

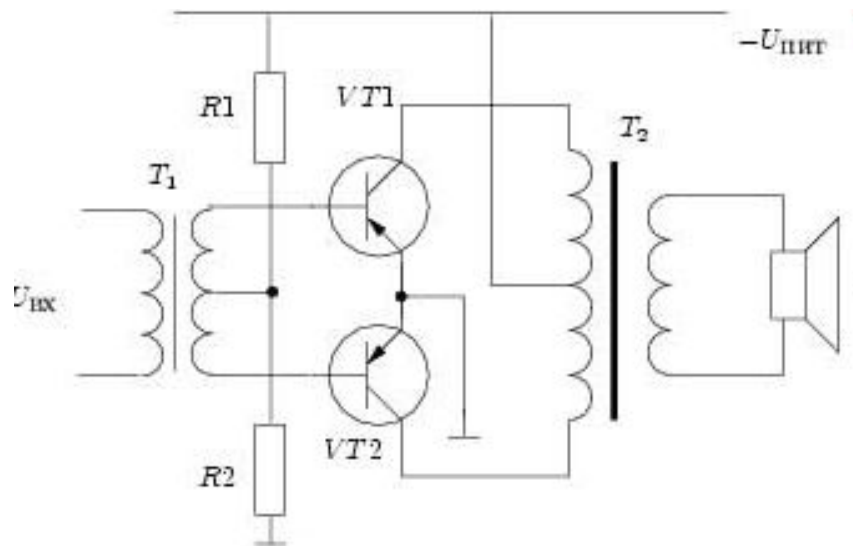
# Трансформаторы



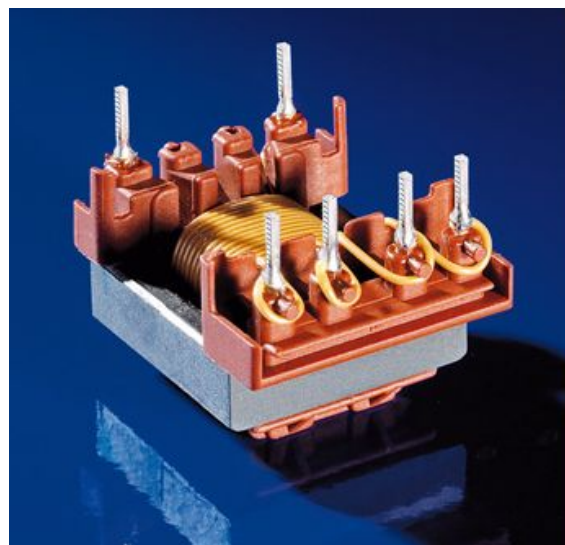
# Классификация трансформаторов для РЭА

- 1. По назначению
  - 1.1 Трансформаторы питания
    - а) маломощные до 1 кВт и  $U < 1000 \text{ В}$
    - б) мощные свыше 1 кВт
    - в) высоковольтные  $U > 1000 \text{ В}$

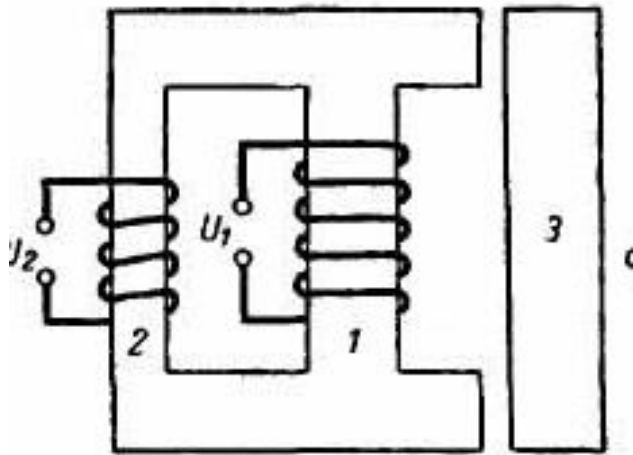
- 1.2 Трансформаторы согласования – служат для согласования сопротивлений при передаче переменных электрических сигналов, несущих информацию;



- 1.3 Импульсные трансформаторы – служат для преобразования прямоугольных электрических импульсов (максимально крутой фронт и срез, относительно постоянная амплитуда) без искажения формы.



- 1.3 пик-трансформаторы – служат для преобразования напряжения синусоидальной формы в импульсное напряжение переменной полярности той же частоты.



- 2. По условиям применения
  - 2.1. по стойкости к механическим факторам выделяют группы М1, М2, М3 и т.д. М6.....

Группы исполнения по стойкости к механическим факторам	Синусоидальная вибрация			Механический удар				Характеристика наиболее часто встречающихся условий применения
				многokrатного действия		одиночного действия		
	диапазон частот, Гц	высота ускорения, $m/c^2(g)$	степень жесткости по ГОСТ 20.57.406-81	пиковое ударное ускорение, $m/c^2(g)$	степень жесткости по ГОСТ 20.57.406-81	пиковое ударное ускорение, $m/c^2(g)$	степень жесткости по ГОСТ 20.57.406-81	
M1	1...35	5 (0,5)	I	150 (15)	I	-	-	В стационарной аппаратуре и приборах, устанавливаемых на неподвижных объектах, а также в аппаратуре и приборах, не имеющих приспособлений для переноски и требующих применения специальных мер защиты при перевозке
M2	1...55	10 (1)	II	150 (15)	I	-	-	В аппаратуре и приборах, работающих на ходу и предназначенных для кратковременной переноски и перевозки
M3	1...55	20 (2)	III	150 (15)	I	-	-	В аппаратуре и приборах, работающих на ходу, устанавливаемых на промышленных передвижных машинах и на неподвижном технологическом оборудовании
M4	1...80	50 (5)	VI	150 (15)	I	-	-	В переносной аппаратуре и приборах, работающих на ходу, и в аппаратуре и приборах, устанавливаемых на сухопутном и водном транспорте
M5	1...200	50 (5)	VIII	400 (40)	II	-	-	В аппаратуре, работающей на ходу, устанавливаемой на тракторах и гусеничных машинах и водном транспорте (быстроходные катера, суда и подводных крыльях и т. п.), а также на технологическом оборудовании и сухопутном транспорте, если частота вибрации превышает 80 Гц
M6	1...500	100(10)	X	400 (40)	II	1500	III	В аппаратуре, устанавливаемой на объектах, имеющих мощные источники вибрации, а также для общего применения в промышленности при условии, что частота вибрации превышает 200 Гц

- По степени жесткости

Степень жесткости	Ускорение, $g$	Длительность, мс	Общее число ударов
I	15	2...15	10 000
II	40	2...10	10 000
III	75	2...6	4000
IV	150	1...3	4000



- 2.2. по климатическому исполнению...

Климатические исполнения изделий	Обозначения			Краткая характеристика макроклиматического района
	русское	латинское	цифровое	
<i>Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках, озерах</i>				
Для макроклиматического района с умеренным климатом	У	(N)	0	Средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха равна или ниже 40 °С, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха равна или выше - 45 °С
Для макроклиматического района с умеренным и холодным климатом	УХЛ	(NF)	1	К макроклиматическому району с холодным климатом относятся районы, в которых средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже -45 °С
Для макроклиматического района с влажным тропическим климатом	ТВ	(TH)	2	Сочетание температуры равной или выше 20 °С и относительной влажности, равной или выше 80 %, наблюдается примерно 12 или более часов в сутки за непрерывный период от 2 до 12 месяцев в году
Для макроклиматического района с сухим тропическим климатом	ТС	(TA)	3	Средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха выше 40 °С и районы, которые не отнесены к макроклиматическому району с влажным тропическим климатом
Для макроклиматического района как с сухим, так и влажным тропическим климатом	Т	<sup>*</sup> (T)	4	Температура 20 °С и выше при относительной влажности 80 % и выше или температура 40 °С и выше
Для всех макроклиматических районов на суше, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом	О	(U)	5	—

*Изделия, предназначенные для эксплуатации  
в макроклиматических районах с морским климатом*

<p>Для макроклиматического района с умеренно-холодным морским климатом</p>	<p>M</p>	<p>(M)</p>	<p>6</p>	<p>К макроклиматическому району с умеренно-холодным морским климатом относятся моря, океаны и прибрежная территория в пределах непосредственного воздействия морской воды, расположенные севернее 30° северной широты или южнее 30° южной широты</p>
<p>Для макроклиматического района с тропическим морским климатом, в том числе для судов каботажного плавания или иных, предназначенных для плавания только в этом районе</p>	<p>TM</p>	<p>(MT)</p>	<p>7</p>	<p>К макроклиматическому району с тропическим морским климатом относятся моря, океаны и прибрежная территория в пределах непосредственного воздействия морской воды, расположенные между 30° северной широты и 30° южной широты</p>
<p>Для макроклиматического района как с умеренно-холодным, так и тропическим морским климатом, в том числе для судов неограниченного района плавания</p>	<p>OM</p>	<p>(MU)</p>	<p>8</p>	<p>Среднемесячное значение относительной влажности в сочетании с предельным значением температуры для категории изделий 1, 2, 5 равно 100 % при 35 °С, для категории изделий 1.1 при продолжительности воздействия четыре месяца в год равно 98 % при 35 °С; для категории 2.1, 5.1, 3, 3.1, 4 равно 98 % при 35 °С, для категории 4.1 — 80 % при 25 °С</p>
<p>Для всех макроклиматических районов на суше и на море, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (всеклиматическое исполнение)</p>	<p>B</p>	<p>(W)</p>	<p>9</p>	<p>К макроклиматическому району с очень холодным климатом, где средняя минимальная температура ниже -60 °С</p>

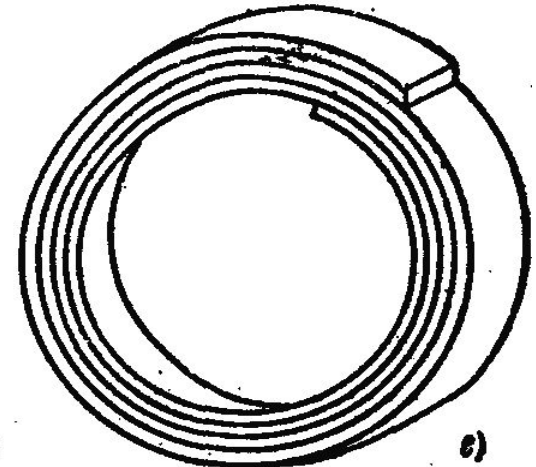
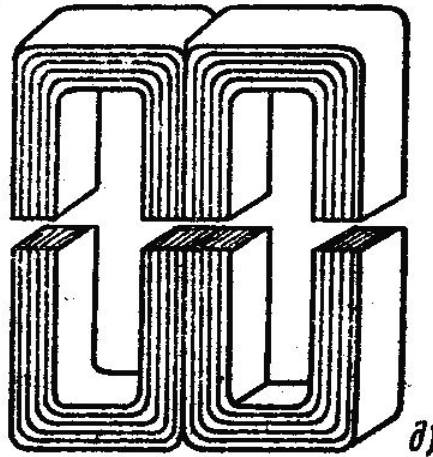
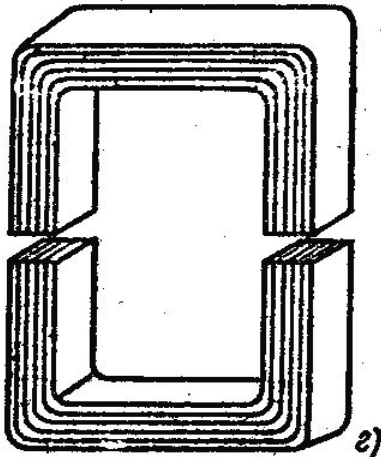
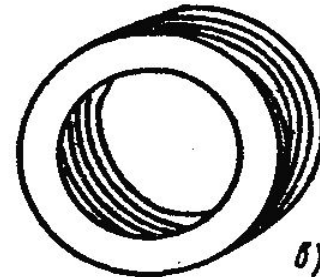
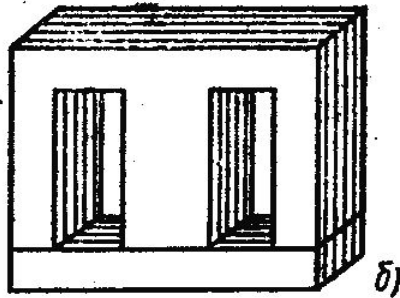
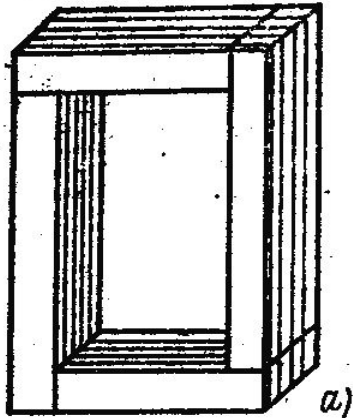
## • 2.3. по категории размещения

Характеристика укрупненных категорий	Обозначение	Характеристика дополнительных категорий	Обозначение
<p>Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района)</p>	1	<p>Для хранения в процессе эксплуатации в помещениях категории 4 и работы как в условиях категории 4, так и (кратковременно) в других условиях, в том числе на открытом воздухе</p>	1.1
<p>Для эксплуатации под навесом или в помещениях (объемах), где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочке комплектного изделия категории I (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков)</p>	2	<p>Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категорий 1, 1.1, 2, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах (например, внутри РЭА)</p>	2.1
<p>Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях</p>	3	<p>Для эксплуатации в нерегулярно отапливаемых помещениях (объемах)</p>	3.1
<p>Для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых и вентилируемых и отапливаемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного излучения и конденсации влаги)</p>	4	<p>Для эксплуатации в помещениях с кондиционированным или частично кондиционированным воздухом</p>	4.1
<p>Для эксплуатации в помещениях (объемах) с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в том числе шахтах, подвалах, в почве; в таких судовых, корабельных и других помещениях, в которых возможно длительное наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке, в частности в некоторых трюмах, в некоторых цехах текстильных, гидрометаллургических производств и т. п.)</p>	5	<p>Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплексных изделий категории 5, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах (например, внутри РЭА)</p>	5.1

- 3. По рабочей частоте
  - 3.1. пониженной частоты (до 50 Гц)
  - 3.2. промышленной частоты (50 Гц)
  - 3.3. повышенной промышленной частоты (400, 1000, 2000 Гц)
  - 3.4. повышенной частоты (до 10 000 Гц)
  - 3.5. высокой частоты (свыше 10 000 Гц)

- 4. По конструктивному исполнению магнитопровода
  - 4.1. Стрежневые
  - 4.2. Броневые
  - 4.3. Торроидальные
  - 4.4. Специальной конфигурации

- Виды магнитопровода трансформаторов



# Литература

- Сидоров И.Н., Скорняков С.В.  
Трансформаторы бытовой  
радиоэлектронной аппаратуры.М.:  
«Радио и связь». – 1994 г.

# Параметры трансформаторов

- Номинальные напряжения обмоток

Uном:

6, 12, 28.5, 42, 62, 115, 230 В

(однофазные)

(по ГОСТу 21128-83)



- Номинальные токи обмоток  $I_{ном}$
- Номинальная мощность трансформатора  $S_{ном}$  – сумма мощностей вторичных обмоток (В·А):

0,001; 0,002; 0,004; 0,008; 0,016; 0,032;  
0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 6,3; 10; 16;  
25 В·А.

- Коэффициент трансформации  $k$  – отношение напряжений на зажимах первичной и вторичной обмоток при холостом ходе:

0,012; 0,018; 0,025; 0,035; 0,05; 0,07; 0,1;  
0,12; 0,14; 0,17; 0,24.....; 28.

- \* для низкочастотных согласующих трансформаторов указывается ряд значений номинального сопротивления нагрузки, на которые рассчитан трансформатор:

2,0; 2,2; 3,2.....; 650 кОм.

Сопротивление нагрузки сочетается с коэффициентом трансформации. Чем больше  $k$ , тем на большую нагрузку рассчитан трансформатор.

- Частота питающей сети  $f$  (Гц):
- 50; 400; 1000; .....; 10000; >10000 Гц.

# Дополнительные параметры согласующих трансформаторов

- Полоса воспроизводимых частот  $\Delta F$  (Гц)
- Входное и выходное сопротивление  $R_{\text{ВХ}}$   
 $R_{\text{ВЫХ}}$ .
- Индуктивность первичной обмотки  $L_1$
- Сопротивление обмоток постоянному току.
- Коэффициент нелинейных искажений на граничных частотах полосы пропускания  $K_{\text{Г}}$

- КПД (для выходных согласующих трансформаторов):

$$\eta = \frac{P_{нагр}}{P_{входн}}$$

**Таблица Ориентировочные средние значения КПД трансформаторов**

$P_{н},$ В·А	до 0,5	0,5...1,5	1,5...4	4...10	10... 100	100... 1000	более 1000
$\eta$	0,7	0,75	0,8	0,85	0,19	0,9...0,95	0,95... 0,98

# Параметры импульсных трансформаторов

- Длительность импульса  $\tau$
- Амплитуда импульса на первичной обмотке  $U_{m1}$
- Частота следования импульсов  $F$
- Длительность фронта выходного импульса  $t_{\phi}$