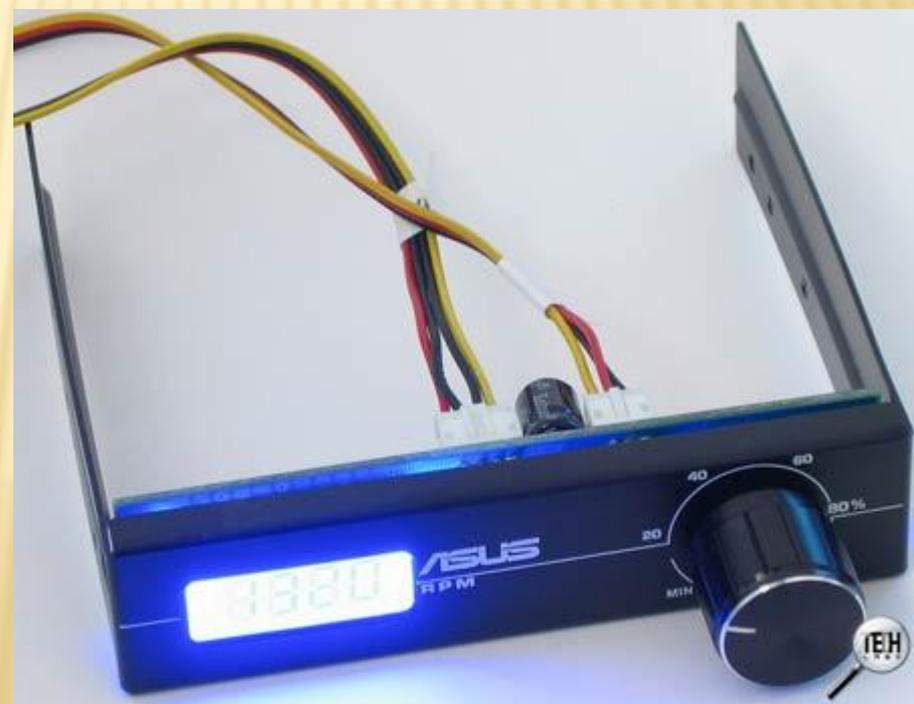
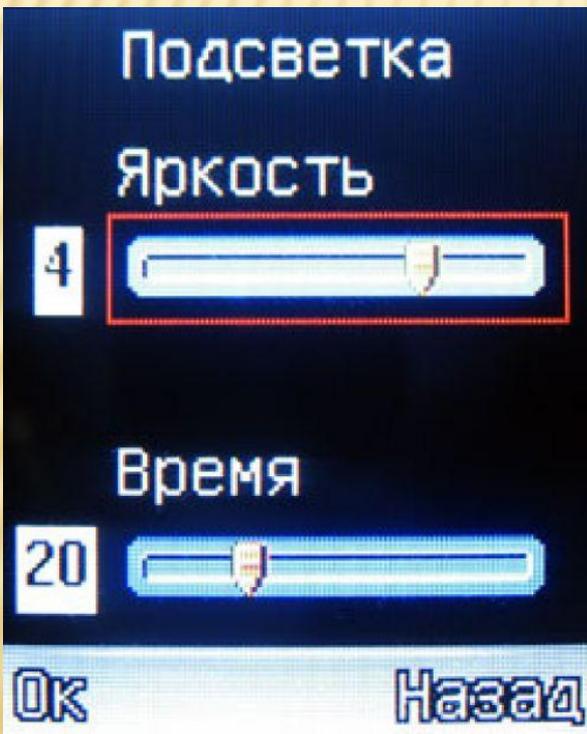
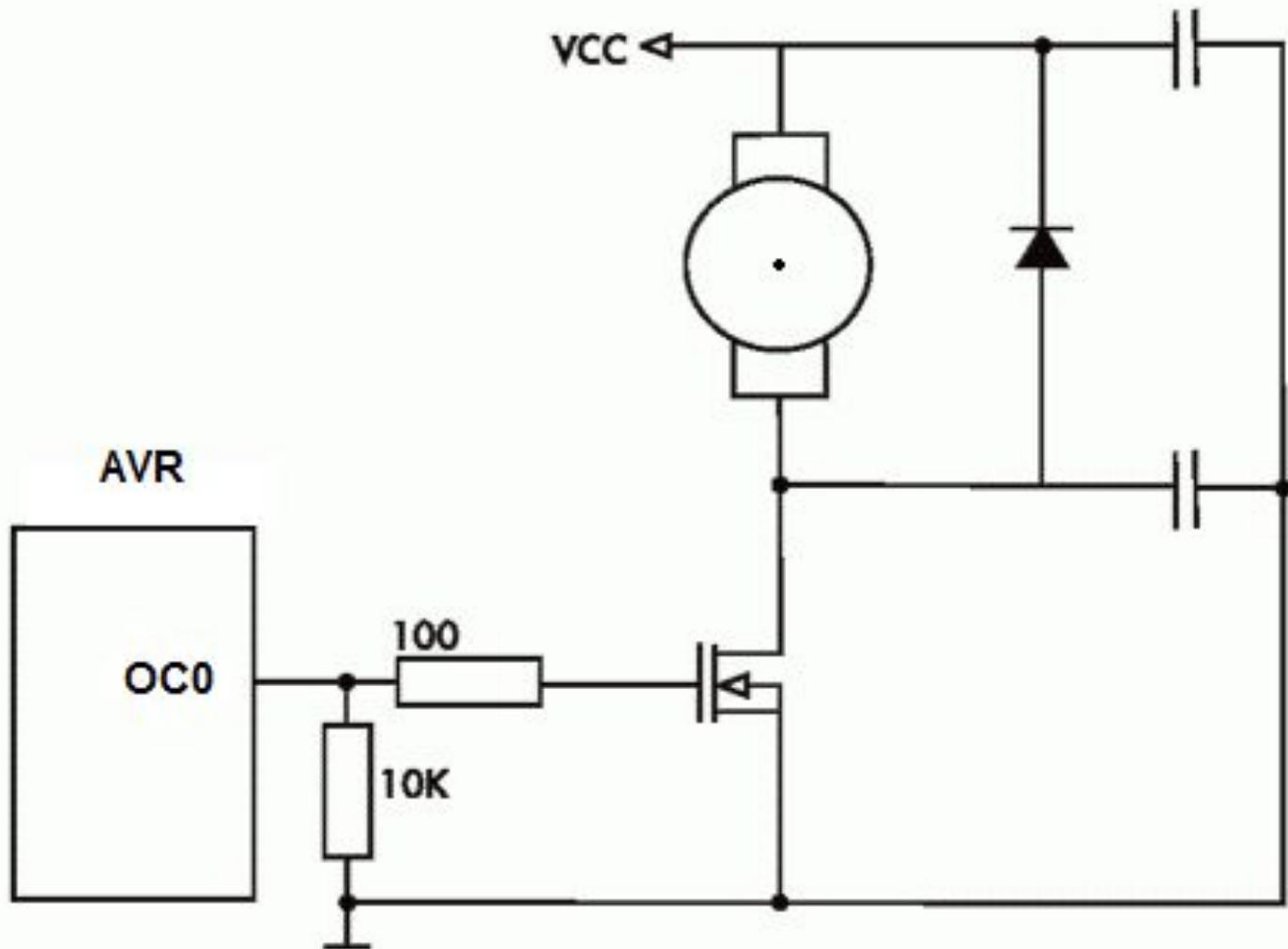


Сосновский Ю.В., к.т.н., доцент.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ



ШИМ



ШИМ (ШИМ) МОДУЛЯ

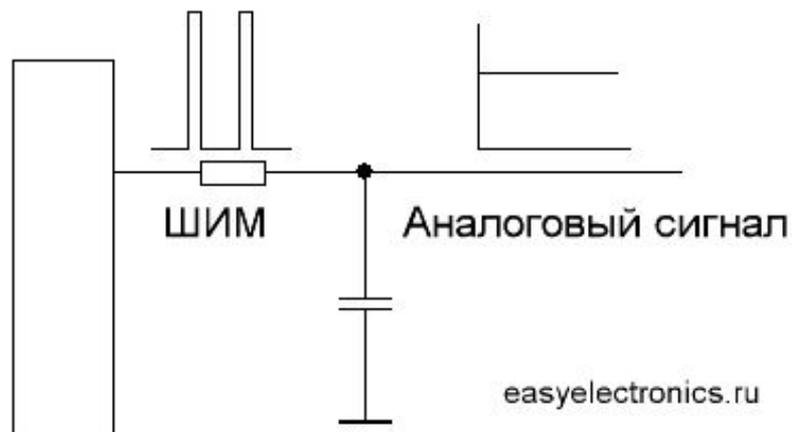
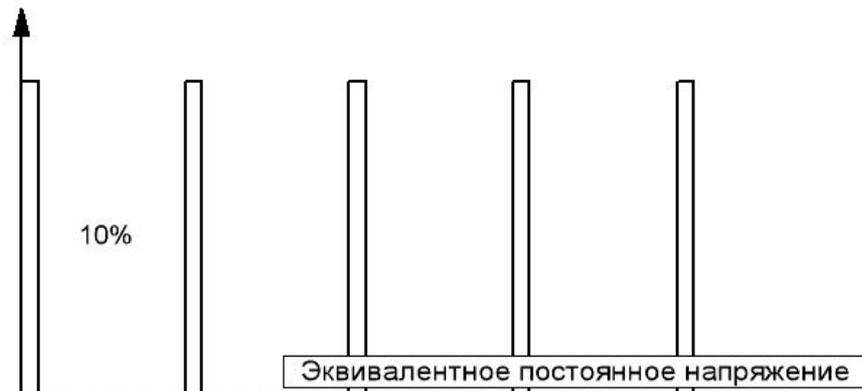
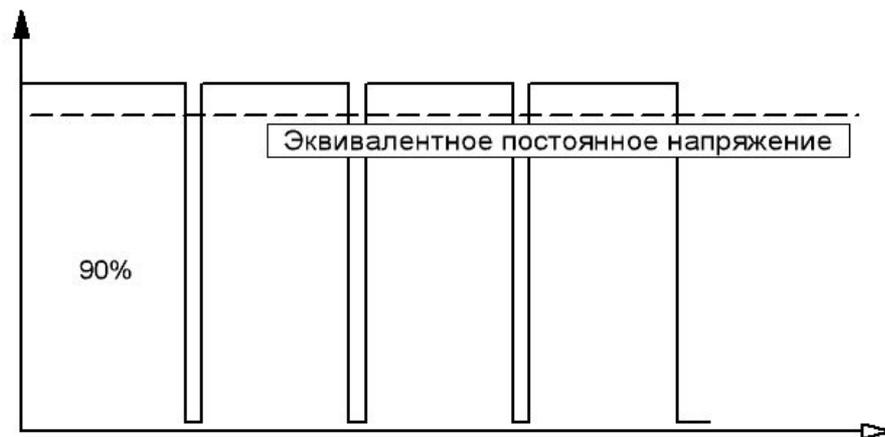
□ PWM —

□ ШИМ —

основан

(отношен

длитель

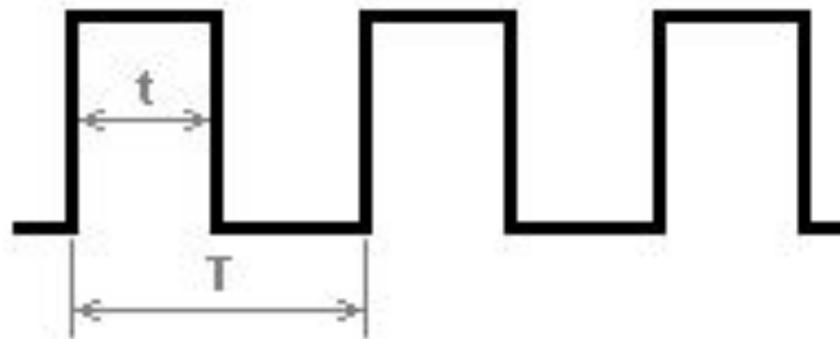


Я

сигнала,

СТИ

- **Частота** следования импульсов в единицу времени



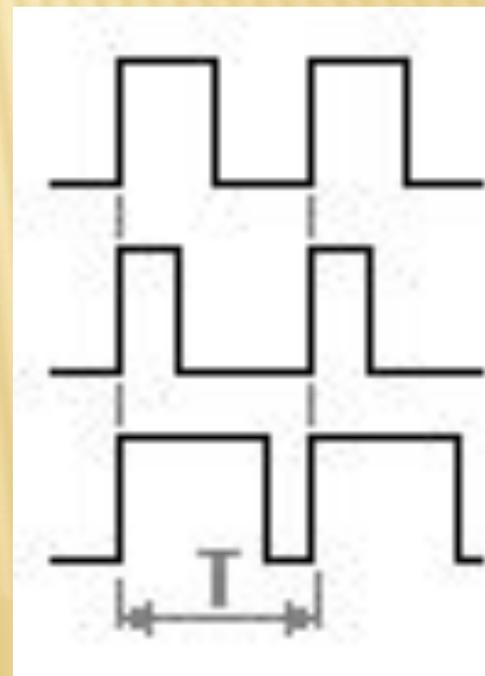
- **Период импульсов** – промежуток времени между двумя характерными точками двух соседних импульсов

- **$T=1/F$**

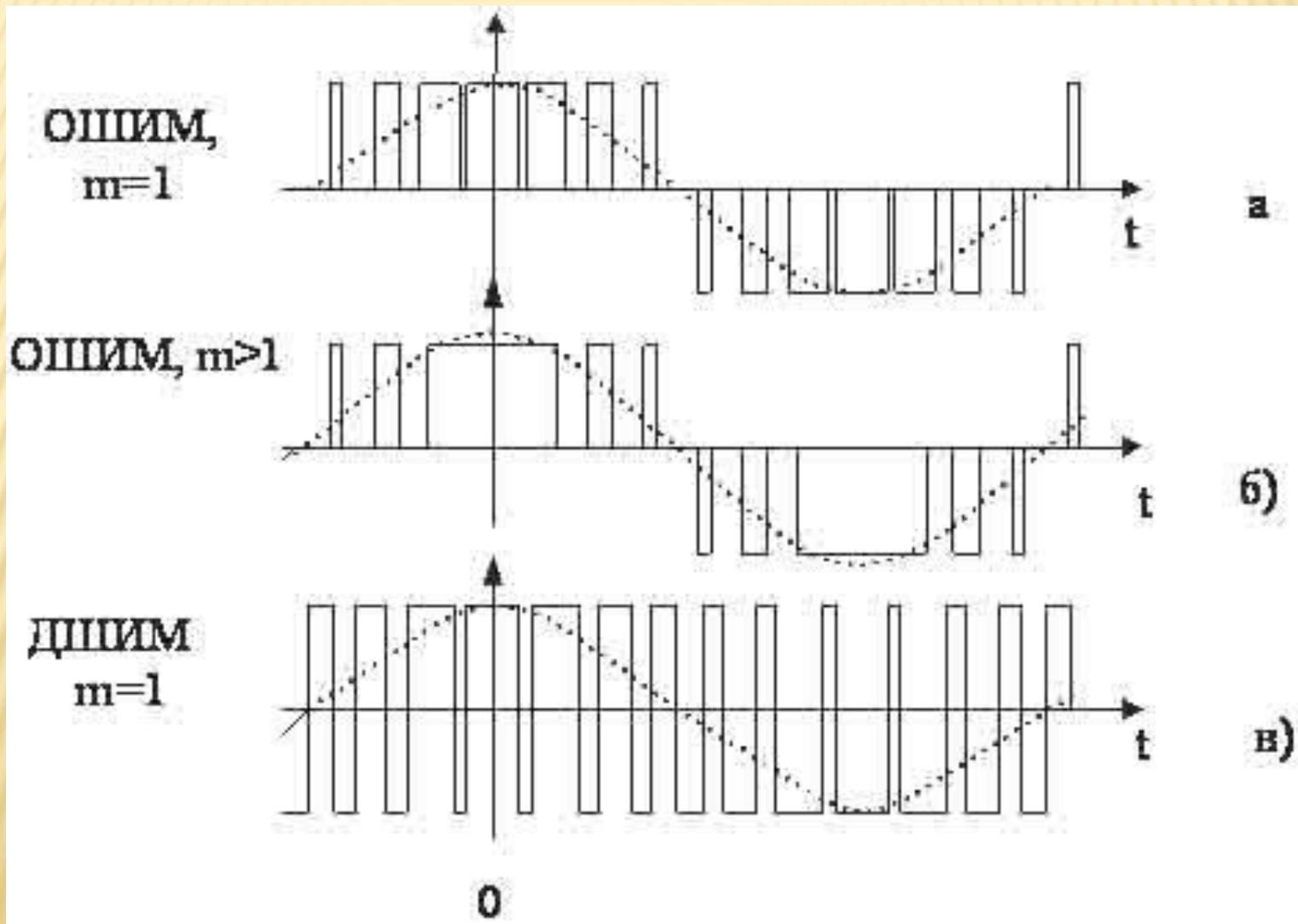
- **if $t = T$ – Меандр**

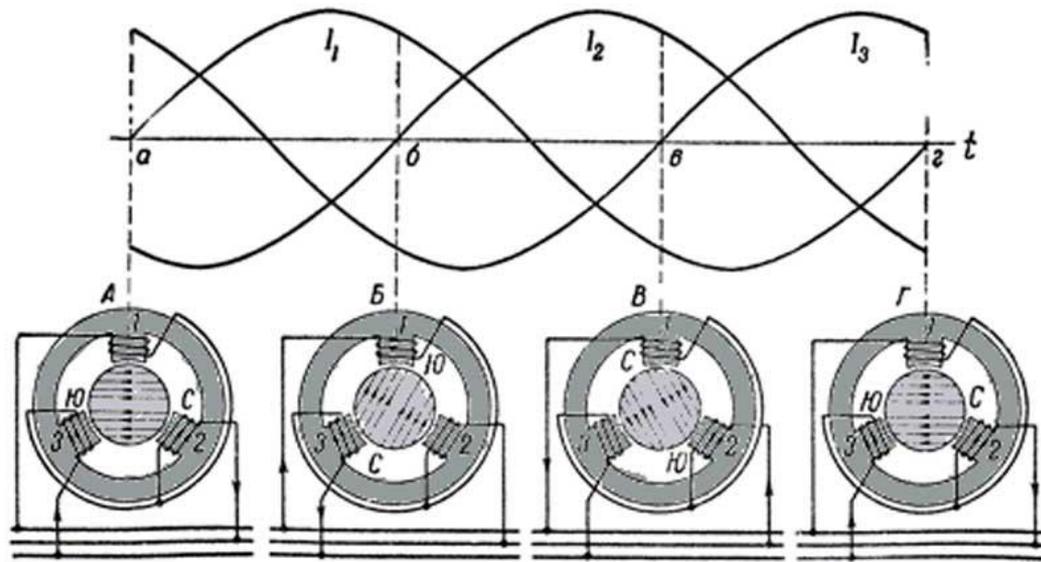
- **Скважность** – отношение периода следования импульсов T к их длительности t (**$S=T/t$**)

- **Duty cycle (к-т заполнения) $D=1/S$**

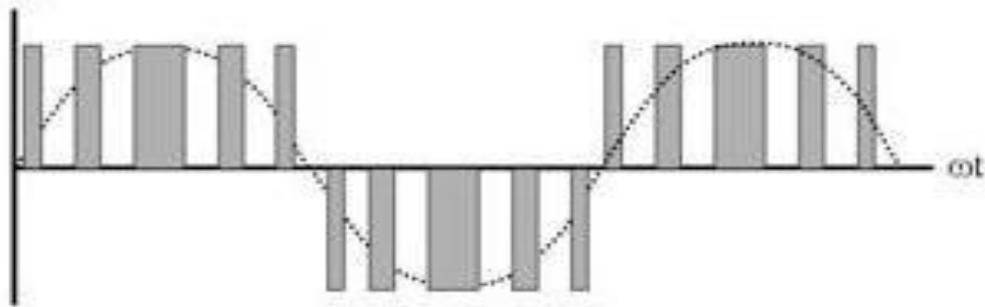


ОДНОПОЛЯРНЫЙ И ДВУХПОЛЯРНЫЙ ШИМ

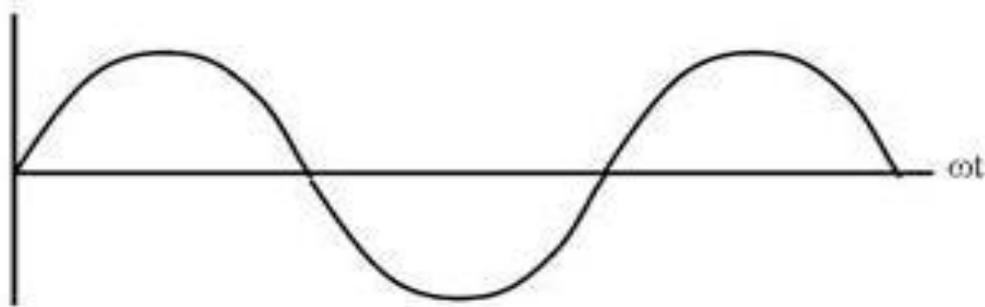




U_{ВЫХ}



I_{ВЫХ}



Принцип работы асинхронного двигателя

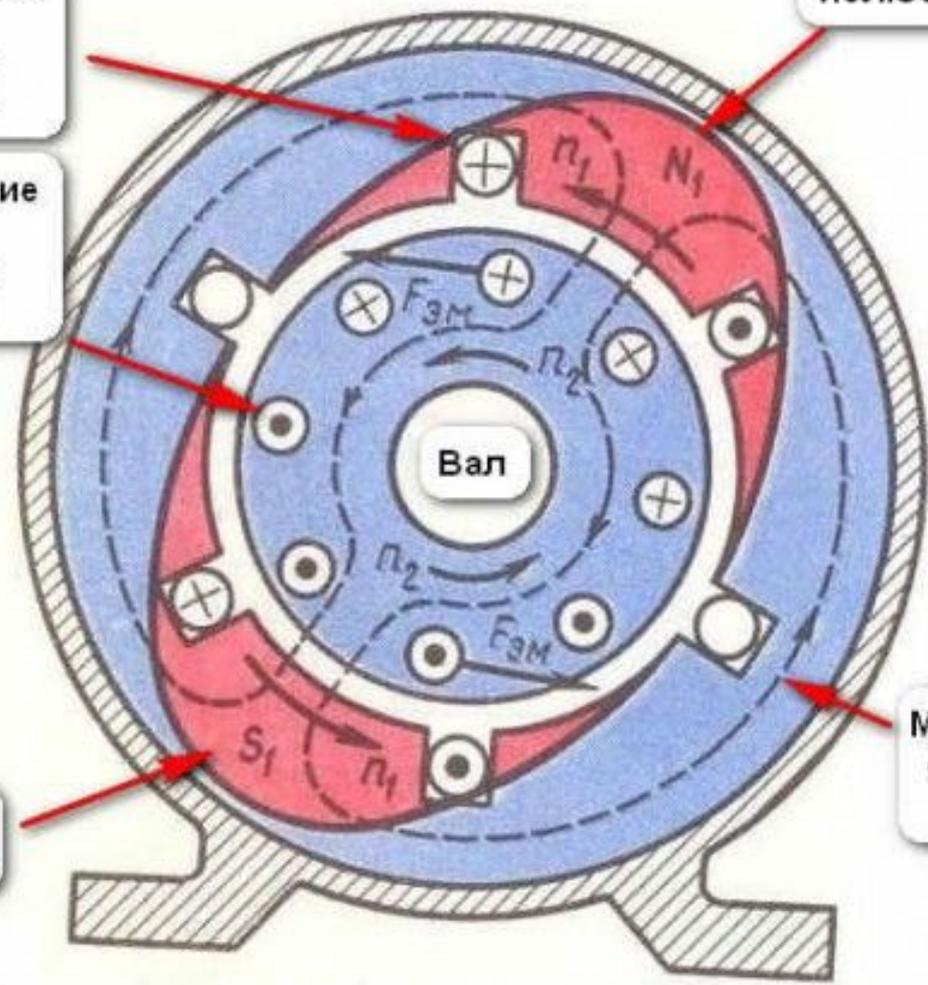
Направление тока в обмотке статора

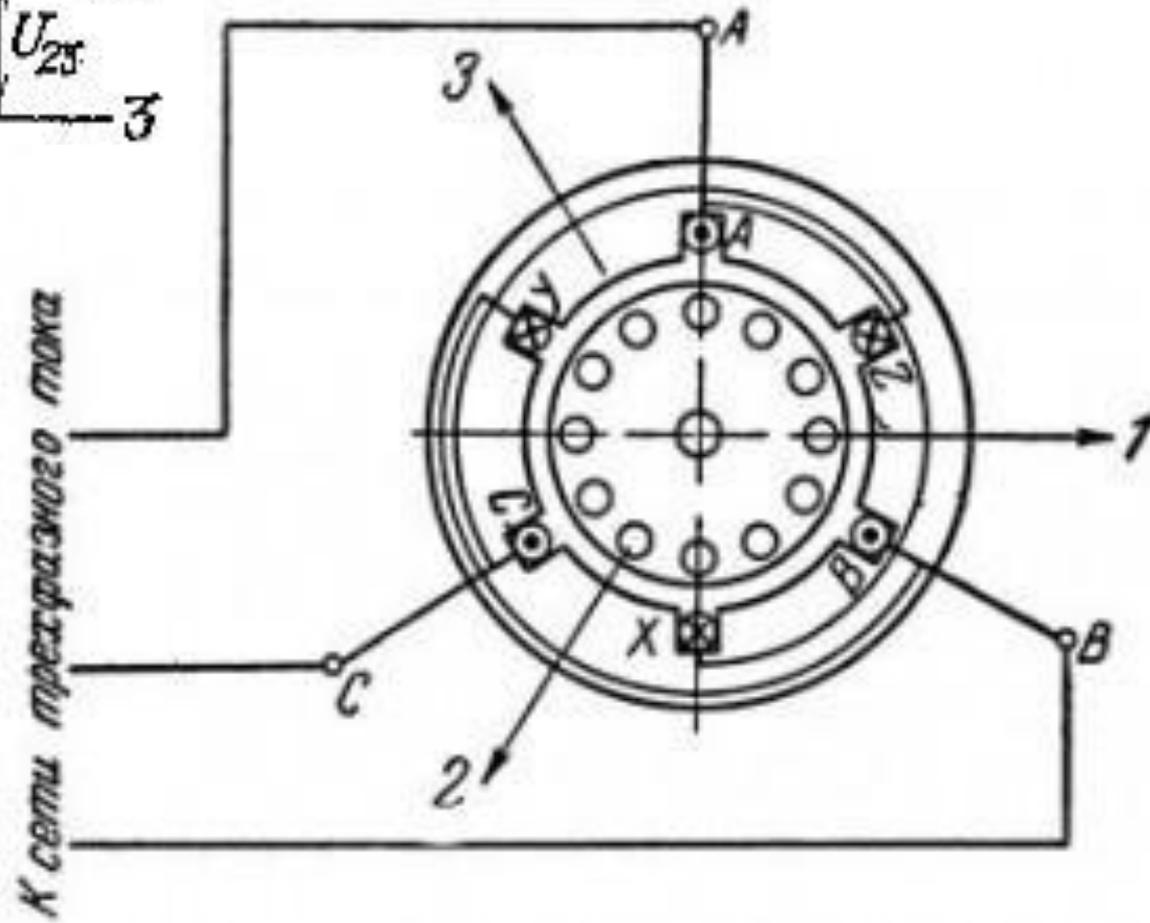
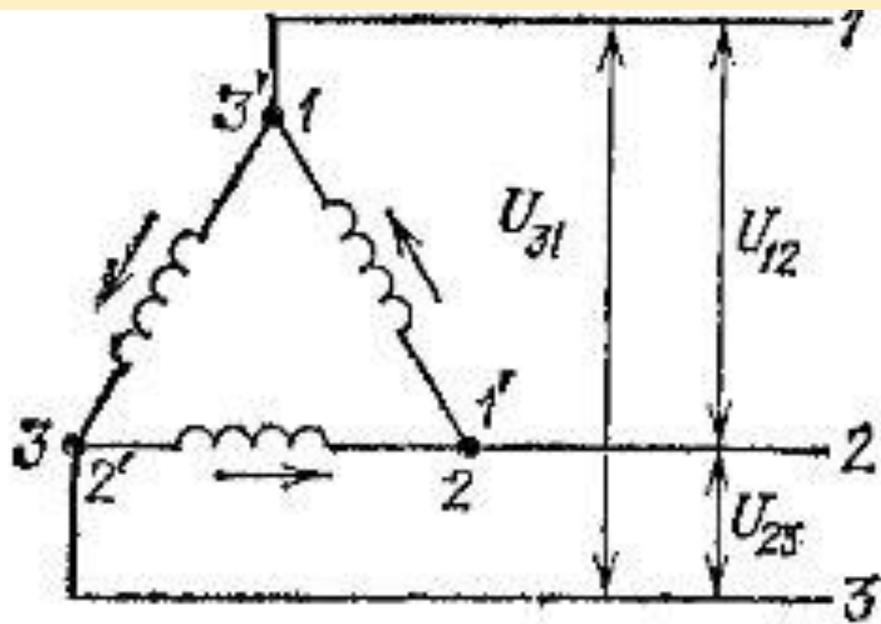
Направление тока в обмотке ротора

Северный полюс N1

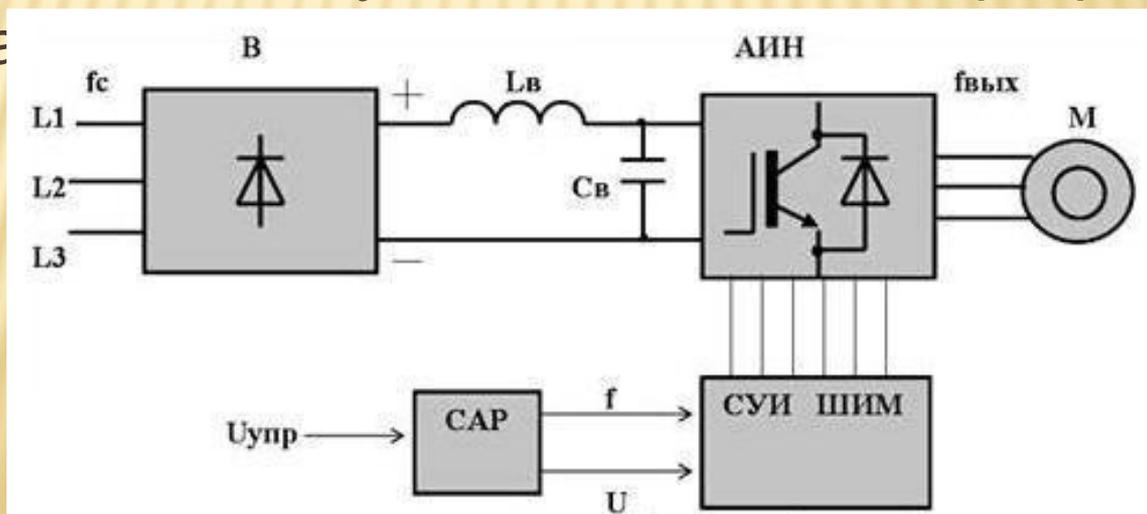
Южный полюс S1

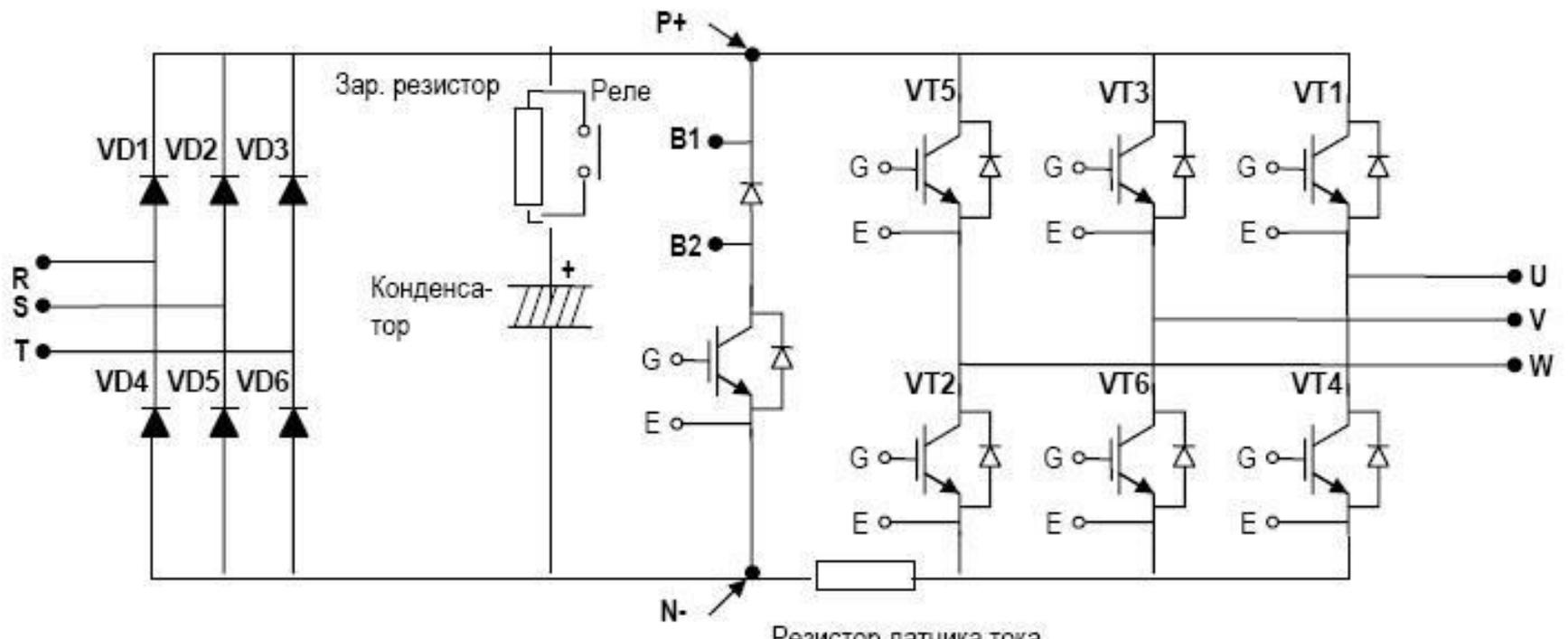
Магнитные силовые линии





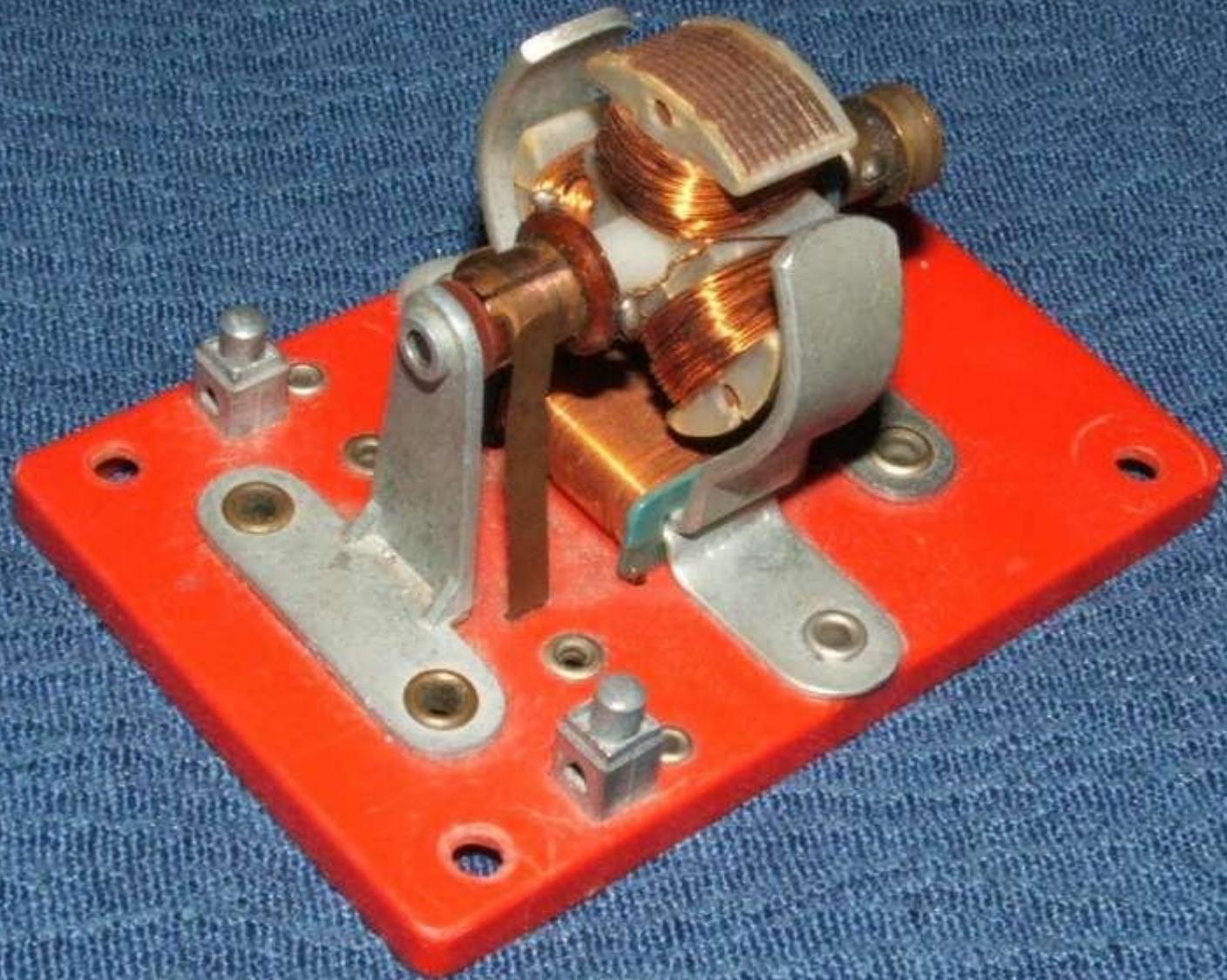
- Большинство современных преобразователей частоты построено по схеме двойного преобразования.
- Входное синусоидальное напряжение с постоянной амплитудой и частотой выпрямляется в звене постоянного тока В, сглаживается фильтром состоящим из дросселя **Lв** и конденсатора фильтра **Cв**, а затем вновь преобразуется инвертором **АИН** в переменное напряжение изменяемой частоты и амплитуды.
- Регулирование выходной частоты **f_{вых}** и напряжения **U_{вых}** осуществляется в инверторе за счет высокочастотного переключения.

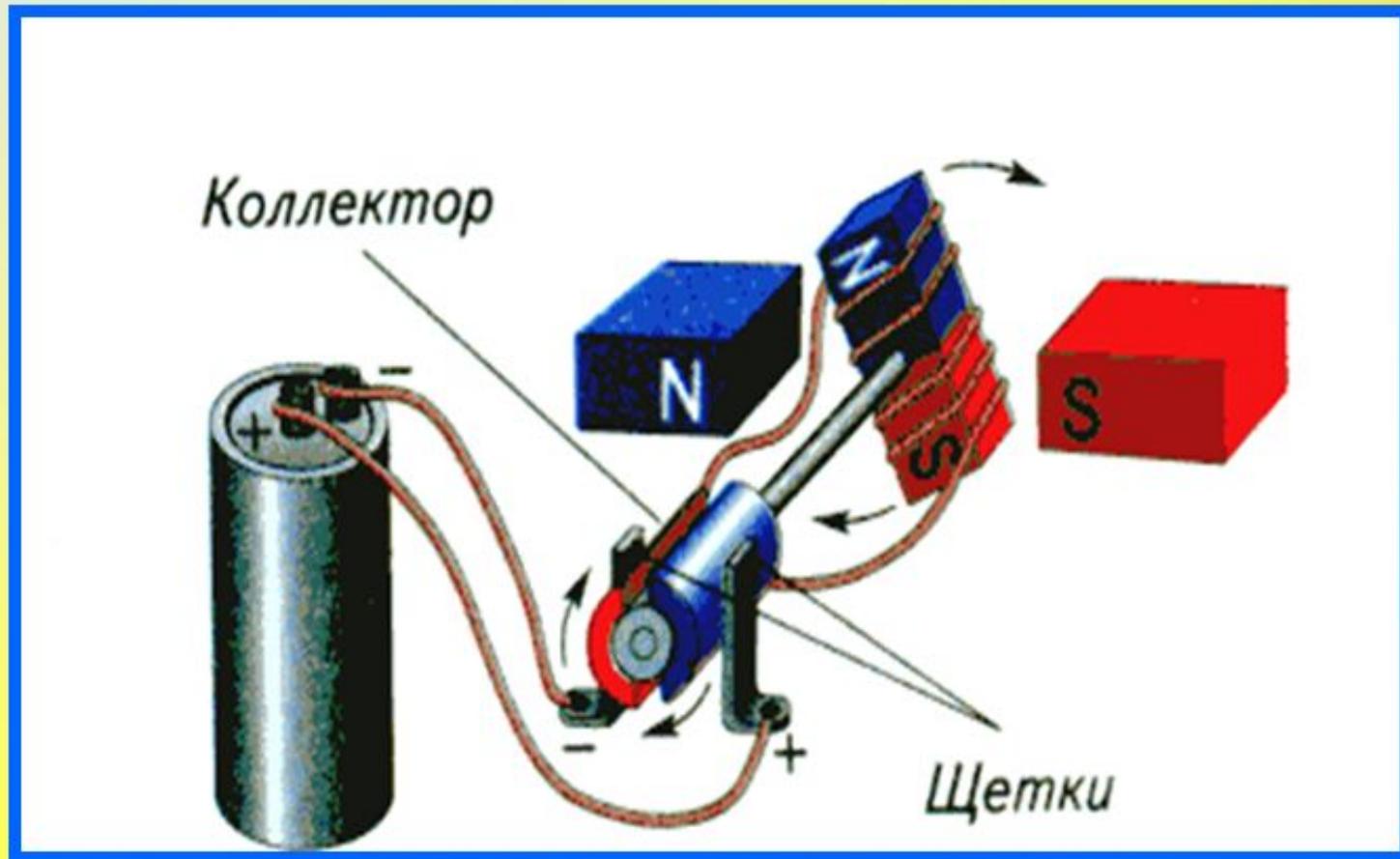




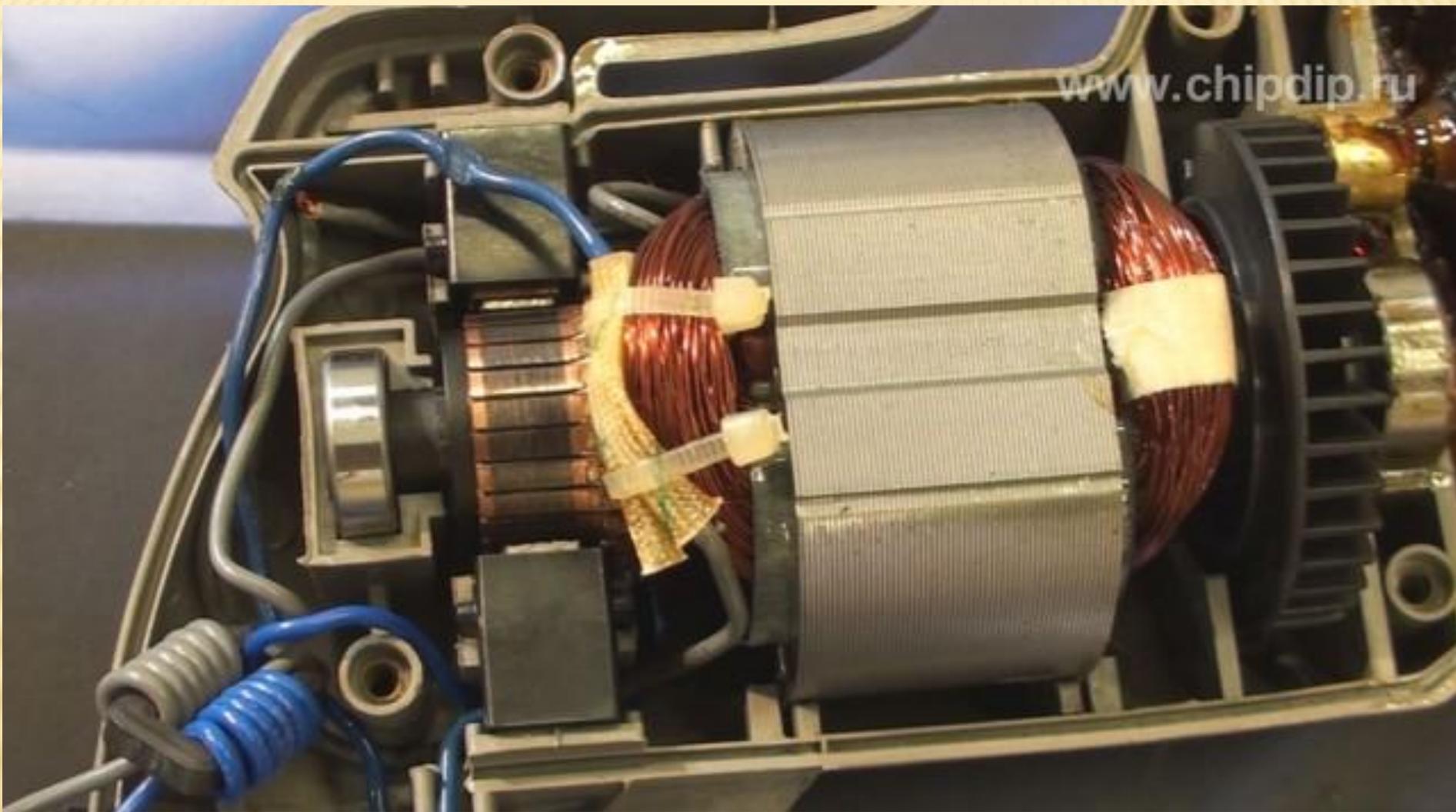
-
- **Скалярное управление** асинхронным двигателем - связанное изменение амплитуды и частоты напряжения статора в зависимости от требуемого момента (скалярное управление напряжением)
 - Момент при **векторном управлении** получают с помощью управления амплитудой и мгновенной фазой вектора тока статора (вектора статорного

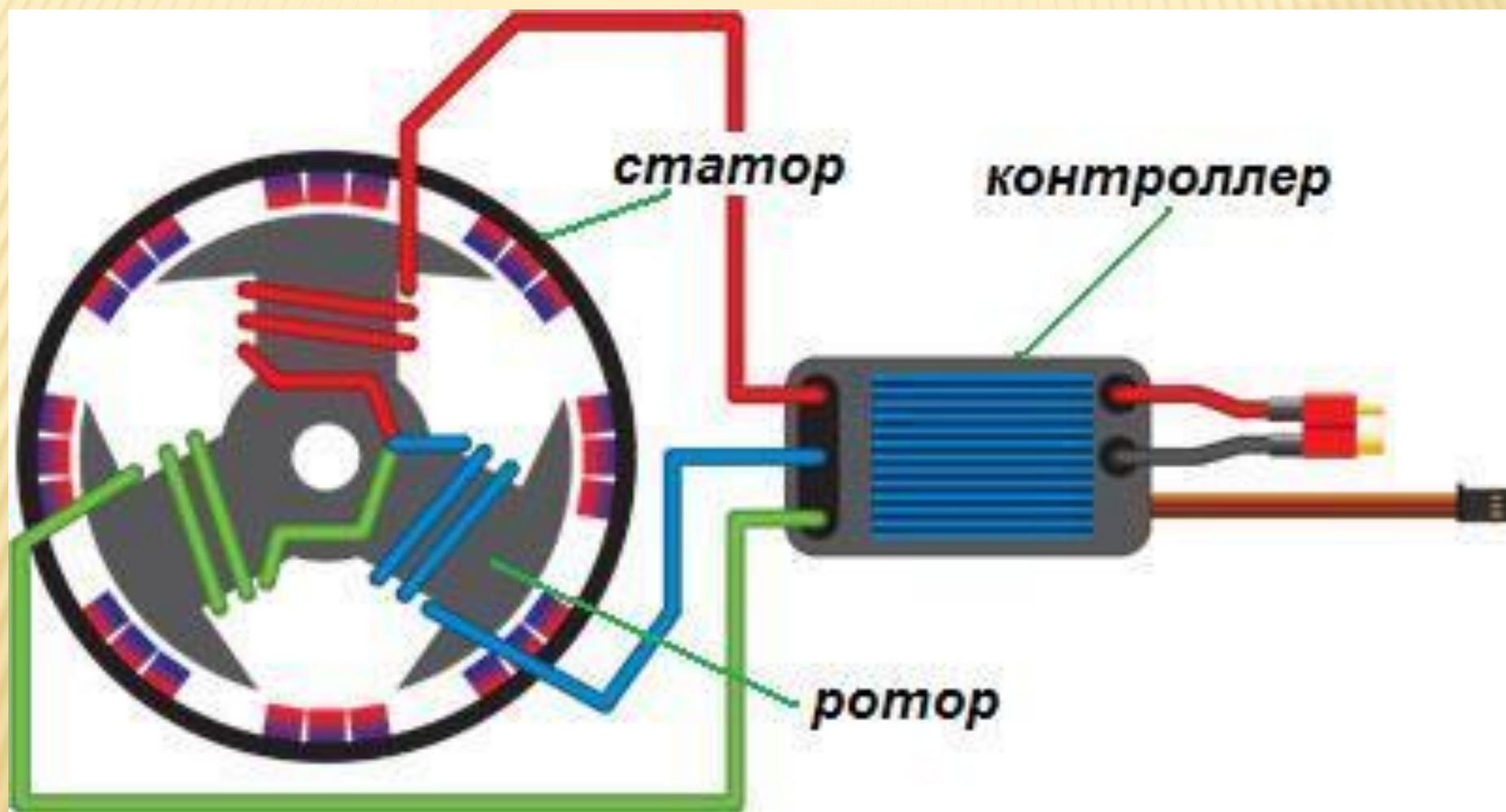






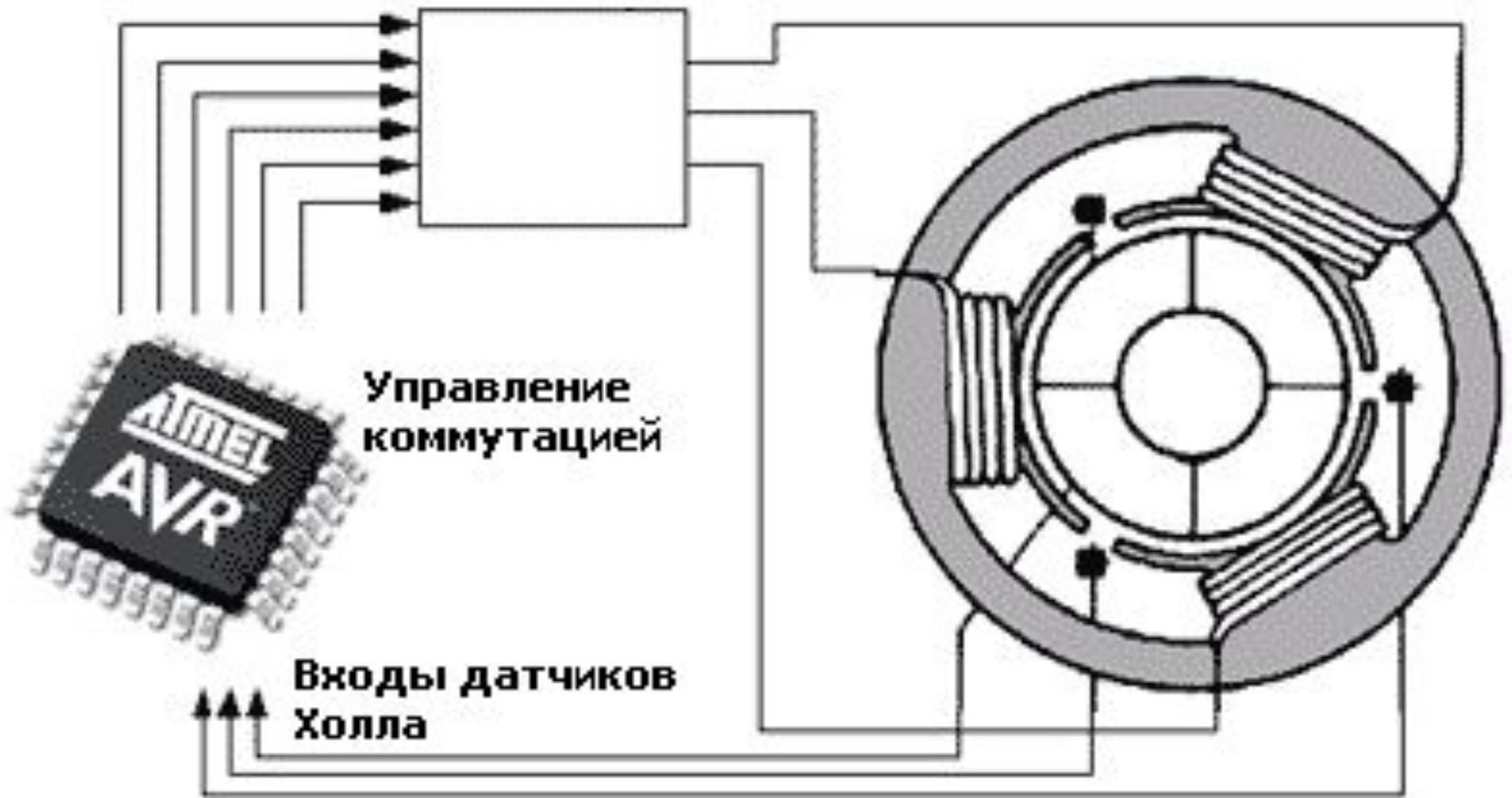
Устройство простейшего коллекторного электродвигателя: якорь начинает вращаться из-за отталкивания одноимённых полюсов якоря и статора.





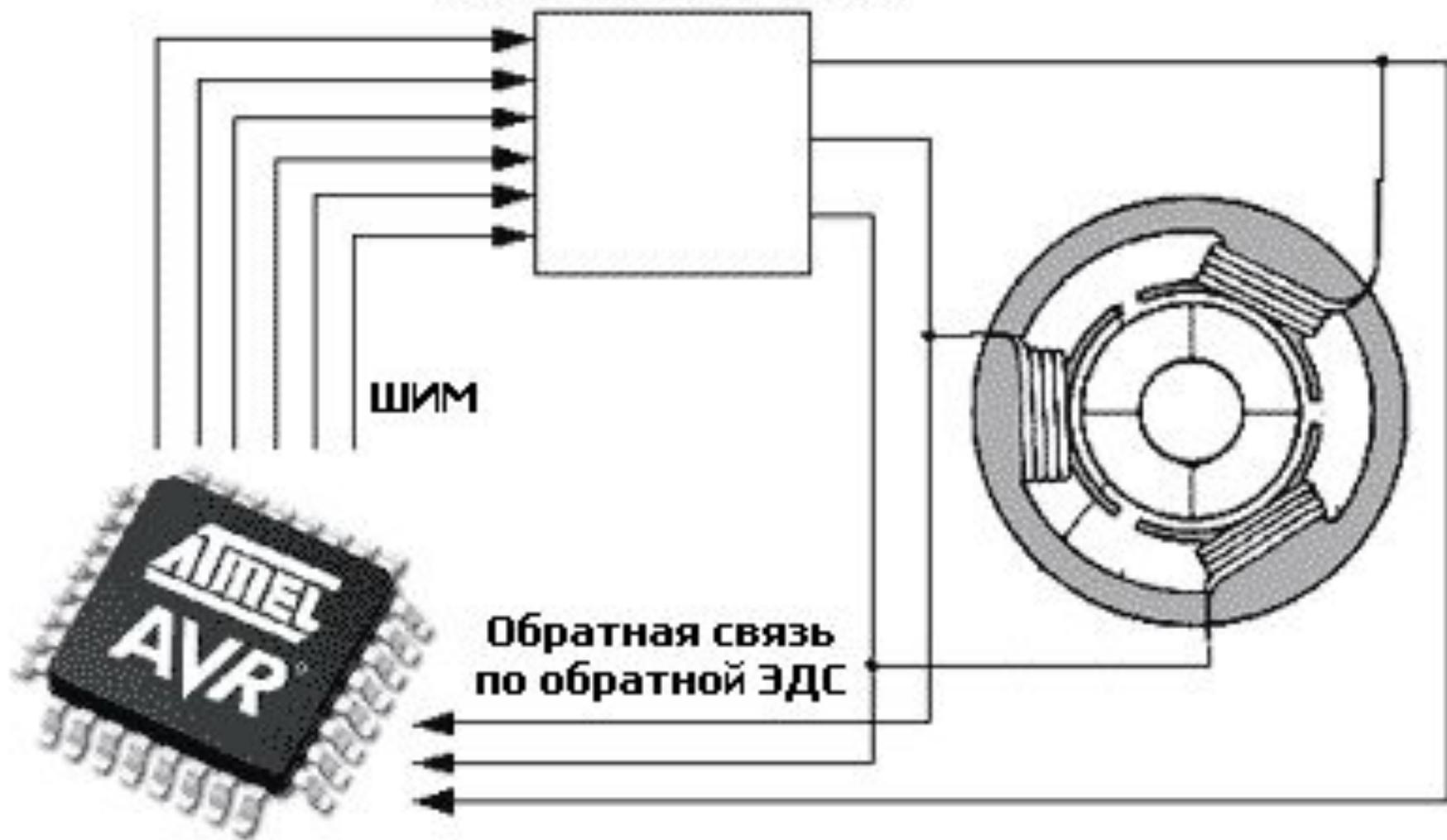


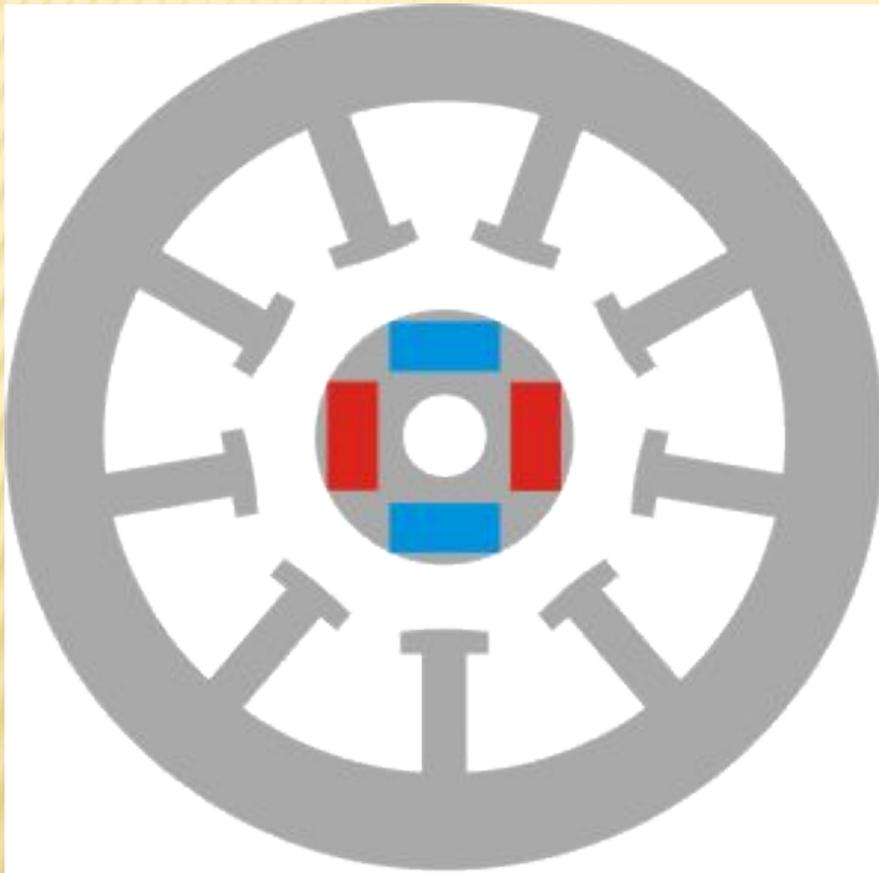
Драйверный каскад



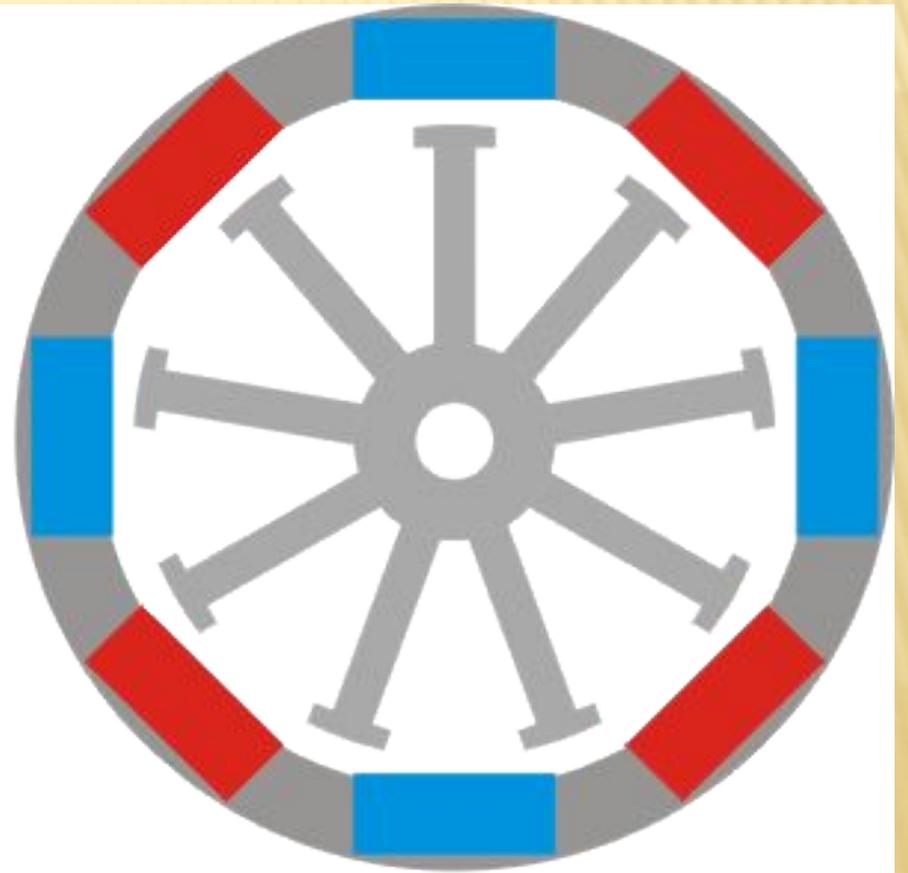
- **Датчик Холла** - магнитоэлектрическое устройство, определяющее величину (аналоговые), наличие магнитного поля (цифровые униполярные), или смену его направления (цифровые биполярные)

Драйверный каскад





Inrunner



Outrunner

ARDUINO

Широтно-Импульсная модуляция

0% рабочего цикла - `analogWrite(0)`



25% рабочего цикла - `analogWrite(64)`



50% рабочего цикла - `analogWrite(127)`



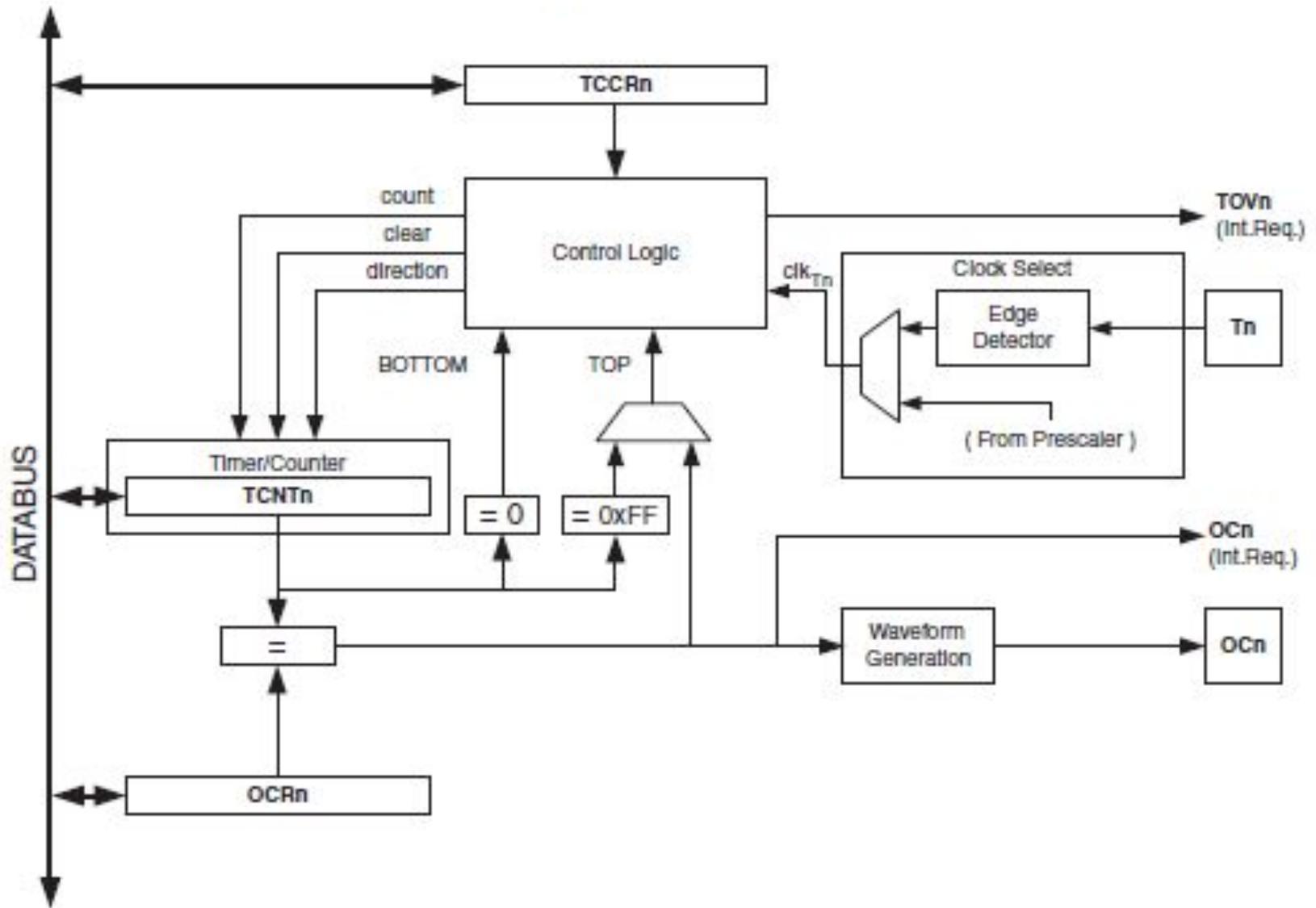
75% рабочего цикла - `analogWrite(191)`



100% рабочего цикла - `analogWrite(255)`

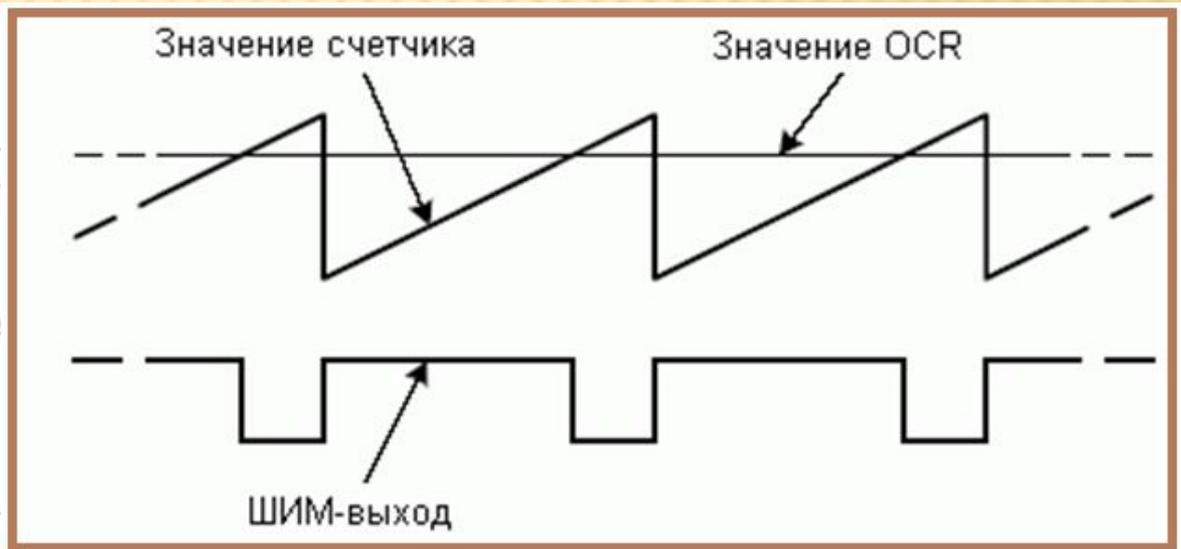
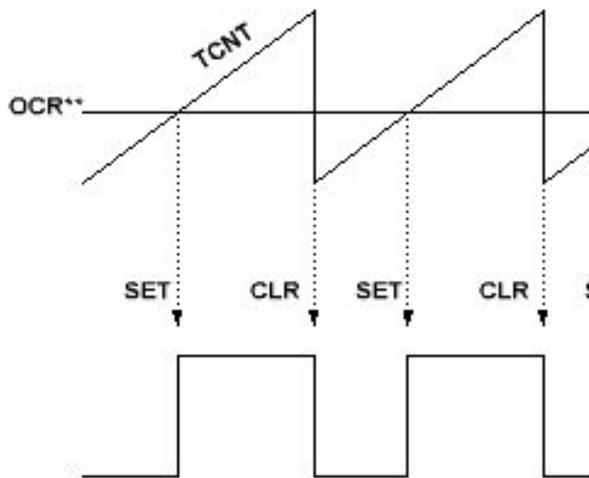


8-BIT TIMER/COUNTER0 WITH PWM

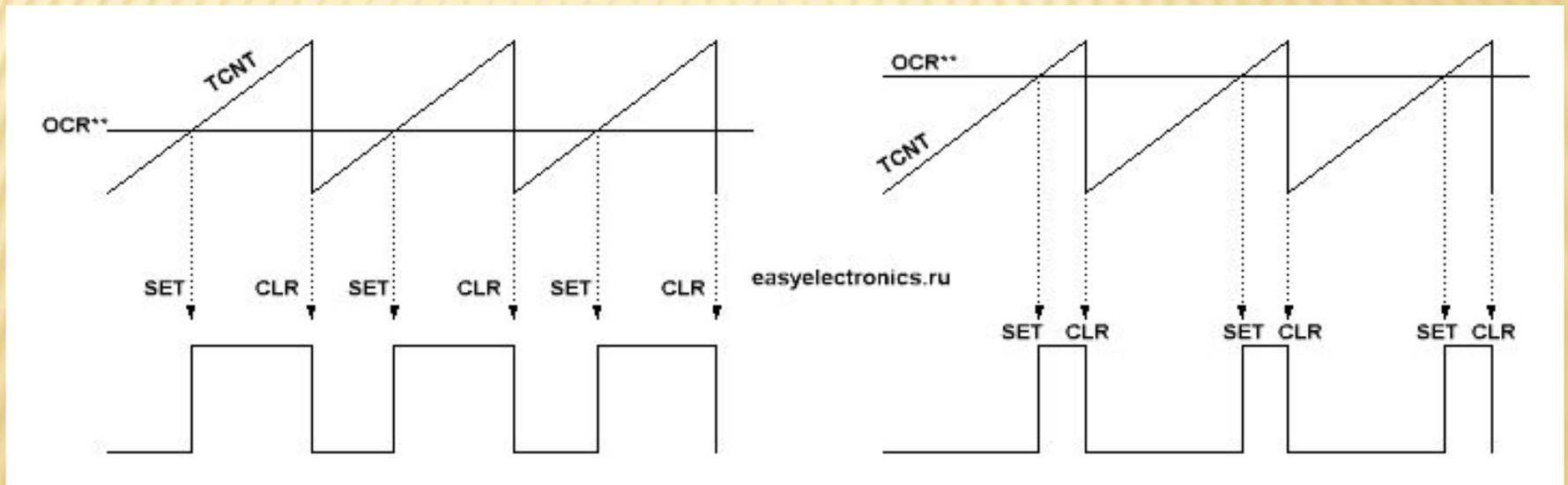


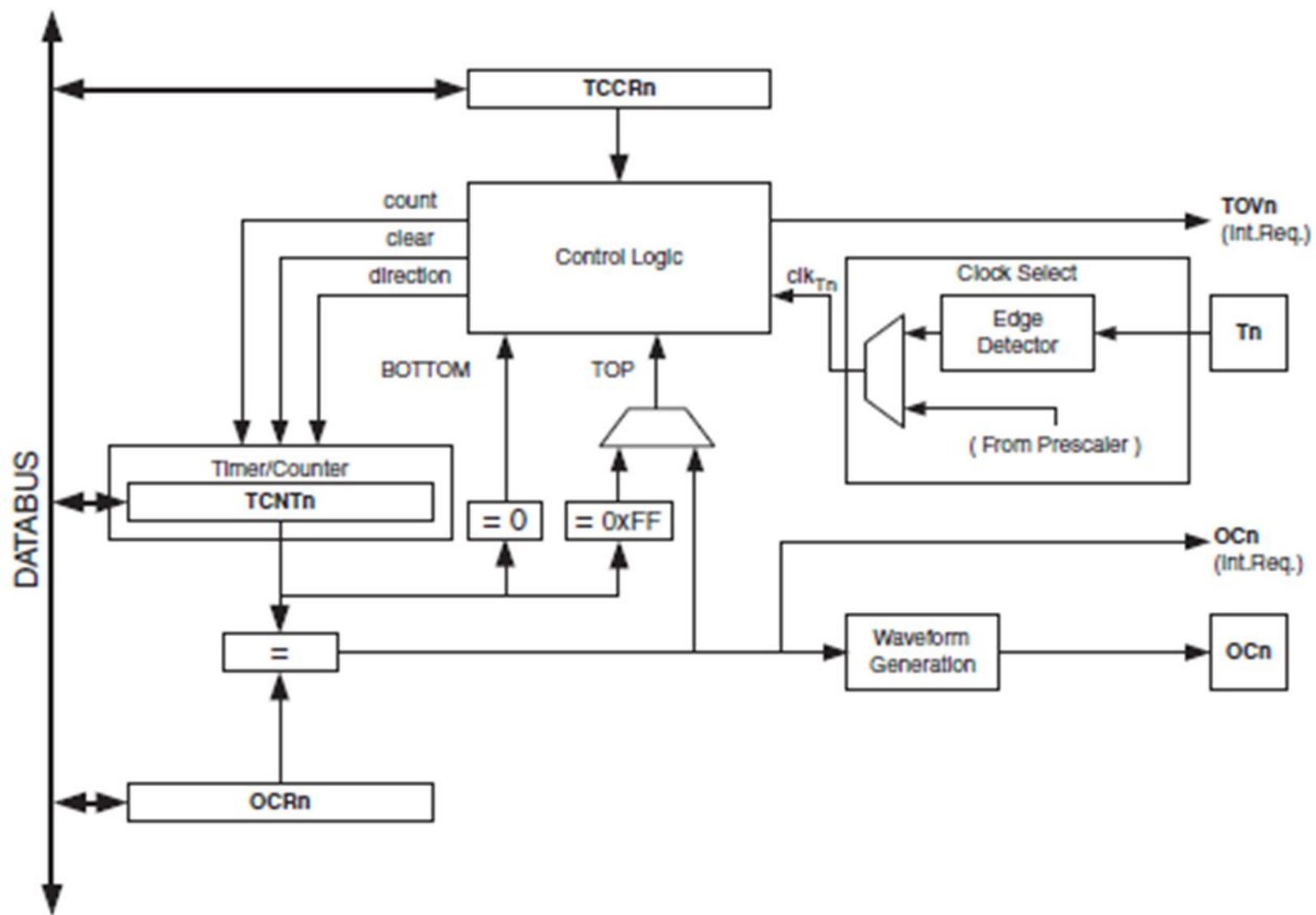
- У таймера есть особый регистр сравнения **OCR****
- Когда значение в счётном регистре таймера достигает значения в регистре сравнения,

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)



- Настроим ШИМ-генератор следующим образом: когда значение в счетном регистре больше чем в регистре сравнения, то на выходе 1, а когда меньше – 0





РЕЖИМЫ ШИМ АТМЕГА

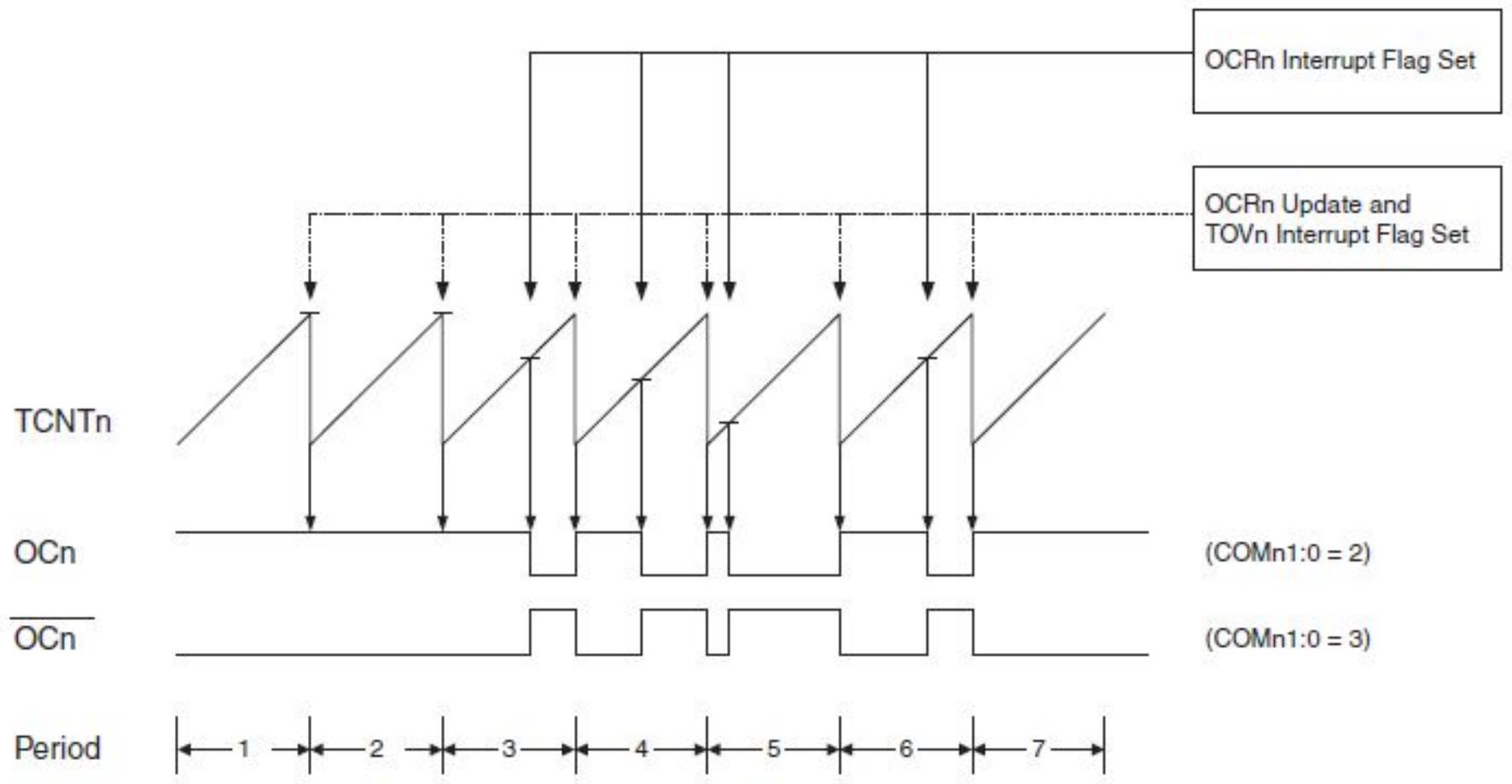
Fast PWM

Счетчик считает от **0** до **255**, после переполнения сбрасывается в **0** и счет начинается снова.

Когда значение в счетчике (**TCN****) достигает значения регистра сравнения (**OCR***), соответствующий вывод **OCxx** сбрасывается в ноль.

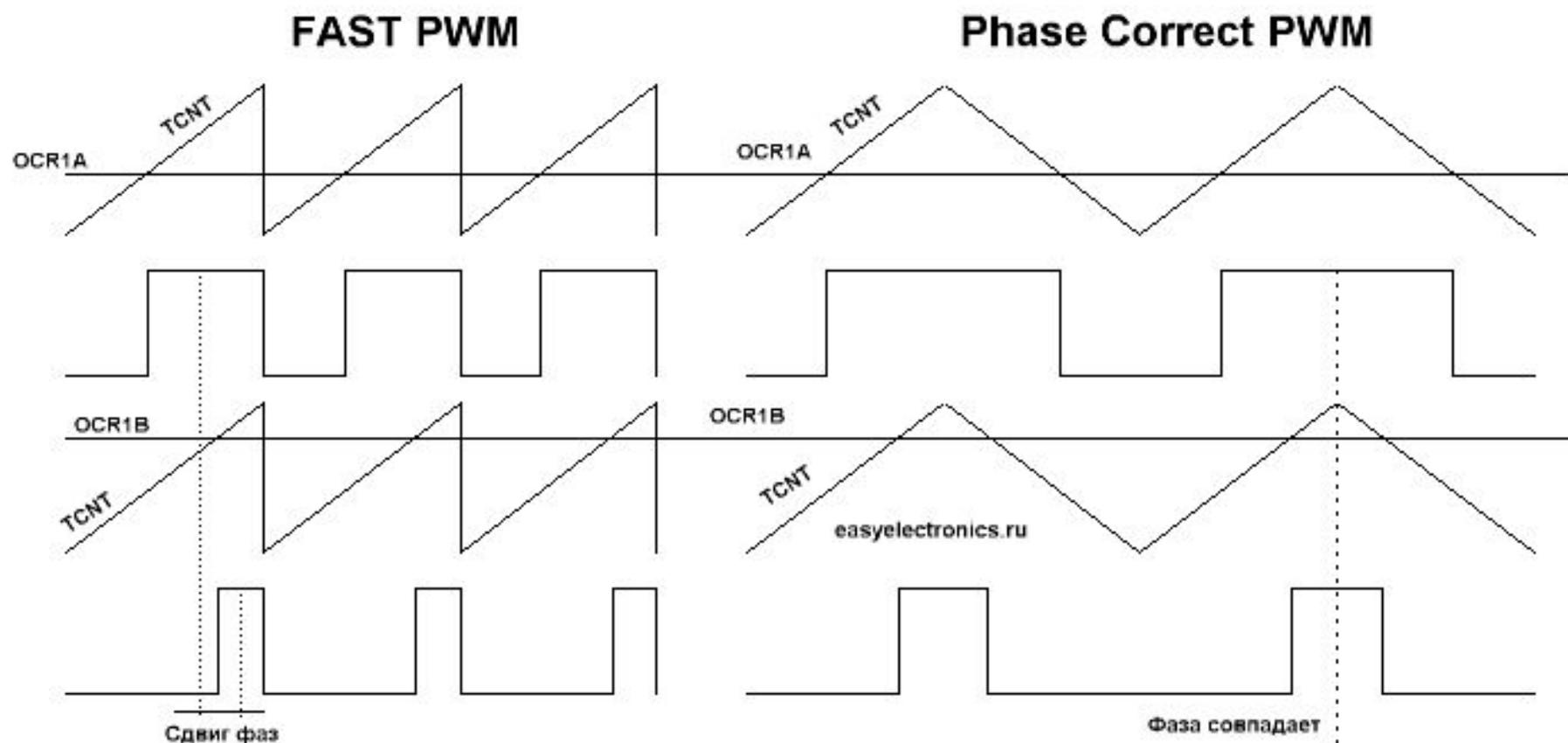
При обнулении счетчика вывод устанавливается в **1**

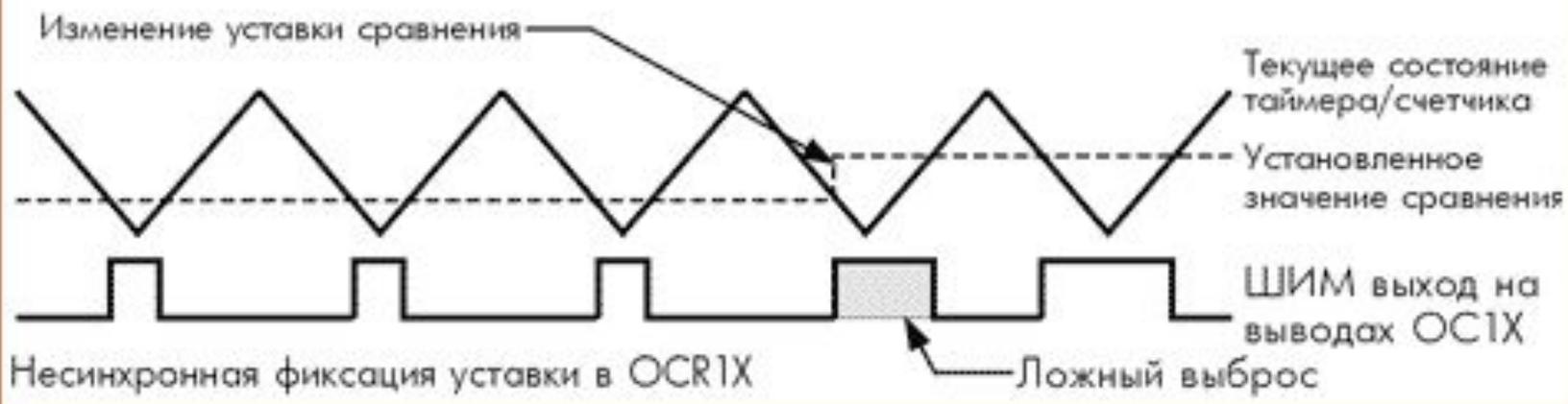
Расчет частоты ШИМ: Timer0, Fast PWM, 8МГц

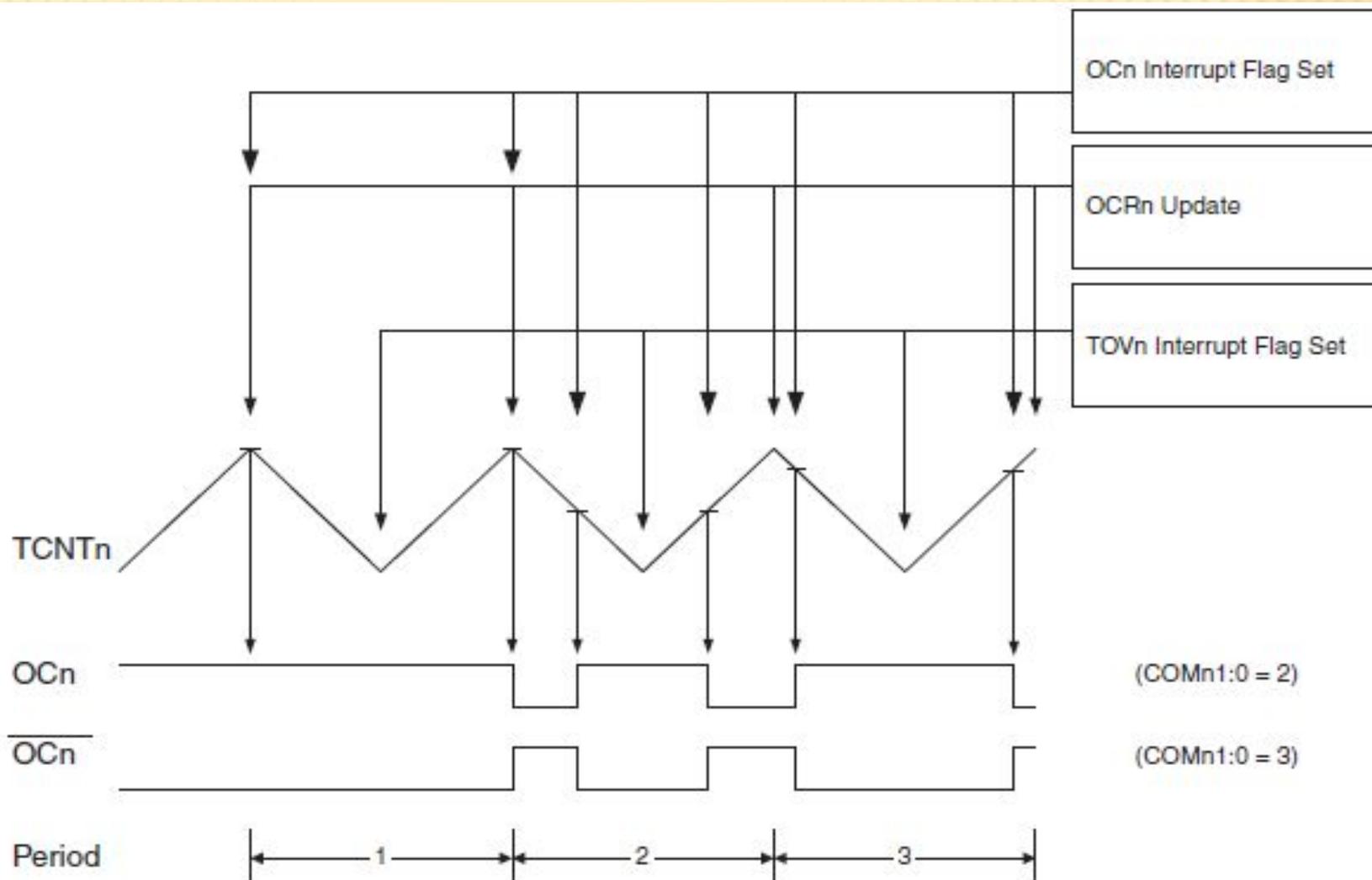


РЕЖИМЫ ШИМ АТМЕГА

Phase Correct PWM







РЕЖИМЫ ШИМ АТМЕГА

□ **Clear Timer On Compare (CTC)**

□ (Сброс при сравнении)

□ ЧИМ — частотно-импульсно моделированный сигнал.

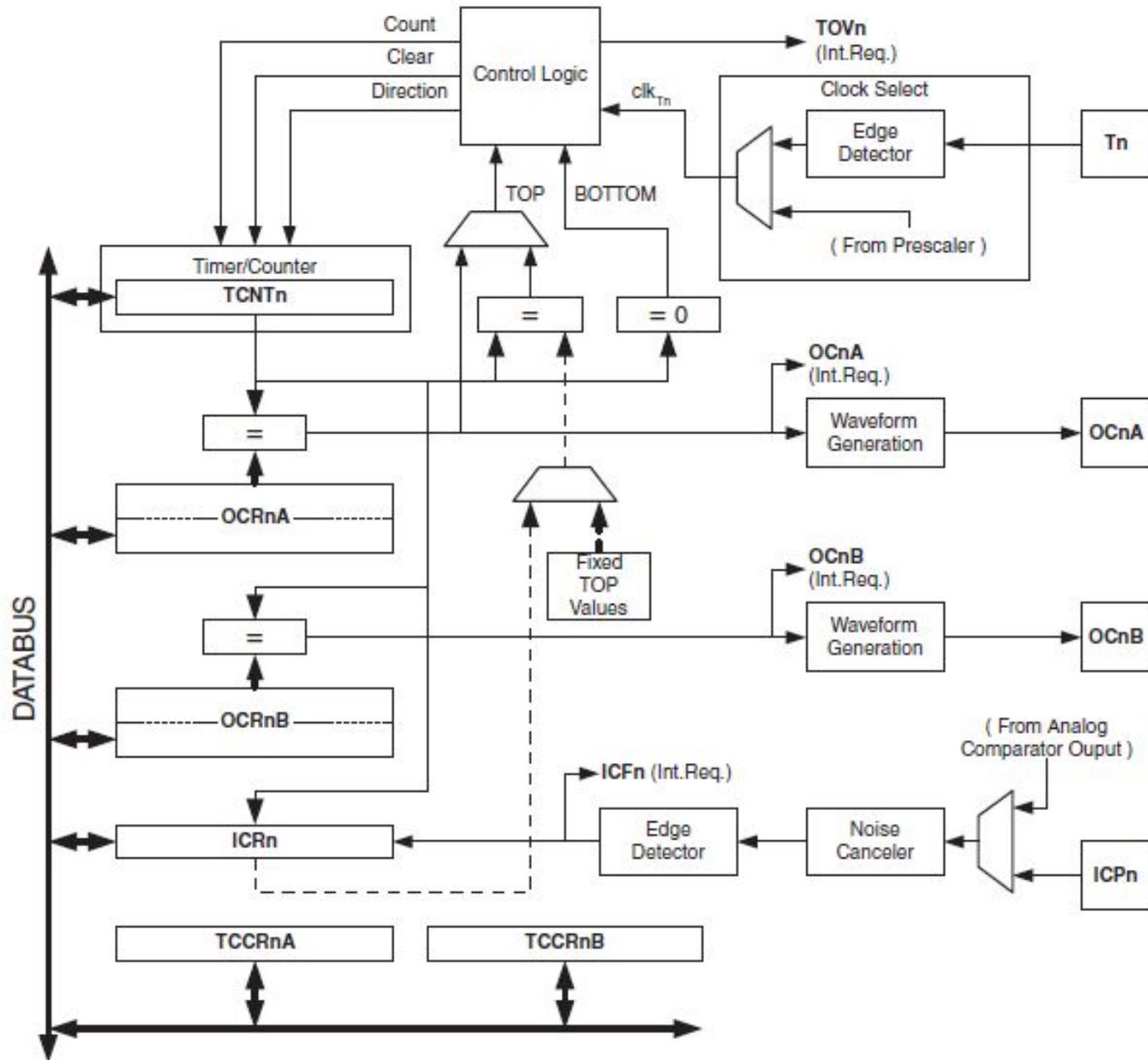
□ Счетный таймер считает от **0** до регистра сравнения (**OCR****). После чего сбрасывается.

□ На выходе получаются импульсы всегда одинаковой скважности, но разной частоты.

□ *Применяется для отсчета таймером периодов (и генерации прерывания) с заданной точностью.*

□ **Расчет:** нужно 1мс. 8 МГц. Prescaler = 64. 125

Figure 40. 16-bit Timer/Counter Block Diagram⁽¹⁾



TIMER1

Fast PWM – Phase Correct PWM – Fast PWM

