

# Система команд AVR

Мнемокод	Операнды	Описание	Действие	Флаги	Кол-во циклов
<b>Арифметические и логические инструкции</b>					
ADD	Rd, Rr	Сложить два регистра	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z, C, N, V, H	1
ADC	Rd, Rr	Сложить два регистра с переносом	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z, C, N, V, H	1
ADIW	RdI, K	Сложить слово с константой	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl + K$	Z, C, N, V, S	2
SUB	Rd, Rr	Вычесть два регистра	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z, C, N, V, H	1
SUBI	Rd, K	Вычесть константу из регистра	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z, C, N, V, H	1
SBC	Rd, Rr	Вычесть два регистра с учетом переноса	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z, C, N, V, H	1
SBCI	Rd, K	Вычесть константу из регистра с учетом переноса	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z, C, N, V, H	1
SBIW	RdI, K	Вычесть константу из слова	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl - K$	Z, C, N, V, S	2
AND	Rd, Rr	Логическое И между регистрами	$Rd \leftarrow Rd \cdot Rr$	Z, N, V	1
ANDI	Rd, K	Логическое И между регистром и константой	$Rd \leftarrow Rd \cdot K$	Z, N, V	1
OR	Rd, Rr	Логическое ИЛИ между регистрами	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z, N, V	1
ORI	Rd, K	Логическое ИЛИ между регистром и константой	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z, N, V	1
EOR	Rd, Rr	Искл. ИЛИ между регистрами	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z, N, V	1
COM	Rd	Дополнение до 0b11111111 (\$FF), инверсия	$Rd \leftarrow \$FF - Rd$	Z, C, N, V	1
NEG	Rd	Дополнение до 0b00000000 (\$00)	$Rd \leftarrow \$00 - Rd$	Z, C, N, V, H	1
SBR	Rd, K	Установка бит (бита) в регистре	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z, N, V	1
CBR	Rd, K	Сброс бит (бита) в регистре	$Rd \leftarrow Rd \cdot (\$FF - K)$	Z, N, V	1
INC	Rd	Инкремент	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z, N, V	1
DEC	Rd	Декремент	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z, N, V	1
TST	Rd	Проверка на ноль или минус	$Rd \leftarrow Rd \cdot Rd$	Z, N, V	1
CLR	Rd	Сброс регистра	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	Z, N, V	1
SER	Rd	Установка регистра	$Rd \leftarrow \$FF$	Нет	1
MUL	Rd, Rr	Умножение без знака	$R1:R0 \leftarrow RdxRr$	Z, C	2
MULS	Rd, Rr	Умножение со знаком	$R1:R0 \leftarrow RdxRr$	Z, C	2
MULSU	Rd, Rr	Умножение знакового с беззнаковым числом	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z, C	2
FMUL	Rd, Rr	Дробное умножение без знака	$R1:R0 \leftarrow (RdxRr) \ll 1$	Z, C	2
FMULS	Rd, Rr	Дробное умножение со знаком	$R1:R0 \leftarrow (RdxRr) \ll 1$	Z, C	2
FMULSU	Rd, Rr	Дробное умножение знакового с беззнаковым числом	$R1:R0 \leftarrow (RdxRr) \ll 1$	Z, C	2
<b>Инструкции перехода</b>					
RJMP	K	Относительный переход	$PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	2
IJMP		Косвенный переход по указателю (Z)	$PC \leftarrow Z$	Нет	2
JMP	K	Безусловный переход	$PC \leftarrow k$	Нет	3
RCALL	K	Относительный вызов процедуры	$PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	3
ICALL		Косвенный вызов процедуры по указателю (Z)	$PC \leftarrow Z$	Нет	3
CALL	K	Безусловный вызов процедуры	$PC \leftarrow k$	Нет	4
RET		Возврат из подпрограммы	$PC \leftarrow STACK$	Нет	4
RETI		Возврат из прерывания	$PC \leftarrow STACK$	I	4
CPSE	Rd, Rr	Сравнение и пропуск, если равно if (Rd = Rr)	$PC \leftarrow PC + 2$ или 3	Нет	1/2/3
CP	Rd, Rr	Сравнение	Rd-Rr	Z, N, V, C, H	1
CPC	Rd, Rr	Сравнение с учетом переноса	$Rd - Rr - C$	Z, N, V, C, H	1
CPI	Rd, K	Сравнение регистра с константой	Rd-K	Z, N, V, C, H	1
SBRC	Rr, b	Пропуск, если бит в регистре сброшен	if (Rr(b)=0) $PC \leftarrow PC + 2$ или 3	Нет	1/2/3
SBRSC	Rr, b	Пропуск, если бит в регистре установлен	if (Rr(b)=1) $PC \leftarrow PC + 2$ или 3	Нет	1/2/3
SBIC	P, b	Пропуск, если бит в регистре ввода-вывода сброшен	if (P(b)=0) $PC \leftarrow PC + 2$ или 3	Нет	1/2/3
SBIS	P, b	Пропуск, если бит в регистре ввода-вывода установлен	if (P(b)=1) $PC \leftarrow PC + 2$ или 3	Нет	1/2/3
BRBS	s, k	Переход, если флаг состояния установлен	if (SREG(s) = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRBC	s, k	Переход, если флаг состояния сброшен	if (SREG(s) = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BREQ	K	Переход, если равно	if (Z = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRNE	K	Переход, если не равно	if (Z = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRCS	K	Переход, если перенос установлен	if (C = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRCC	K	Переход, если перенос сброшен	if (C = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRSH	k	Переход, если больше или равно	if (C = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRLO	k	Переход, если меньше	if (C = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRMI	k	Переход, если минус	if (N = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRPL	k	Переход, если плюс	if (N = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRGE	k	Переход, если больше или равно с учетом знака	if (N e V = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRLT	k	Переход, если меньше нуля с учетом знака	if (N e V = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRHS	k	Переход, если флаг H установлен	if (H = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRHC	k	Переход, если флаг H сброшен	if (H = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRTS	k	Переход, если флаг T установлен	if (T = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRTC	k	Переход, если флаг T сброшен	if (T = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRVS	k	Переход, если флаг V установлен	if (V = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRVC	k	Переход, если флаг V сброшен	if (V = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRIE	k	Переход, если прерывания разрешены	if (I = 1) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
BRID	k	Переход, если прерывания запрещены	if (I = 0) then $PC \leftarrow PC + k + 1$	Нет	1/2
<b>Инструкции управления микроконтроллером</b>					
NOP		Нет операции		Нет	1
SLEEP		Перевод в режим сна	(см. подробное описание режима сна)	Нет	1
WDR		Сброс сторожевого таймера	(см. подробное описание сторожевого таймера)	Нет	1
BREAK		Прерывание	только для встроенной отладки	Нет	-

Мнемод	Операнды	Описание	Действие	Флаги	Кол-во циклов
<b>Инструкции передачи данных</b>					
MOV	Rd, Rr	Запись из регистра в регистр	$Rd \leftarrow Rr$	Нет	1
MOVW	Rd, Rr	Перезапись слова между регистрами	$Rd+1:Rd \leftarrow Rr+1:Rr$	Нет	1
LDI	Rd, K	Запись константы в регистр	$Rd \leftarrow K$	Нет	1
LD	Rd, X	Косвенное считывание из памяти в регистр	$Rd \leftarrow (X)$	Нет	2
LD	Rd, X+	Косвенное считывание из памяти в регистр и инкр.	$Rd \leftarrow (X), X \leftarrow X + 1$	Нет	2
LD	Rd, -X	Предварительный декремент, а затем косвенное считывание из памяти в регистр	$X \leftarrow X - 1, Rd \leftarrow (X)$	Нет	2
LD	Rd, Y	Косвенное считывание из памяти в регистр	$Rd \leftarrow (Y)$	Нет	2
LD	Rd, Y+	Косвенное считывание из памяти в регистр и инкр.	$Rd \leftarrow (Y), Y \leftarrow Y + 1$	Нет	2
LD	Rd, -Y	Предварительный декремент, а затем косвенное считывание из памяти в регистр	$Y \leftarrow Y - 1, Rd \leftarrow (Y)$	Нет	2
LDD	Rd, Y+q	Косвенное считывание из памяти в регистр со смещением	$Rd \leftarrow (Y + q)$	Нет	2
LD	Rd, Z	Косвенное считывание из памяти в регистр	$Rd \leftarrow (Z)$	Нет	2
LD	Rd, Z+	Косвенное считывание из памяти в регистр и инкр.	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	Нет	2
LD	Rd, -Z	Предварительный декремент, а затем косвенное считывание из памяти в регистр	$Z \leftarrow Z - 1, Rd \leftarrow (Z)$	Нет	2
LDD	Rd, Z+q	Косвенное считывание из памяти в регистр со смещением	$Rd \leftarrow (Z + q)$	Нет	2
LDS	Rd, k	Непосредственное чтение из ОЗУ в регистр	$Rd \leftarrow (k)$	Нет	2
ST	X, Rr	Косвенная запись	$(X) \leftarrow Rr$	Нет	2
ST	X+, Rr	Косвенная запись и послед. инкремент	$(X) \leftarrow Rr, X \leftarrow X + 1$	Нет	2
ST	-X, Rr	Предв. декремент и косвенная запись	$X \leftarrow X - 1, (X) \leftarrow Rr$	Нет	2
ST	Y, Rr	Косвенная запись	$(Y) \leftarrow Rr$	Нет	2
ST	Y+, Rr	Косвенная запись и послед. инкремент	$(Y) \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y + 1$	Нет	2
ST	-Y, Rr	Предв. декремент и косвенная запись	$Y \leftarrow Y - 1, (Y) \leftarrow Rr$	Нет	2
STD	Y+q, Rr	Косвенная запись со смещением	$(Y + q) \leftarrow Rr$	Нет	2
ST	Z, Rr	Косвенная запись	$(Z) \leftarrow Rr$	Нет	2
ST	Z+, Rr	Косвенная запись и послед. инкремент	$(Z) \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z + 1$	Нет	2
ST	-Z, Rr	Предв. декремент и косвенная запись	$Z \leftarrow Z - 1, (Z) \leftarrow Rr$	Нет	2
STD	Z+q, Rr	Косвенная запись со смещением	$(Z + q) \leftarrow Rr$	Нет	2
STS	k, Rr	Непосредственная запись в ОЗУ	$(k) \leftarrow Rr$	Нет	2
LPM		Чтение из памяти программ	$R0 \leftarrow (Z)$	Нет	3
LPM	Rd, Z	Чтение из памяти программ	$Rd \leftarrow (Z)$	Нет	3
LPM	Rd, Z+	Чтение из памяти программ и последующий инкремент	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	Нет	3
ELPM		Расширенное чтение из памяти программ	$R0 \leftarrow (RAMPZ:Z)$	Нет	3
ELPM	Rd, Z	Расширенное чтение из памяти программ	$Rd \leftarrow (RAMPZ:Z)$	Нет	3
ELPM	Rd, Z+	Расширенное чтение из памяти программ и последующие инкремент	$Rd \leftarrow (RAMPZ:Z), RAMPZ:Z \leftarrow RAMPZ:Z + 1$	Нет	3
SPM		Запись в память программ	$(Z) \leftarrow R1:R0$	Нет	-
IN	Rd, P	Считывание из порта ввода-вывода в регистр	$Rd \leftarrow P$	Нет	1
OUT	P, Rr	Запись из регистра в порт ввода-вывода	$P \leftarrow Rr$	Нет	1
PUSH	Rr	Помещение содержимого регистра в стек	$STACK \leftarrow Rr$	Нет	2
POP	Rd	Извлечение из стека в регистр	$Rd \leftarrow STACK$	Нет	2
<b>Битовые инструкции и инструкции тестирования бит</b>					
SBI	P, b	Установка бита в регистре ввода-вывода	$I/O(P, b) \leftarrow 1$	Нет	2
CBI	P, b	Сброс бита в регистре ввода-вывода	$I/O(P, b) \leftarrow 0$	Нет	2
LSL	Rd	Логический сдвиг влево	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), Rd(0) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
LSR	Rd	Логический сдвиг вправо	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), Rd(7) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
ROL	Rd	Вращение влево через перенос	$Rd(0) \leftarrow C, Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), C \leftarrow Rd(7)$	Z, C, N, V	1
ROR	Rd	Вращение вправо через перенос	$Rd(7) \leftarrow C, Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), C \leftarrow Rd(0)$	Z, C, N, V	1
ASR	Rd	Арифметический сдвиг вправо	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), n=0..6$	Z, C, N, V	1
SWAP	Rd	Обмен тетрадами	$Rd(3..0) \leftarrow Rd(7..4), Rd(7..4) \leftarrow Rd(3..0)$	Нет	1
BSET	s	Установка флага регистра SREG	$SREG(s) \leftarrow 1$	SREG(s)	1
BCLR	s	Сброс флага регистра SREG	$SREG(s) \leftarrow 0$	SREG(s)	1
BST	Rr, b	Запись бита регистра в T	$T \leftarrow Rr(b)$	T	1
BLD	Rd, b	Чтение из T в бит регистра	$Rd(b) \leftarrow T$	Нет	1
SEC		Установка флага переноса C	$C \leftarrow 1$	C	1
CLC		Сброс флага переноса C	$C \leftarrow 0$	C	1
SEN		Установка флага N	$N \leftarrow 1$	N	1
CLN		Сброс флага N	$N \leftarrow 0$	N	1
SEZ		Установка флага нуля Z	$Z \leftarrow 1$	Z	1
CLZ		Сброс флага нуля Z	$Z \leftarrow 0$	Z	1
SEI		Общее разрешение прерываний	$I \leftarrow 1$	I	1
CLI		Общий запрет прерываний	$I \leftarrow 0$	I	1
SES		Установка флага S	$S \leftarrow 1$	S	1
CLS		Сброс флага S	$S \leftarrow 0$	S	1
SEV		Установка флага V	$V \leftarrow 1$	V	1
CLV		Сброс флага V	$V \leftarrow 0$	V	1
SET		Установка флага T	$T \leftarrow 1$	T	1
CLT		Сброс флага T	$T \leftarrow 0$	T	1
SEH		Установка флага H	$H \leftarrow 1$	H	1
CLH		Сброс флага H	$H \leftarrow 0$	H	1