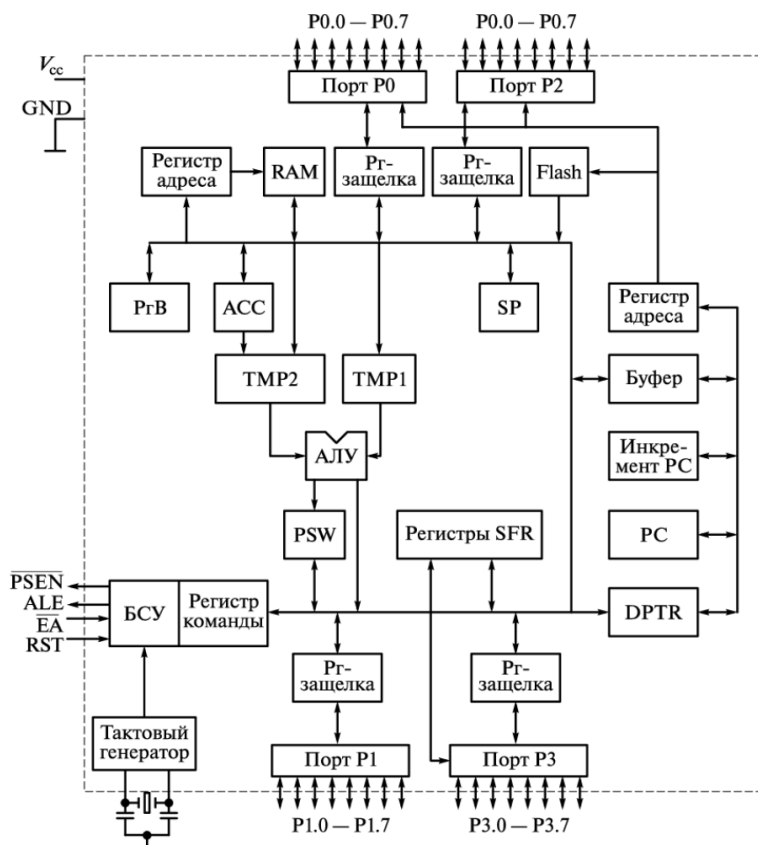


Рис. 3.2. Структурная схема микроконтроллера AT89C51

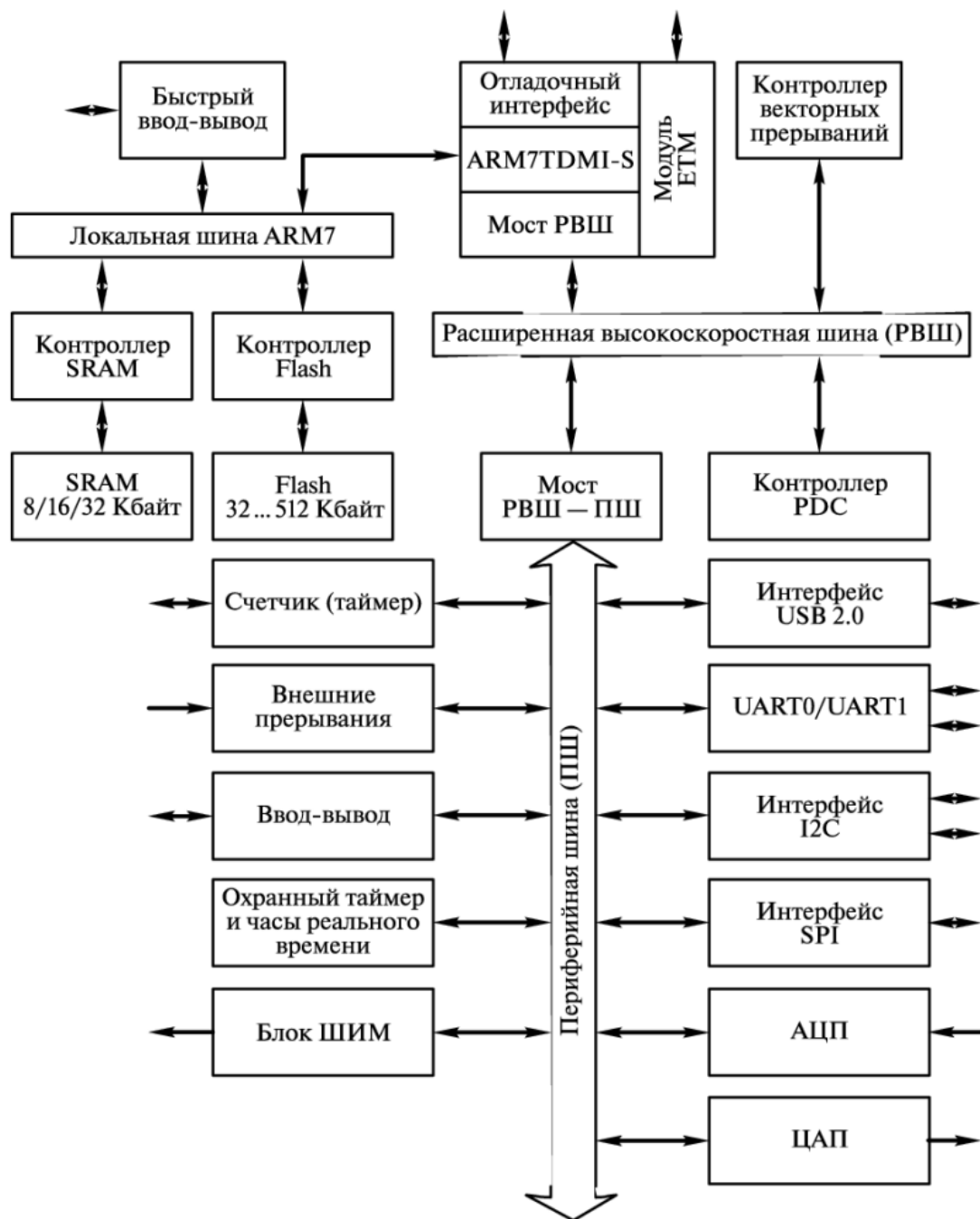


Рис. 17.8. Упрощенная структурная схема микроконтроллеров LPC214X

Мнемоника	Описание команды	Операция
LPM	Загрузка из программной памяти в R0	$R0 \leftarrow (Z)$
*LPM Rd, Z+	Загрузка из программной памяти в регистр Rd с постинкрементом	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$
*SPM	Сохранение в программной памяти	$(Z) \leftarrow R1:R0$
IN Rd, P	Чтение регистра ввода-вывода	$Rd \leftarrow P, P = 0 - 63$
OUT P, Rr	Запись в регистр ввода-вывода	$P \leftarrow Rr, P = 0 - 63$
PUSH Rr	Сохранение в стеке	$STACK \leftarrow Rr$
POP Rd	Извлечение из стека	$Rd \leftarrow STACK$

Таблица 4.3. Команды управления

Мнемоника	Описание команды	Операция
RJMP k	Переход	$PC \leftarrow PC + k + 1$
IJMP	Косвенный переход по (Z)	$PC \leftarrow Z$
RCALL k	Вызов подпрограммы	$PC \leftarrow PC + k + 1$
ICALL	Косвенный вызов по (Z)	$PC \leftarrow Z$
RET	Возврат из подпрограммы	$PC \leftarrow STACK$
RETI	Возврат из прерывания	$PC \leftarrow STACK, I$
CPSE Rd, Rr	Сравнить и пропустить команду, если равны	Если $(Rd = Rr)$ , то $PC \leftarrow PC + 2/3$
SBRC Rr, b	Пропустить, если бит в регистре равен 0	Если $(Rr(b) = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + 2/3$
SBRS Rr, b	Пропустить, если бит в регистре равен 1	Если $(Rr(b) = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + 2/3$
SBIC P, b	Пропустить, если бит регистра ввода-вывода равен 0	Если $(P(b) = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + 2/3$
SBIS P, b	Пропустить, если бит регистра ввода-вывода равен 1	Если $(P(b) = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + 2/3$
BRBS s, k	Перейти, если разряд s в SREG равен 1	Если $(SREG(s) = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRBC s, k	Перейти, если разряд s в SREG равен 0	Если $(SREG(s) = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BREQ k	Перейти, если равно	Если $(Z = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRNE k	Перейти, если не равно	Если $(Z = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRCS k	Перейти, если C = 1	Если $(C = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRCC k	Перейти, если C = 0	Если $(C = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$

Таблица 4.1. Арифметические и логические операции

Мнемоника	Описание команды	Операция	Признаки
ADD Rd, Rr	Сложение двух регистров	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z, C, N, V, H
ADC Rd, Rr	Сложение двух регистров и переноса	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z, C, N, V, H
ADIW Rdl, K	Сложение регистровой пары с константой	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl + K$	Z, C, N, V, S
SUB Rd, Rr	Вычитание двух регистров	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z, C, N, V, H
SUBI Rd, K	Вычитание константы из регистра	$Rd \leftarrow Rd - K, d = 16 - 31$	Z, C, N, V, H
SBC Rd, Rr	Вычитание двух регистров с заемом	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z, C, N, V, H
SBCI Rd, K	Вычитание константы из регистра с заемом	$Rd \leftarrow Rd - K - C, d = 16 - 31$	Z, C, N, V, H
SBIW Rdl, K	Вычитание константы из регистровой пары	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl - K$	Z, C, N, V, S
AND Rd, Rr	Логическое И двух регистров	$Rd \leftarrow Rd \wedge Rr$	Z, N, V
ANDI Rd, K	Логическое И регистра и константы	$Rd \leftarrow Rd \wedge K, d = 16 - 31$	Z, N, V
OR Rd, Rr	Логическое ИЛИ двух регистров	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z, N, V
ORI Rd, K	Логическое ИЛИ регистра и константы	$Rd \leftarrow Rd \vee K, d = 16 - 31$	Z, N, V
EOR Rd, Rr	Логическое исключающее ИЛИ регистров	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z, N, V
LSL Rd	Логический сдвиг влево	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), Rd(0) \leftarrow 0$	Z, C, N, V
LSR Rd	Логический сдвиг вправо	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), Rd(7) \leftarrow 0$	Z, C, N, V
ROL Rd	Сдвиг влево через перенос	$Rd(0) \leftarrow C, R(n+1) \leftarrow Rd(n), C \leftarrow Rd(7)$	Z, C, N, V
ROR Rd	Сдвиг вправо через перенос	$Rd(7) \leftarrow C, Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), C \leftarrow Rd(0)$	Z, C, N, V
ASR Rd	Арифметический сдвиг вправо	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), n = 0 - 6$	Z, C, N, V
CP Rd, Rr	Сравнение регистров	$Rd - Rr$	Z, N, V, C, H
CPC Rd, Rr	Сравнение регистров с учетом заема	$Rd - Rr - C$	Z, N, V, C, H
CPI Rd, K	Сравнение регистра с константой	$Rd - K, d = 16 - 31$	Z, N, V, C, H
COM Rd	Инверсия регистра	$Rd \leftarrow \sim Rd$	Z, C, N, V

Мнемоника	Описание команды	Операция
BRLO k	Перейти, если меньше	Если $(C = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRMI k	Перейти, если минус	Если $(N = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRPL k	Перейти, если плюс	Если $(N = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRGE k	Перейти, если больше или равно (со знаком)	Если $(N \oplus V = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRLT k	Перейти, если меньше (со знаком)	Если $(N \oplus V = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRHS k	Перейти, если межтетрадный перенос H = 1	Если $(H = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRHC k	Перейти, если межтетрадный перенос H = 0	Если $(H = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRTS k	Перейти, если флаг T = 1	Если $(T = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRTC k	Перейти, если флаг T = 0	Если $(T = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRVS k	Перейти, если флаг переполнения V = 1	Если $(V = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRVC k	Перейти, если флаг переполнения V = 0	Если $(V = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRIE k	Перейти, если флаг прерывания I = 1	Если $(I = 1)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRID k	Перейти, если флаг прерывания I = 0	Если $(I = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$
BRSH k	Перейти, если больше или равно	Если $(C = 0)$ , то $PC \leftarrow PC + k + 1$

Таблица 4.4. Операции с битами

Мнемоника	Операция	Мнемоника	Операция
SBI P, b	$(P, b) \leftarrow 1, P = 0 - 31$	CLI	$I \leftarrow 0$
CBI P, b	$(P, b) \leftarrow 0, P = 0 - 31$	SES	$S \leftarrow 1$
BSET s	$SREG(s) \leftarrow 1$	CLS	$S \leftarrow 0$
BCLR s	$SREG(s) \leftarrow 0$	SEV	$V \leftarrow 1$
BST Rr, b	$T \leftarrow Rr(b)$	CLV	$V \leftarrow 0$
BLD Rd, b	$Rd(b) \leftarrow T$	SET	$T \leftarrow 1$
SEC	$C \leftarrow 1$	CLT	$T \leftarrow 0$
CLC	$C \leftarrow 0$	SEH	$H \leftarrow 1$
SEN	$N \leftarrow 1$	CLH	$H \leftarrow 0$
CLN	$N \leftarrow 0$	NOP	Нет
SEZ	$Z \leftarrow 1$	SLEEP	Режим энергосбережения
CLZ	$Z \leftarrow 0$	WDR	Сброс WDT
SEI	$I \leftarrow 1$	—	—

Мнемоника	Описание команды	Операция	Признаки
NEG Rd	Изменение знака	$Rd \leftarrow \$00 - Rd$	Z, C, N, V, H
SPR Rd, K	Логическое ИЛИ регистра и константы	$Rd \leftarrow Rd \vee K, d = 16 - 31$	Z, N, V
CBR Rd, K	Логическое И Rd с инверсией константы	$Rd \leftarrow Rd \wedge (\sim K)$	Z, N, V
INC Rd	Инкремент регистра	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z, N, V
DEC Rd	Декремент регистра	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z, N, V
TST Rd	Проверка регистра	$Rd \leftarrow Rd \wedge Rd$	Z, N, V
CLR Rd	Сброс регистра в ноль	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	Z, N, V
SER Rd	Установка единицы в разрядах регистра	$Rd \leftarrow \$FF, d = 16 - 31$	Z, C, N, V, H