

## Теоретический блок «Релейная защита и автоматика»

Начальник службы релейной защиты, автоматики и метрологии  
Филиала ПАО «РусГидро» - «Каскад Кубанских ГЭС»

Соболев Алексей Александрович

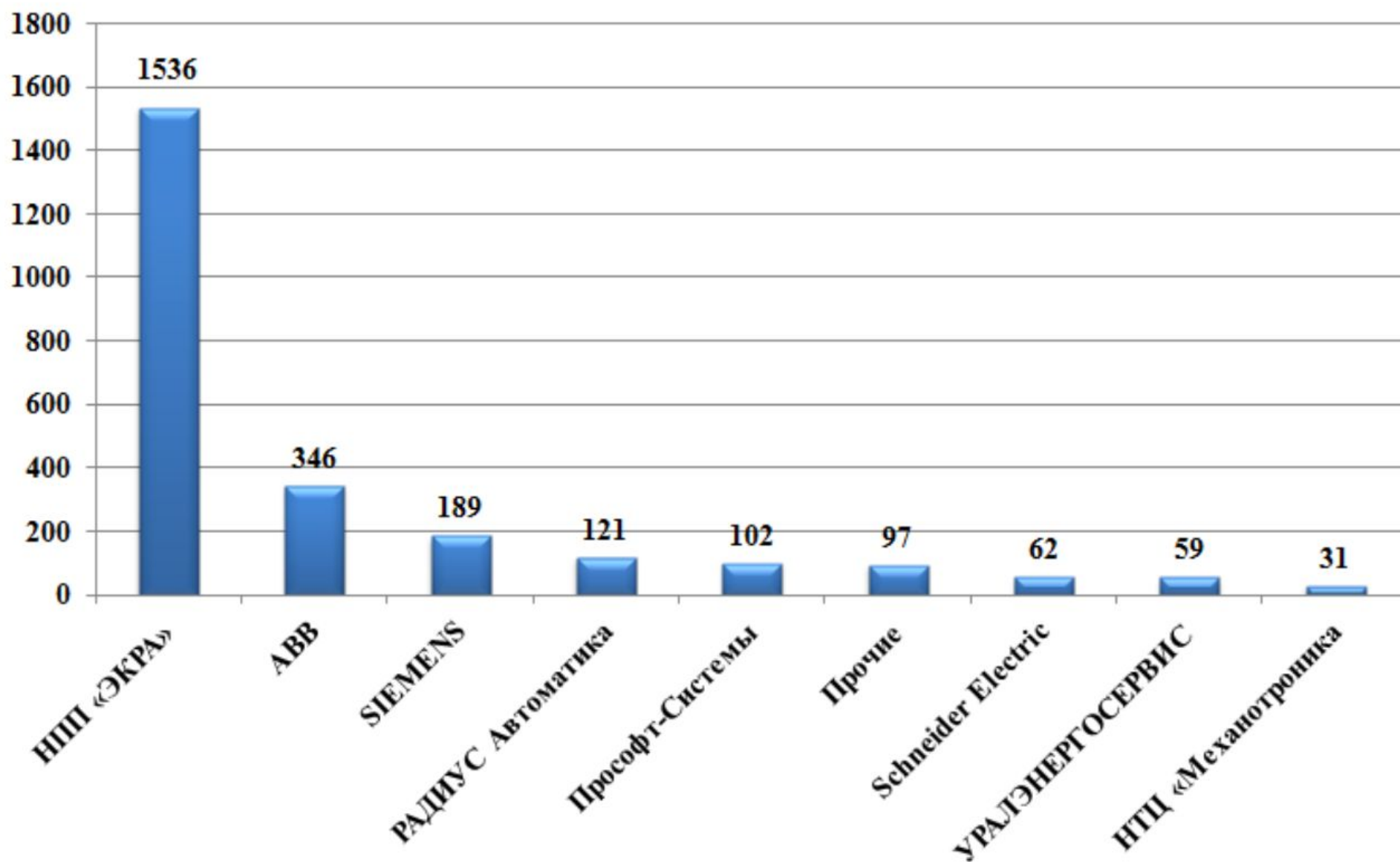
Весенняя студенческая энергетическая школа  
ПАО «РусГидро»

«16» апреля 2019 г.







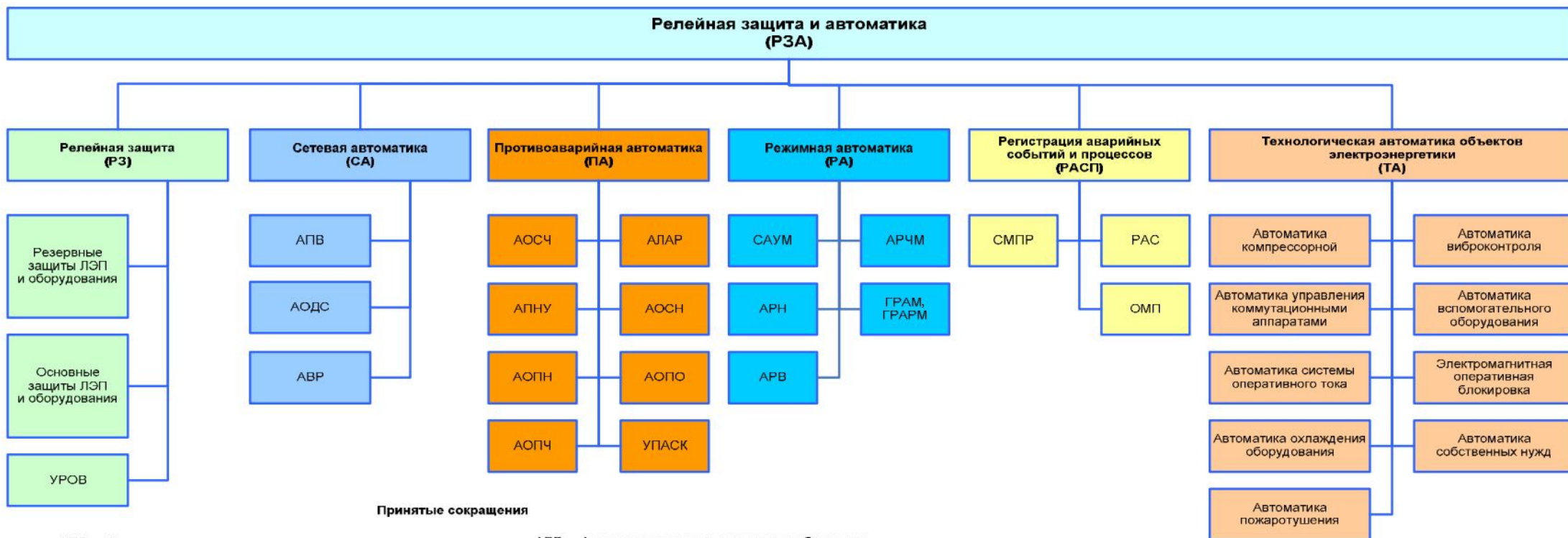


Производитель терминала	Серия устройства	Количество на конец 2018 г
<b>НПП «ЭКРА»</b>	БЭ2704	777
	ЭКРА 200	618
	ЭКРА 100	93
	БЭ2502	48
<b>ABB</b>	SPAC810	126
	SPAC800	75
	REx500	61
	REF 542plus	33
	REx670	23
	ETL	18
	SPAJ	8
	REM54X	1
	FOX	1
<b>Schneider Electric</b>	SEPAM 20	34
	SEPAM 40	21
	SEPAM 80	7
<b>SIEMENS</b>	SIPROTEC 4, в т.ч.:	179
	6MD66	102
	7SJ62	6
	7SJ64	36
	7UM62	14
	7UT61	2
	7UT63	19
	SIPROTEC Compact	10
<b>НТЦ «Механотроника»</b>	Дуга-О	31
<b>Прософт-Системы</b>	МКПА	51
	УПК-Ц	25
	УПАЭ	14
	АВАНТ	10
	УТМ-ПА	2
<b>РАДИУС Автоматика</b>	Сириус	121
<b>УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС</b>	АКА «КЕДР»	33
	ПВЗУ-Е	22
	АК "ТриТОН"	4
<b>Прочие</b>		97



Вид устройств	неправильно ложно	неправильно излишне	правильно	Общий итог
РЗ	1	1	227	229
СА	-	-	4	4
ПА	-	1	1813	1814
МФУ	4	2	673	679
<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2717</b>	<b>2726</b>





**Принятые сокращения**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>АПВ • Автоматическое повторное включение</li> <li>АВР • Автоматическое включение резерва</li> <li>АЛАР • Автоматика ликвидации асинхронного режима</li> <li>АОДС • Автоматика опережающего деления сети</li> <li>АОПН • Автоматика ограничения повышения напряжения</li> <li>АОПЧ • Автоматика ограничения повышения частоты</li> <li>АОПО • Автоматика ограничения перегрузки оборудования</li> <li>АОСЧ • Автоматика ограничения снижения частоты</li> <li>АОСН • Автоматика ограничения снижения напряжения</li> <li>АПНУ • Автоматика предотвращения нарушения устойчивости</li> <li>АРН • Автоматика регулирования напряжения</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>АРВ • Автоматическое регулирование возбуждения</li> <li>АРЧМ • Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности</li> <li>ГРАМ • Групповой регулятор активной мощности</li> <li>ГРАРМ • Групповой регулятор активной и реактивной мощности</li> <li>ОМП • Определение места повреждения</li> <li>РАС • Регистратор аварийных событий</li> <li>САУМ • Система автоматического управления мощностью энергоблоков</li> <li>СМПР • Система мониторинга переходного режима</li> <li>УПАСК • Устройство передачи аварийных сигналов и команд</li> </ul> |
|--|---|



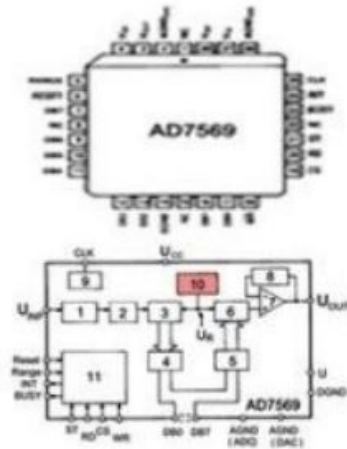
Наименование	Цикл ТО, лет	Количество лет эксплуатации																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>МП устройства РЗА элементов ГЭС, ГАЭС с не истекшим нормативным сроком эксплуатации</b>																						
ГЩУ, БЩУ, релейные щиты, шкафы в машинном зале, релейные отсеки КРУ 6-35 кВ, РУСН 0,4 кВ	8	Н	К1	-	-	К	-	-	-	В	-	-	-	К	-	-	-	В	-	-	-	К
<b>МП устройства РЗА элементов ГЭС, ГАЭС с истекшим нормативным сроком эксплуатации</b>																						
ГЩУ, БЩУ, релейные щиты, шкафы в машинном зале, релейные отсеки КРУ 6-35 кВ, РУСН 0,4 кВ	4	В	-	-	-	В	-	-	-	В	-	-	-	В	-	-	-	В	-	-	-	В

**Примечание** – Условные обозначения: Н – проверка (наладка) при новом включении; К1 – первый профилактический контроль; К – профилактический контроль; В – профилактическое восстановление. Возможно включение О – опробование в соответствии с инструкциями завода – изготовителя.

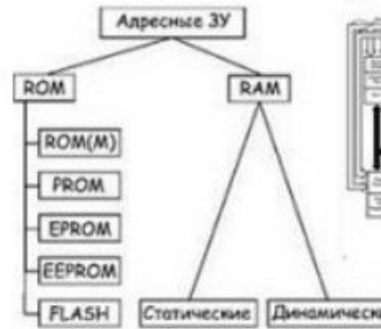




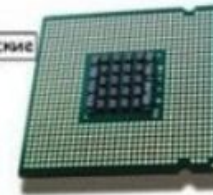
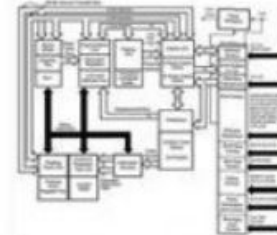
**Аналого-цифровой преобразователь**



**Память ROM RAM**



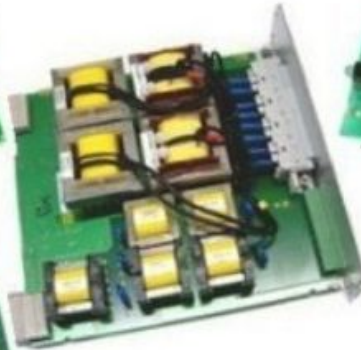
**Центральный процессор**



**Узлы цифровых и аналоговых входов**



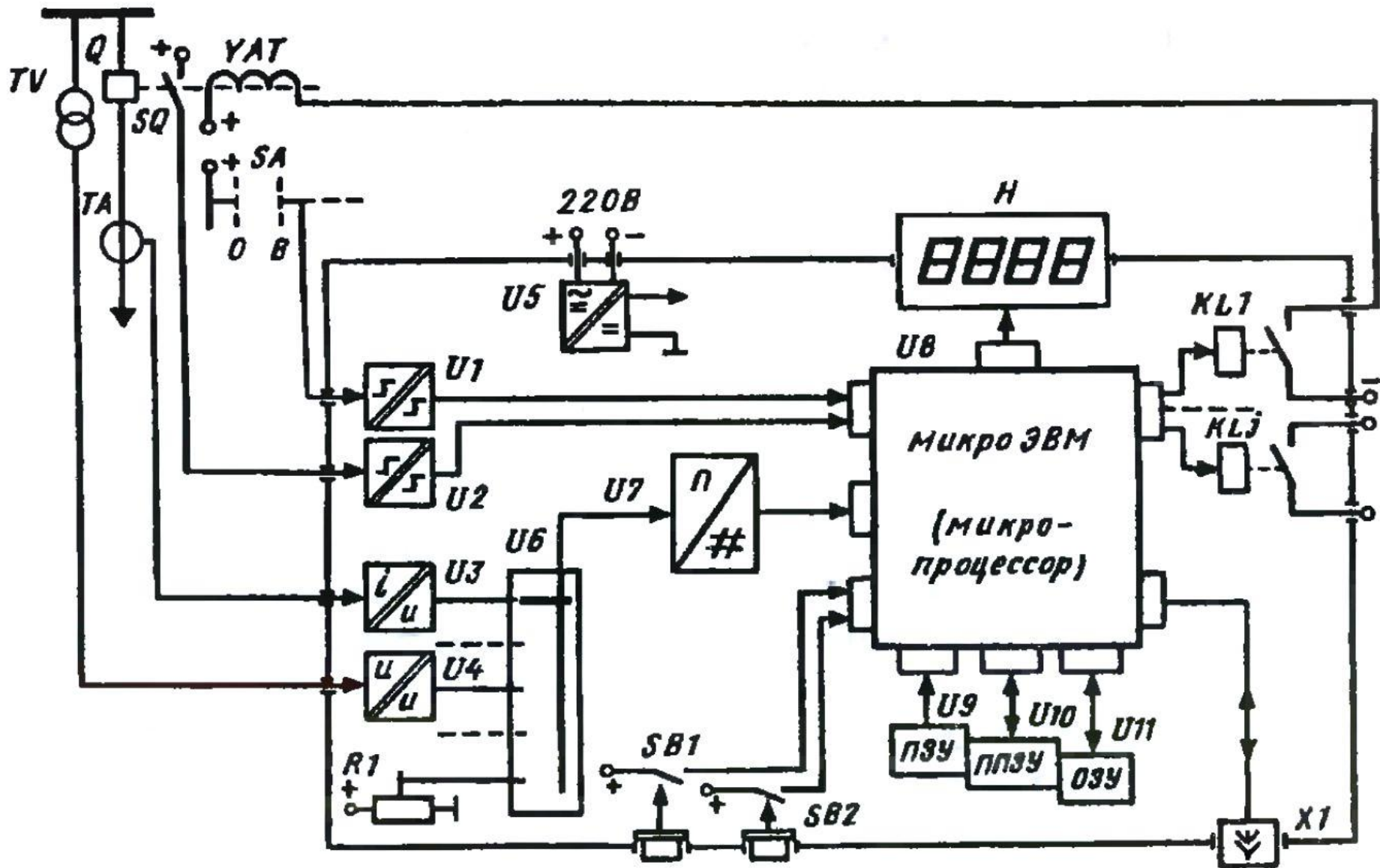
**Блоки аналоговых входов**

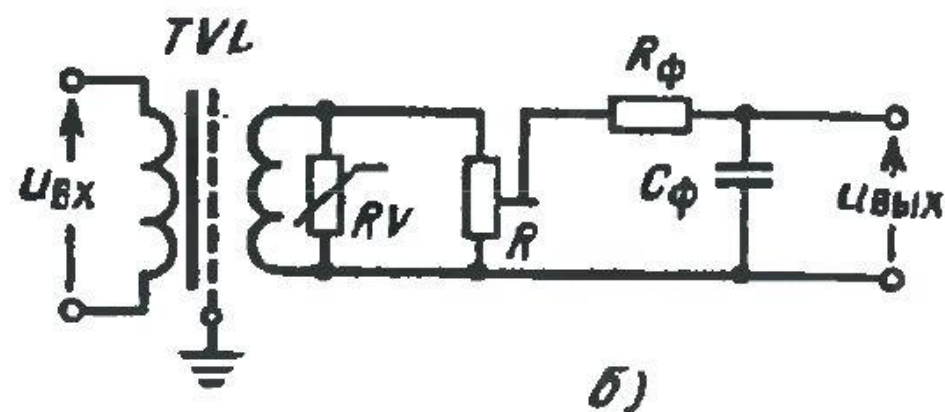
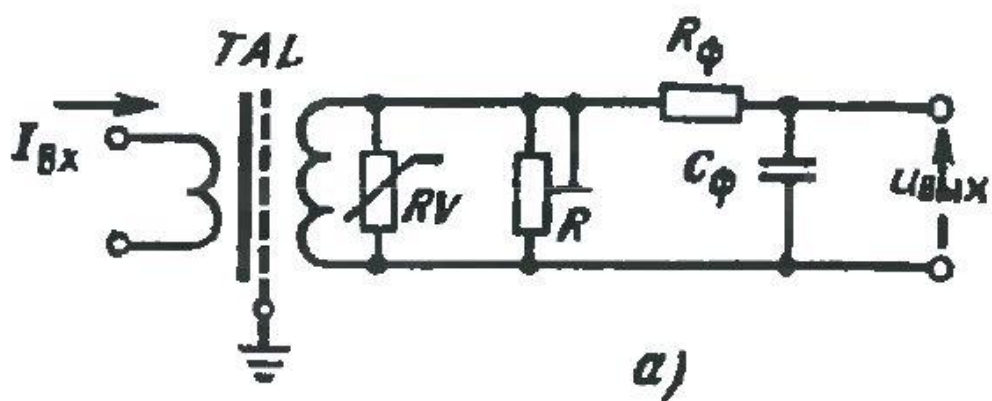


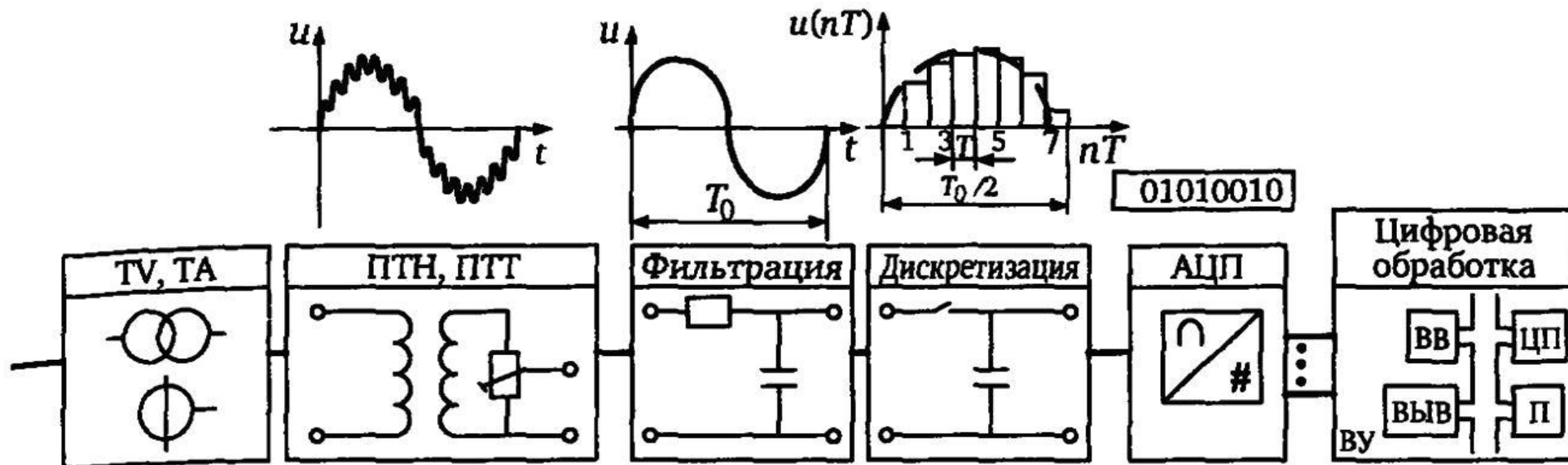
**Импульсный источник питания**













$\Delta t$  - интервал дискретизации сигнала по времени;

$f_B = 1/\Delta t$  частота выборок;

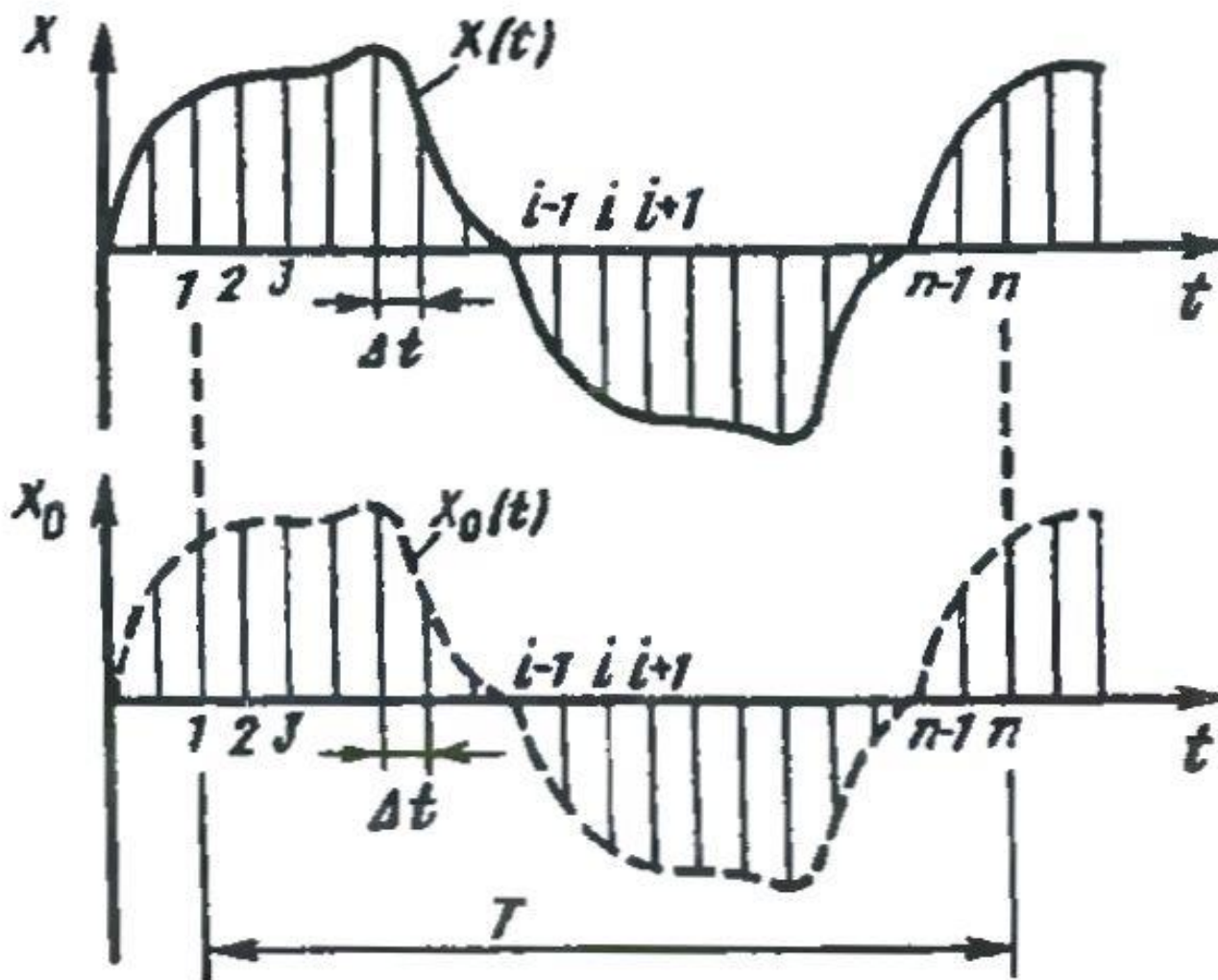
$T$  - период для периодических сигналов;

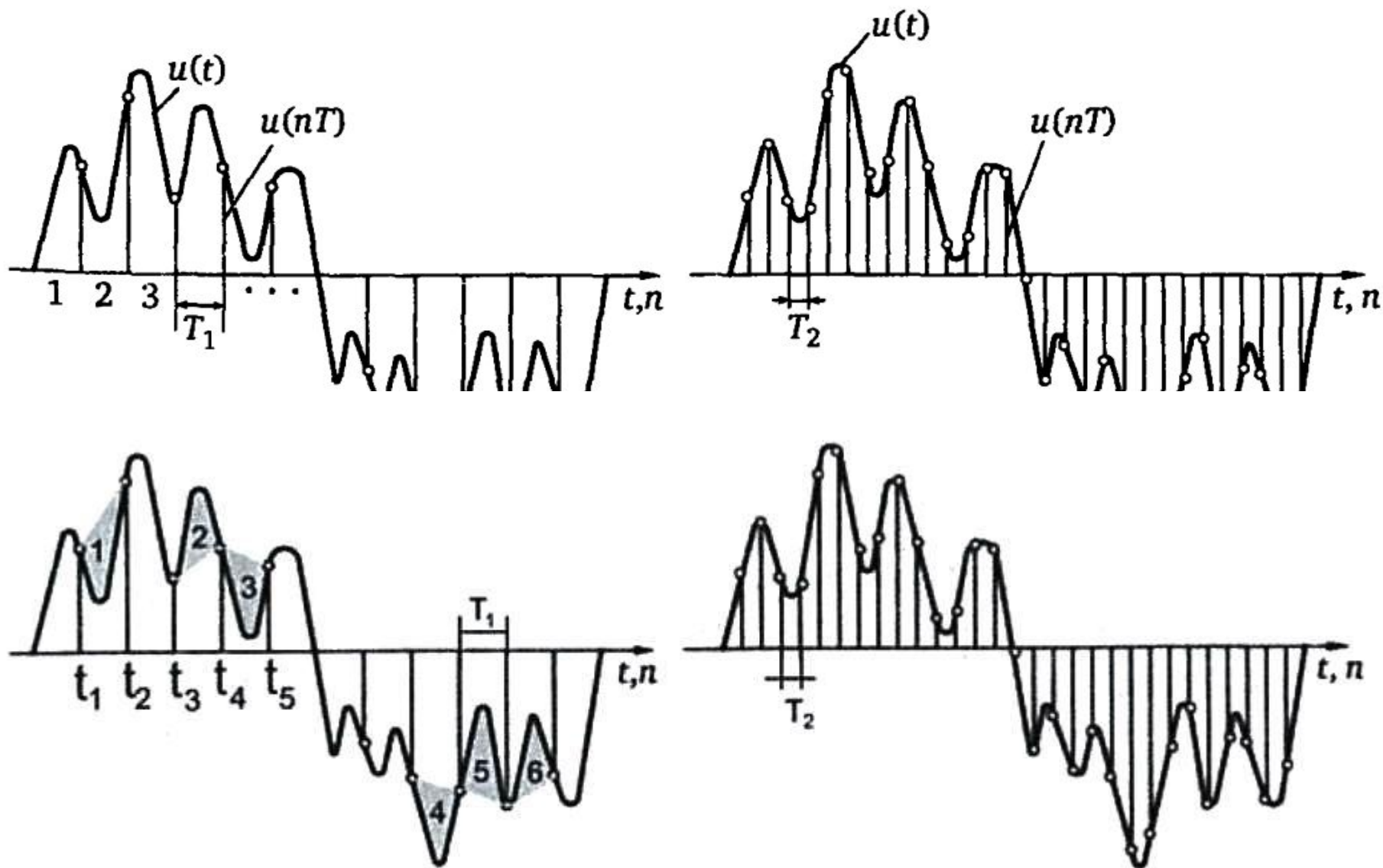
$N = f_B T$  - количество выборок за период;

$f_{max}$  - высшая частота гармонической составляющей входного сигнала.

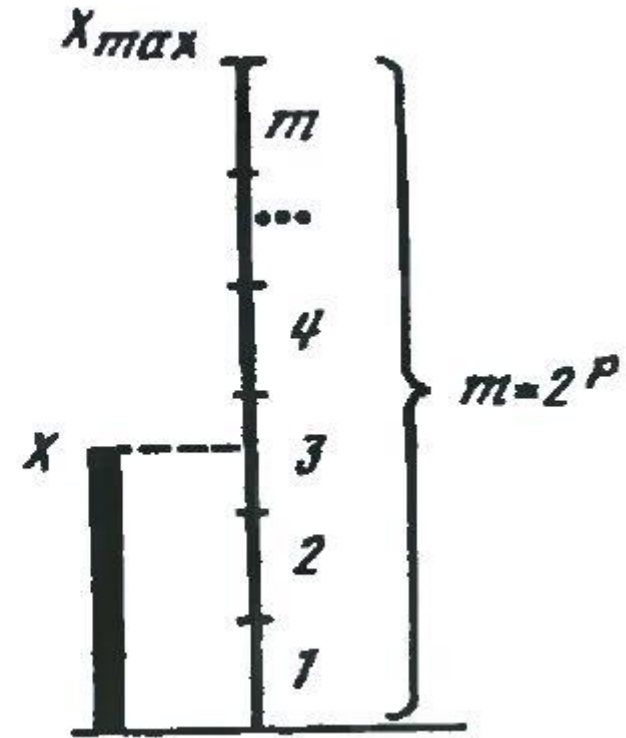
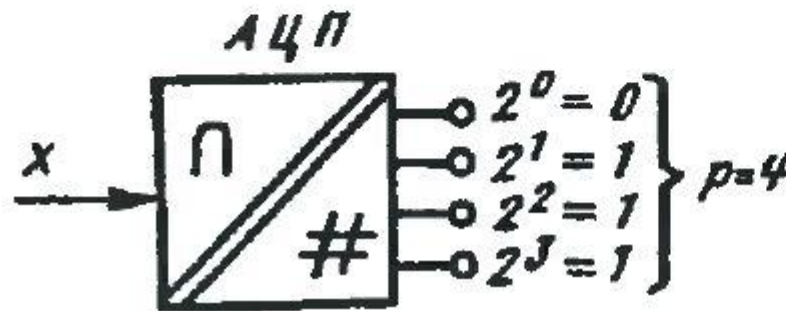
$$f_B \geq 2 f_{max}$$

$$N \geq 2 f_{max} T$$

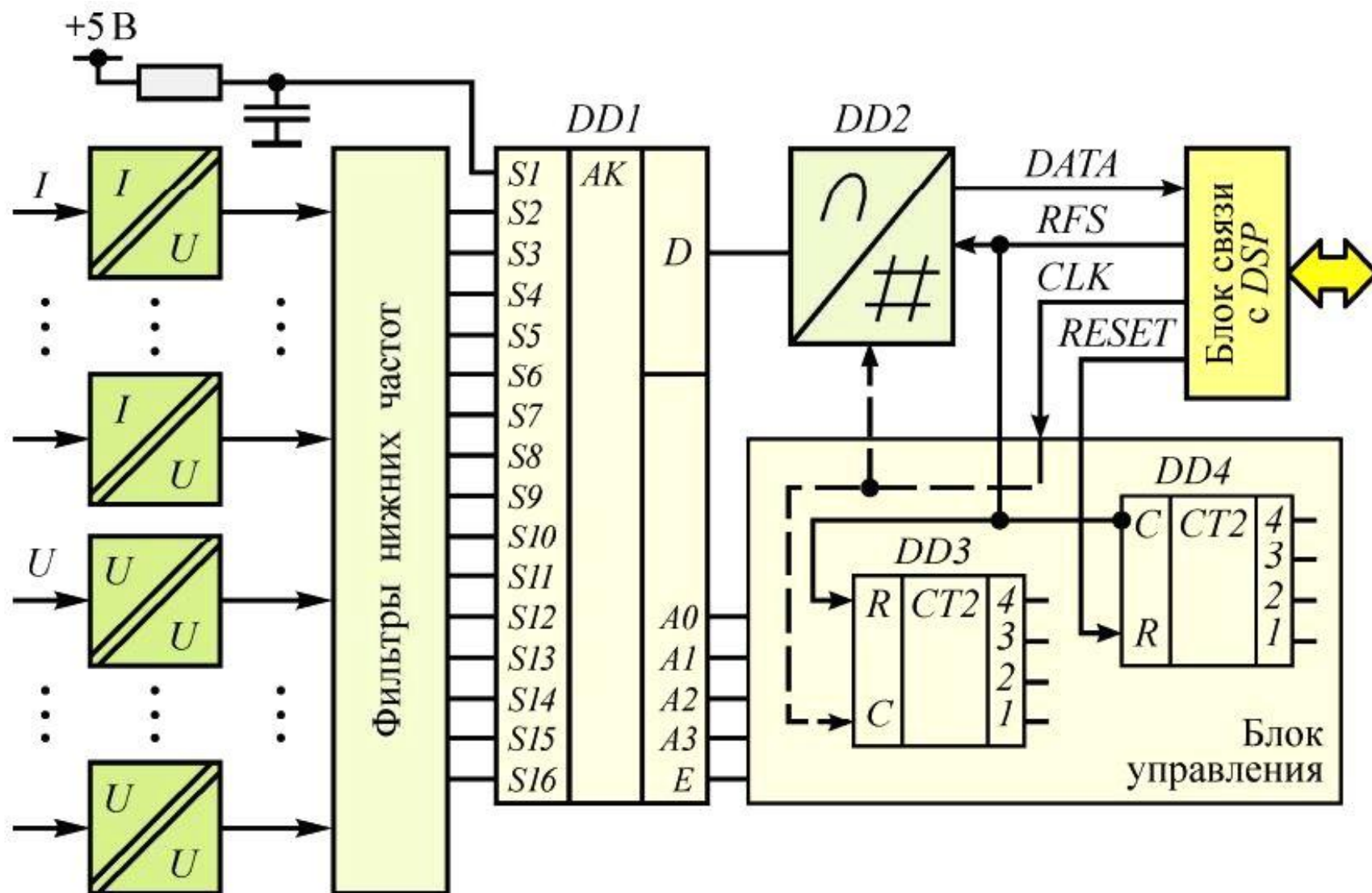


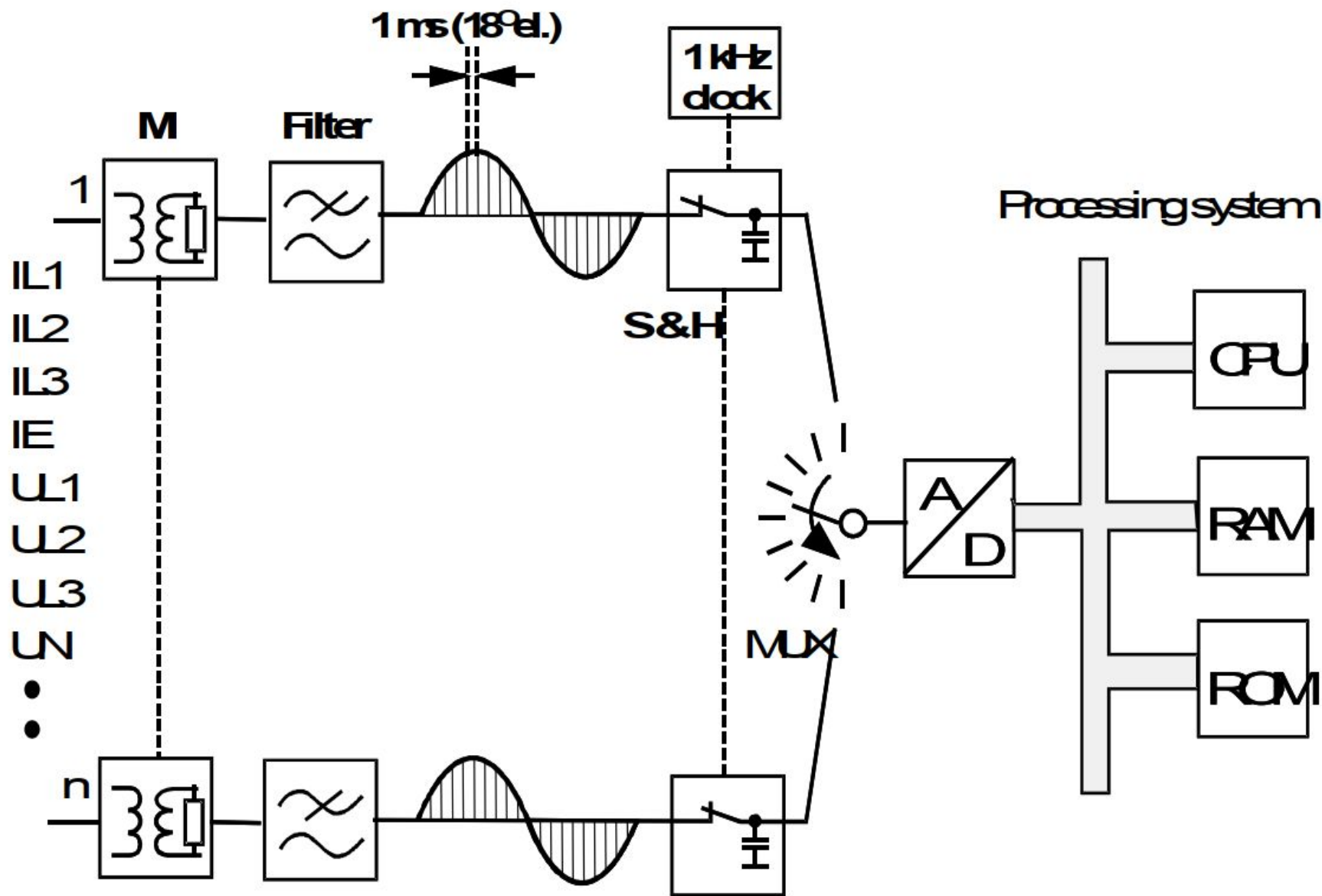


- $p$  – разрядность формируемого АЦП двоичного числа;
- $X$  – преобразуемый АЦП аналоговый сигнал;
- $X_{max} / 2^p$  – ступенька квантования при определении уровня сигнала;
- $m = 2^p$  – число ступеней квантования.









Исходные данные:

Дифференциальная защита должна работать в диапазоне токов (динамическом диапазоне)  $\pm 50xI_n$ . Точность должна составлять 5% от установленного значения  $0.1xI_n$  (наименьшее значение уставки).

Задача:

Какой разрешающей способностью должен обладать АЦП?

Решение:

Точность в 5% требует разрешающей способности  $100/5=20$  шагов. В данном случае, это соответствует наименьшему значению уставки, другими словами 20 шагов соответствуют  $0.1xI_n$ .

$50xI_n$  дает следующее:  $(50/0.1)x20=10,000$  шагов (по действующему значению). Максимальное мгновенное значение тогда равно  $2x\sqrt{2}x50=141$  А, что соответствует следующему:  $2x\sqrt{2}x10,000=28,284$  шагов.

Ближайшее значение составляет  $2^{15}=32,768$ .

Таким образом, необходимо применение 16 битного АЦП (15 бит плюс бит знака).





# ГАЭС филиала ПАО «РусГидро» - «Каскад Кубанских ГЭС».



Год пуска – 1968.  
Шесть насос-агрегатов вертикального исполнения.  
Установленная мощность: в насосном режиме – 15 МВт,  
в генераторном режиме – 15,9 МВт.