

# Измерение частоты и периода сигнала

Основные методы и средства  
измерений



# Частота и период Электрического сигнала

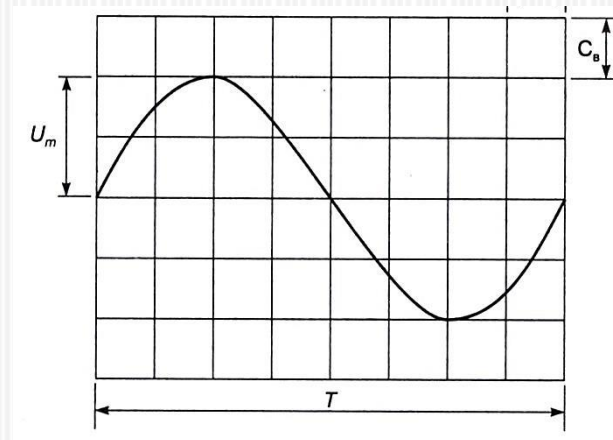
Циклическая частота **f** – число колебаний в единицу времени.

Период **T** – интервал времени, через который мгновенное значение сигнала повторяется.

$$T=1/f$$

Угловая частота гармонического сигнала  $\omega$ :

$$\omega=2\pi f$$



Исторически сложились следующие обозначения:  
 $f$  – радиотехнические высокие частоты;  
 $F$  – радиотехнические низкие частоты;  
 $T$  - период.

Для неграммонических колебаний справедливо лишь понятие периода, но не частоты.



# Единицы измерения частоты и периода

Физическая величина	Единица измерения (обозначение)	Единица измерения
единица циклической частоты	1 Гц	герц
единица угловой частоты	1 рад/с	радиан в секунду
Единица периода и интервала времени	1 с	секунда

# Кратные и дольные единицы

## частоты и периода

Частота сигнала		Период сигнала	
Килогерц	$1 \cdot 10^3$ Гц	Миллисекунда	$1 \cdot 10^{-3}$ с
Мегагерц	$1 \cdot 10^6$ Гц	микросекунда	$1 \cdot 10^{-6}$ с

# Спектр частот (по диапазонам)

Инфразвуковой:	ниже 20 Гц;
Звуковой:	20 Гц – 20 кГц;
Ультразвуковой:	20-200 кГц;
Высокочастотный:	200 кГц – 30 МГц.
СВЧ:	свыше 30 МГц.

# Основные методы измерения

## частоты

Резонансный  
(резонансные частотомеры)

Осциллографический  
(осциллограф)

метод дискретного счета  
(цифровые частотомеры)

# Основные характеристики частотомеров

При выборе прибора для измерений необходимо знать основные метрологические характеристики:

- диапазон измерения частот;
- допустимая погрешность измерений;
- чувствительность (минимальное напряжение или мощность, при которой может работать данный прибор).



# Каталоговая классификация

## частотомеров

- Ч1 – образцовые (стандарты частоты);
- Ч2 – резонансные;
- Ч3 – электронные;
- Ч4 – гетеродинные волномеры;
- Ч5 – преобразователи частоты;
- Ч6 – синтезаторы, делители, умножители частоты.

В практике электротехнических измерений в большинстве случаев измеряют линейную частоту.



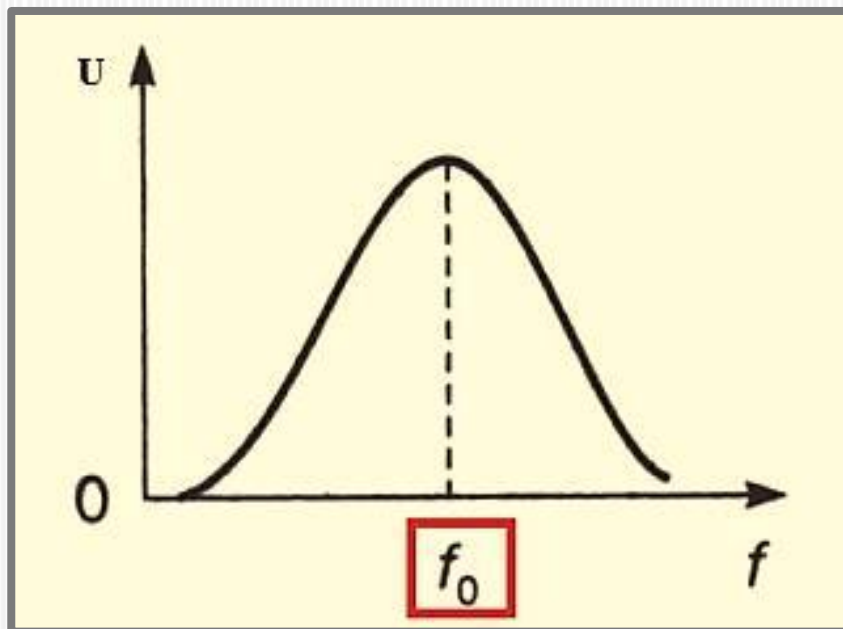
# Резонансный метод измерения частоты

Этот метод относится к высоко- и сверхвысокочастотным методам и заключается в сравнении измеряемой частоты  $f_x$  с собственной резонансной частотой  $f_0$  измерительного колебательного контура или резонатора.

Погрешность резонансных частотомеров составляет порядка 1 %.



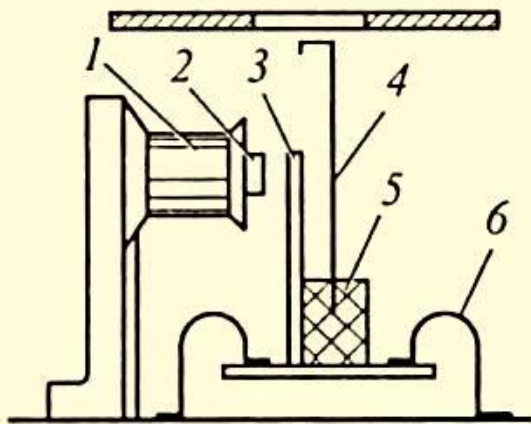
# Вид резонансной кривой



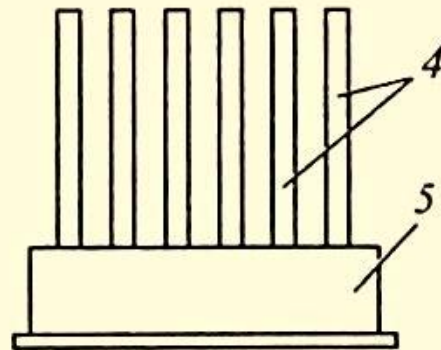
# Обобщенная структурная схема резонансного частотомера



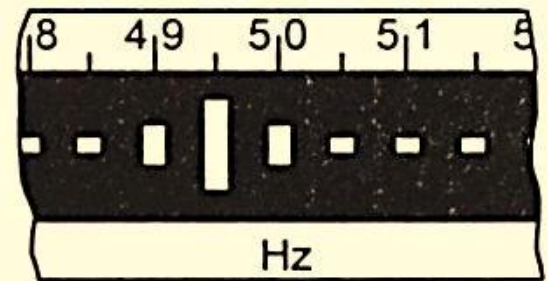
# Резонансный частотомер



*a*



*б*



*в*

Резонансный частотомер: 1 — обмотка электромагнита; 2 — сердечник; 3 — якорь; 4 — стальная пластинка; 5 — скрепляющая планка; 6 — пружина опоры

## **Достоинства резонансного метода измерения частоты:**

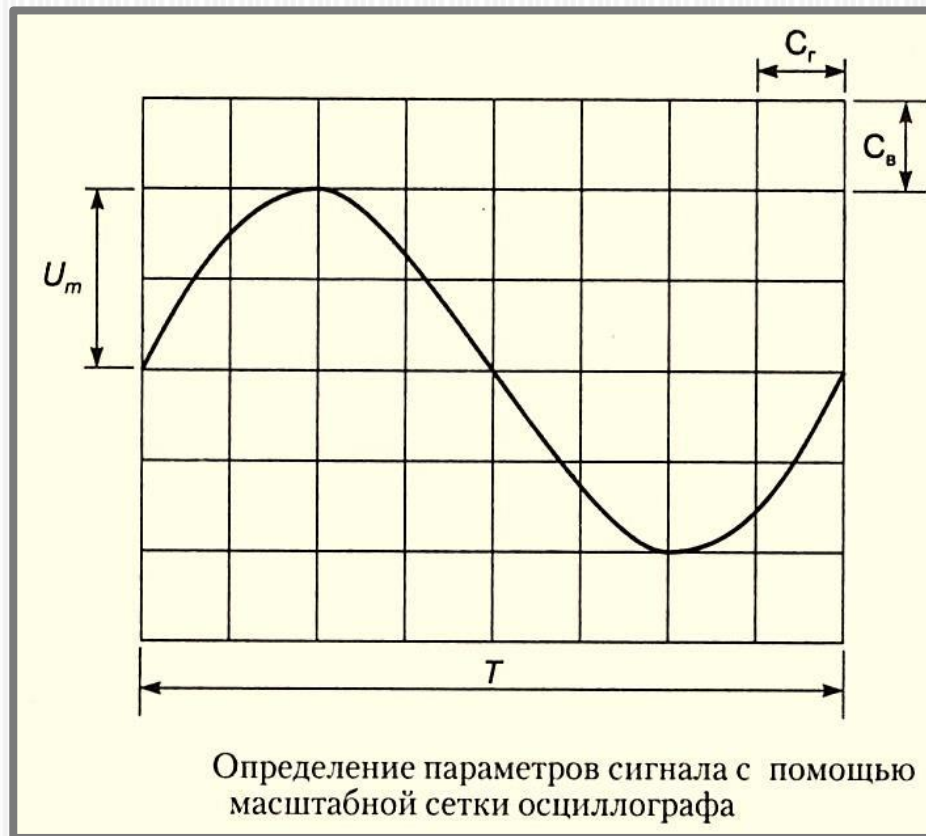
- простота и удобство в эксплуатации.

## **Недостатки:**

- узкие пределы измерений;
- достаточно высокая погрешность измерений.

# Осциллографические методы измерения частоты

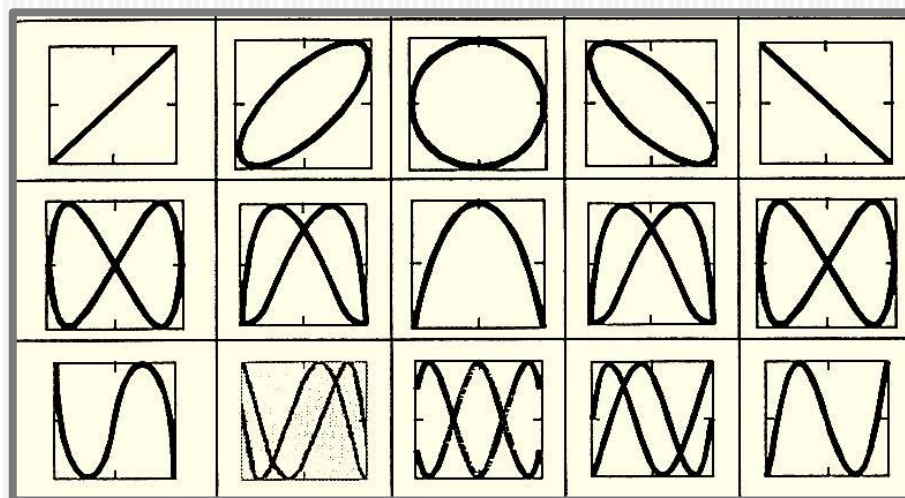
Частота может измеряться как величина, обратная периоду сигнала.



# Осциллографический метод

## (метод фигур Лиссажу)

Сигналы измеряемой частоты  $f_x$  и образцовой частоты  $f_0$  подаются на каналы Y и X соответственно. Изменением образцовой частоты добиваются появления на экране неподвижной фигуры.

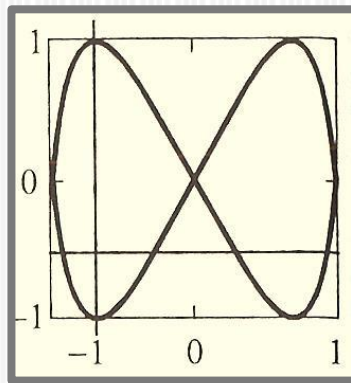




# Метод фигур Лиссажу

(продолжение)

Для определения  $f_x$  проводят горизонтальную и вертикальную касательные к фигуре и подсчитывают число касаний  $n$  с горизонталью и вертикалью. Соотношение частот определяется как отношение количества касаний с вертикалью к количеству касаний с горизонталью  $f_0/f_x = n_B/n_r$ .

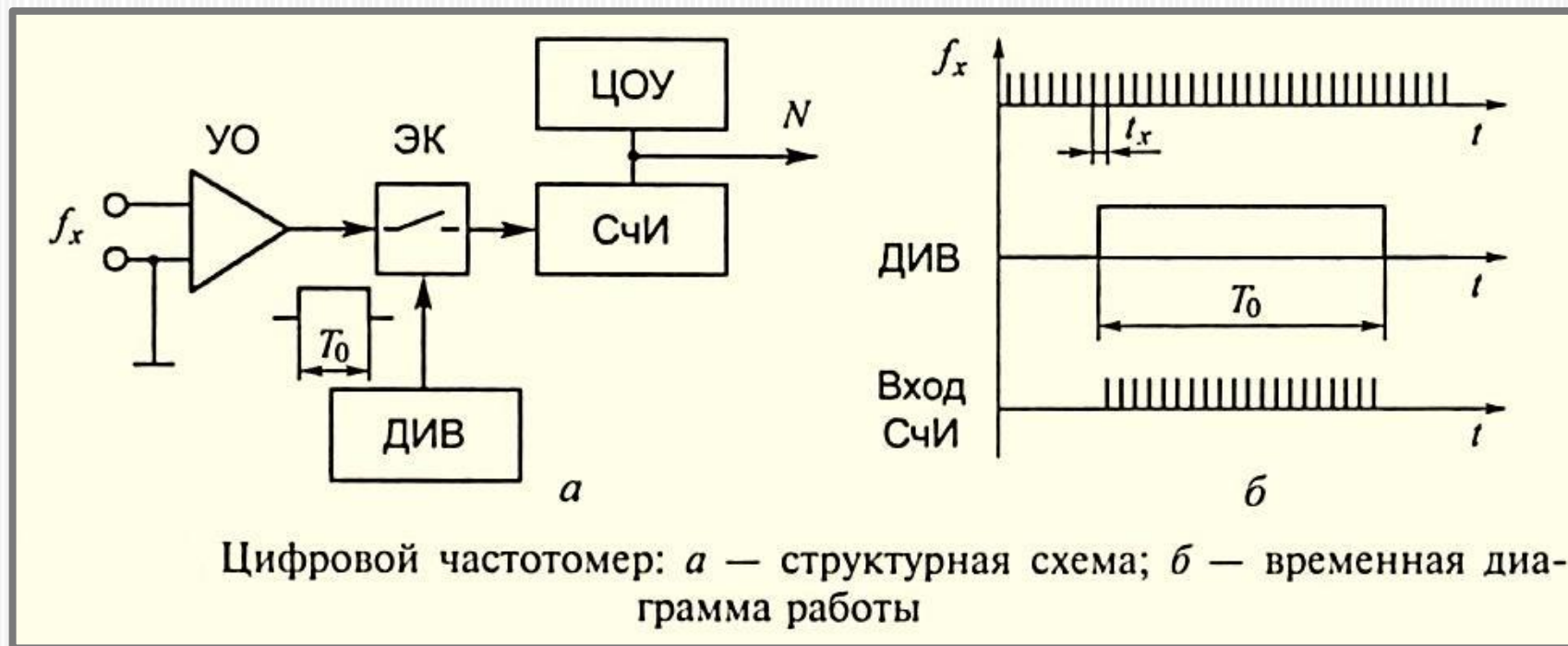


Осциллографические методы относятся к лабораторным методам измерения частоты. Их погрешность составляет 1,5-2,0 %.



# Электронные цифровые частотомеры

В основу их работы положен метод дискретного счета.



# Достоинства цифровых частотомеров

- Высокая точность измерений (погрешность  $10^{-6} \dots 10^{-9}$ );
- успешное использование на низких и высоких частотах;
- субъективная ошибка оператора исключена;
- возможность вывода данных на ПК;
- возможность измерения не только частоты, но и длительности импульсов, соотношения частот, периода сигнала.

# Цифровой частотомер АКИП 5102

Данный частотомер проводит измерения частоты, периода, длительности и скважности импульсов, отношения частот, пикового напряжения.



# Задание на дом

- Шишмарев В.Ю. Измерительная техника, – М.: Академия, 2010. Стр.167-186;
- Хрусталева З.А. Электротехнические измерения, – М.: КноРус, 2011 Стр.127-137;
- Работа со справочными пособиями «Устройство резонансного частотомера»

# Контрольные вопросы

- Какую физическую величину называют частотой сигнала?
- Каковы формулы частоты и периода повторения сигналов?
- В каких единицах измеряются частота и период сигнала в системе СИ?
- Какие основные методы используются для измерения частоты и периода сигналов?
- Какие метрологические характеристики приборов нужно знать при выборе для измерений частоты или периода сигнала?



# Список использованных источников

- Хрусталева З.А. Электротехнические измерения, – М.: КноРус, 2011 Стр.127-137;
- Шишмарев В.Ю. Измерительная техника, – М.: Академия, 2010. Стр.167-186;
- Хромоин П.К. Электротехнические измерения, – М.: Форум, 2008.
- <http://www.anymer.ru>