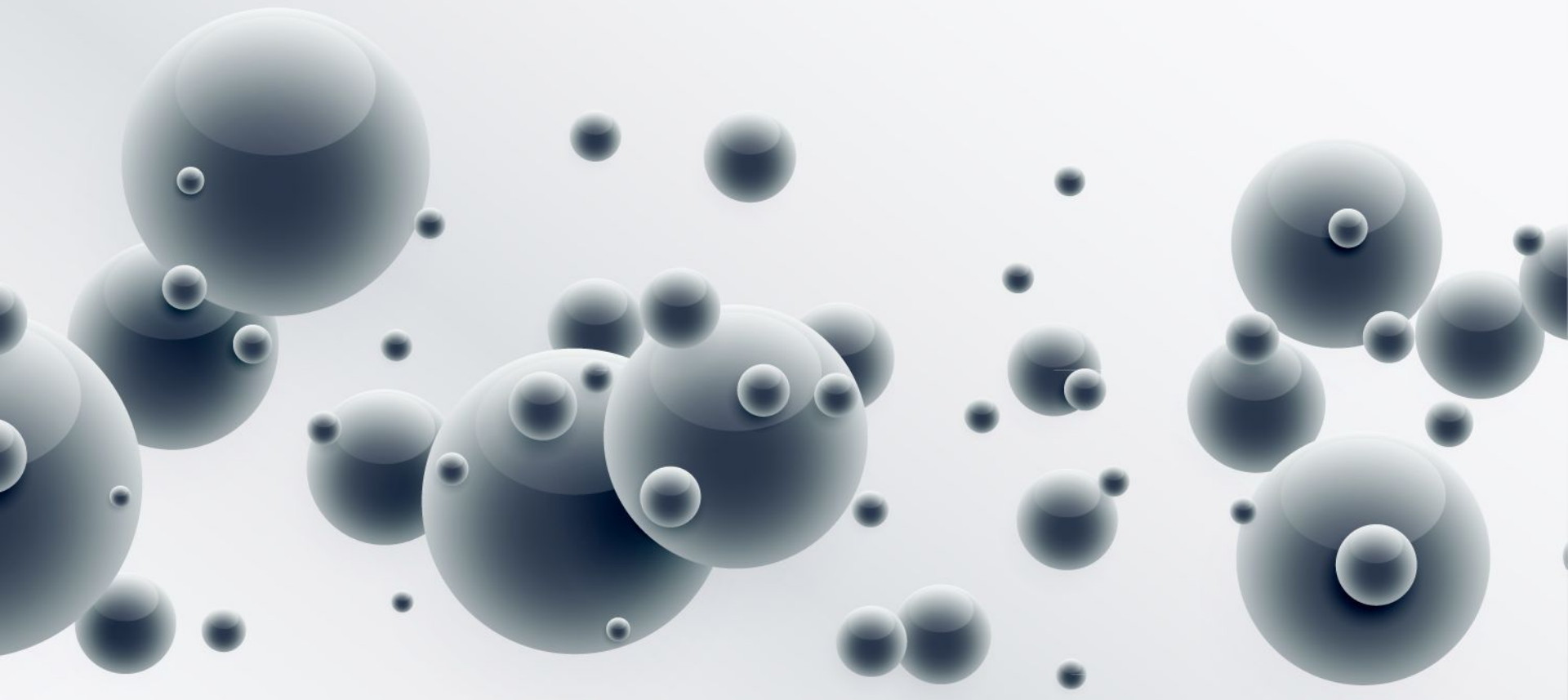


# Основы ядерной электроники



**Электрической цепью** называется совокупность устройств, предназначенных для прохождения электрического тока.


В общем случае электрическая цепь состоит из:

- источников электрической энергии;
- приемников электрической энергии
- промежуточных звеньев, связывающих источники с приемниками



Источники электрической энергии – гальванические элементы, аккумуляторы, термоэлементы, генераторы и другие устройства, в которых происходит процесс преобразования химической, тепловой, механической или другого вида энергии в электрическую.

Приемниками (нагрузкой) электрической энергии служат электрические двигатели, электронагревательные приборы и др. устройства, в которых электрическая энергия превращается в световую, тепловую, механическую и другие виды.



В электрических цепях различают активные и пассивные элементы.

Активные элементы – это источники электрической энергии. Различают источники напряжения и источники тока.

Пассивные элементы – это сопротивления, индуктивности, емкости.

Первые вносят энергию в электрическую цепь, а вторые ее потребляют.

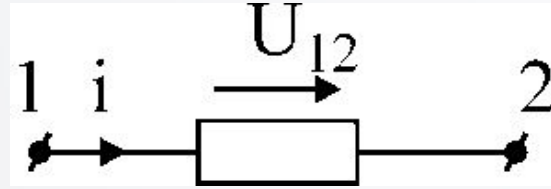


**Электрический ток** в общем случае представляет собой движения электрических зарядов отрицательного и положительного знаков в разные стороны.

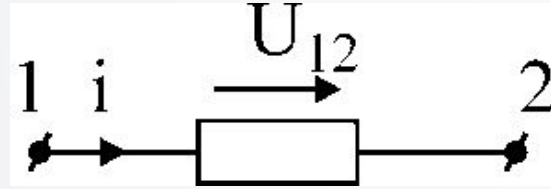
$$i = \frac{dq}{dt}, [A].$$

$q$  - количество электричества, прошедшее через рассматриваемое сечение проводника за время  $t$ .





При протекании тока от точки 1 к точке 2 подразумевается, что потенциал точки 1 выше потенциала точки 2.



Под напряжением на данном участке подразумевается разность электрических потенциалов точек 1 и 2.

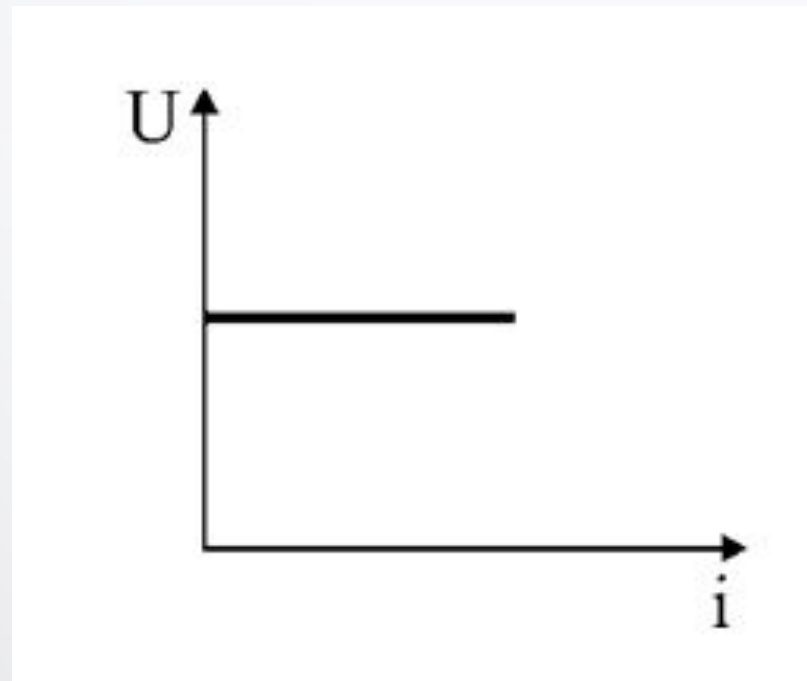
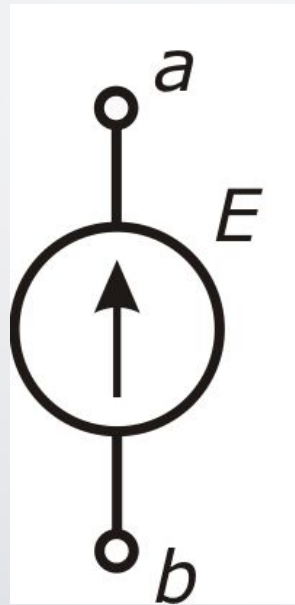
Единица измерения напряжения Вольт [В].

При условии, что  $\phi_1$  больше  $\phi_2$   $U_{12} = \phi_1 - \phi_2$  будет положительным.

# Идеальный источник

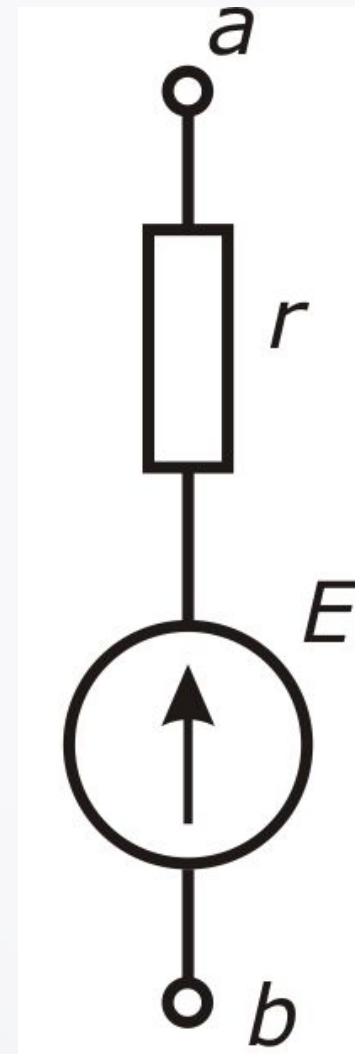
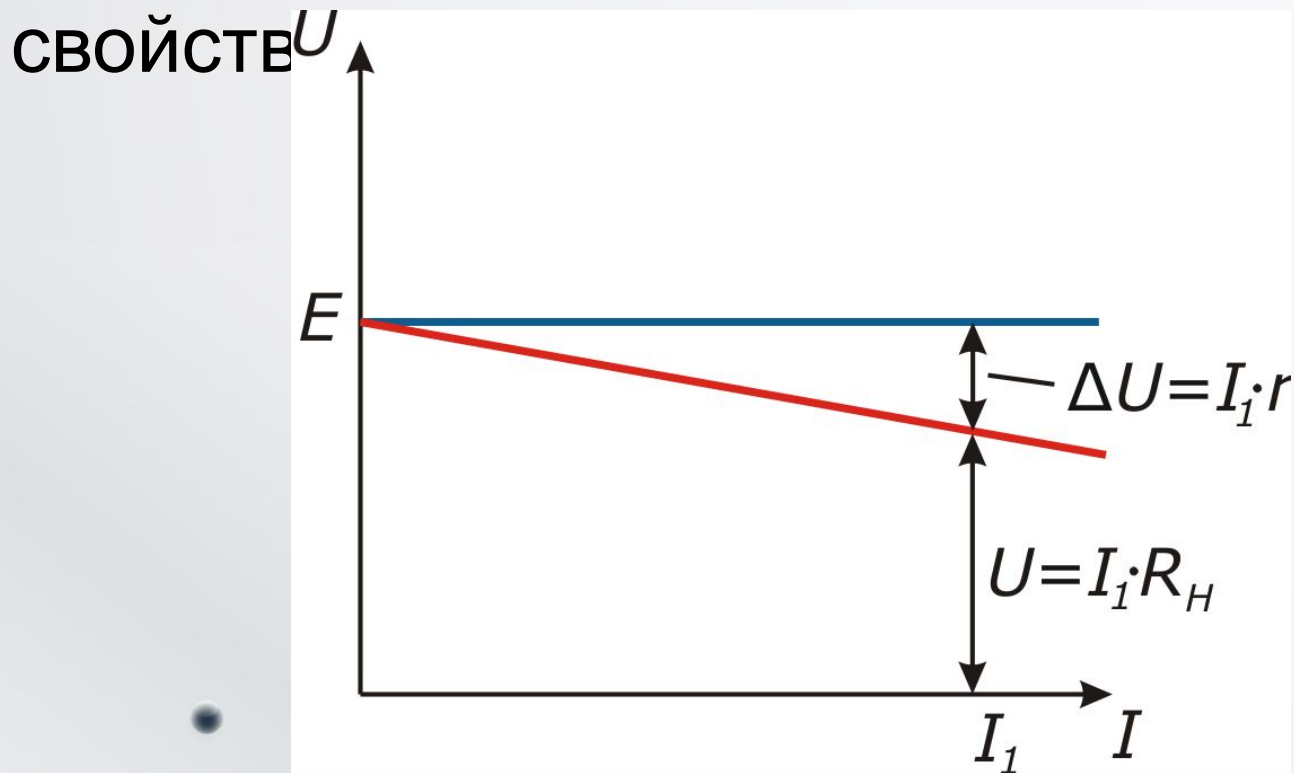
## напряжения

активный элемент с двумя зажимами, напряжение на котором не зависит от тока, проходящего через источник

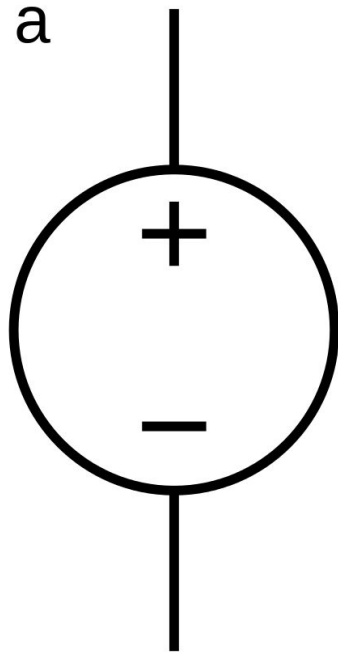




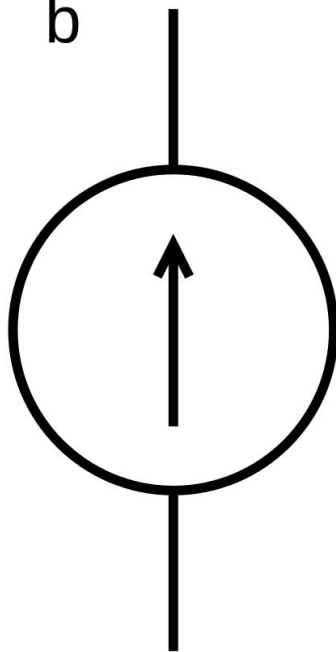
В реальности любой источник напряжения обладает внутренним сопротивлением  $r$ .  
Это исключительно конструктивное свойство



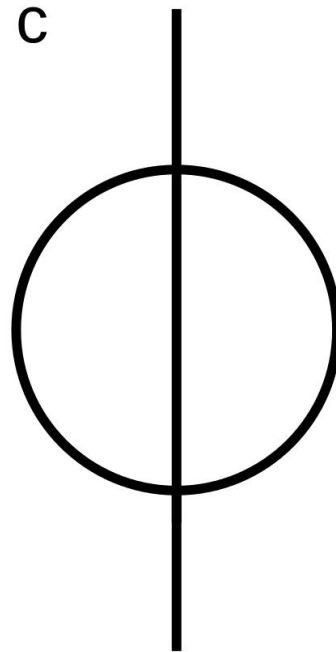
a



b



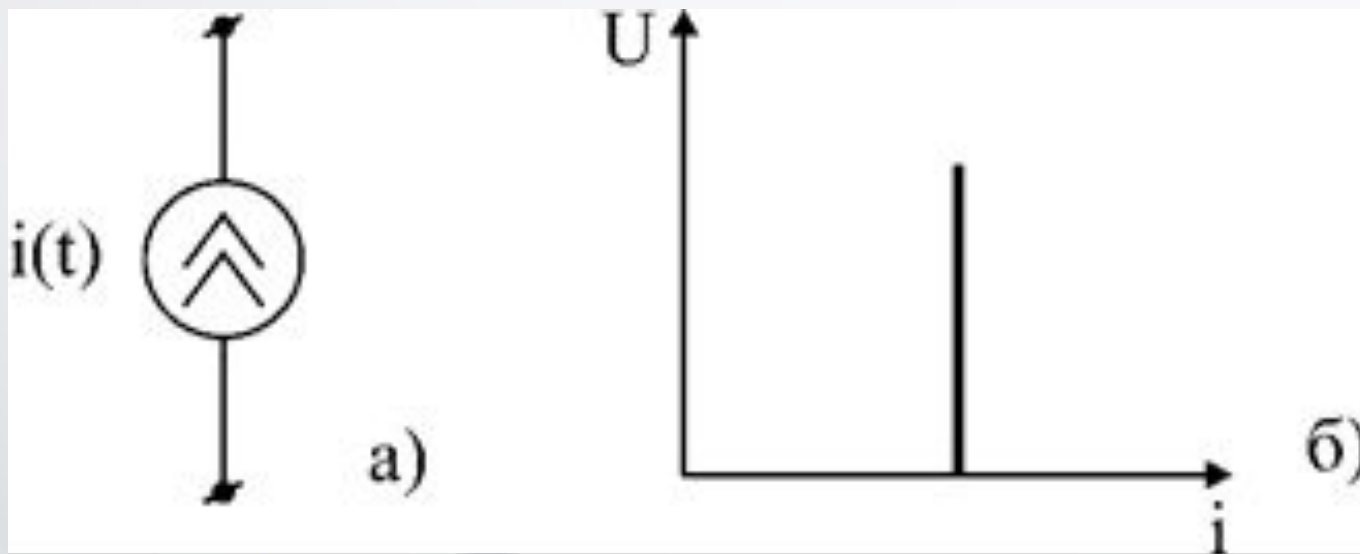
c



# Идеальный источник

## тока

активный элемент, ток которого не зависит от напряжения на его зажимах.



# Реальный источник

тока - ?

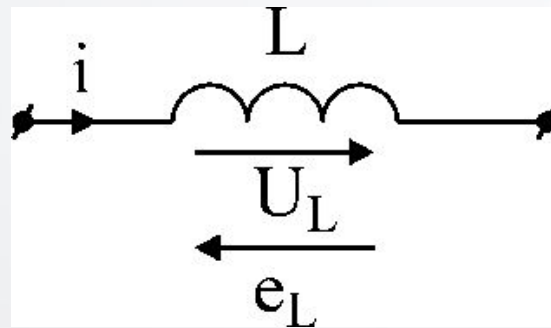
# Сопротивление

$$r = \frac{U}{i}, [\text{Ом}]$$

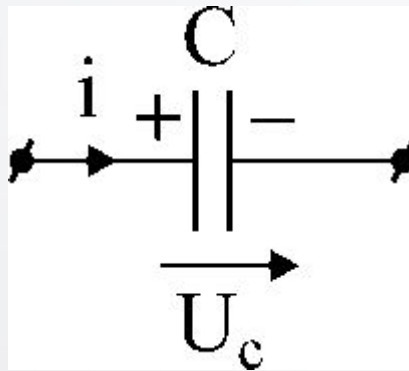
Величина обратная сопротивлению носит название проводимости:

$$q = \frac{1}{r}, [\text{См}]$$

Индуктивностью называется идеализированный элемент электрической цепи, приближающейся по свойствам к индуктивной катушке, в котором накапливается энергия магнитного поля.



Емкостью называется идеализированный элемент электрической цепи приблизительно заменяющий конденсатор, в котором накапливается энергия электрического поля.

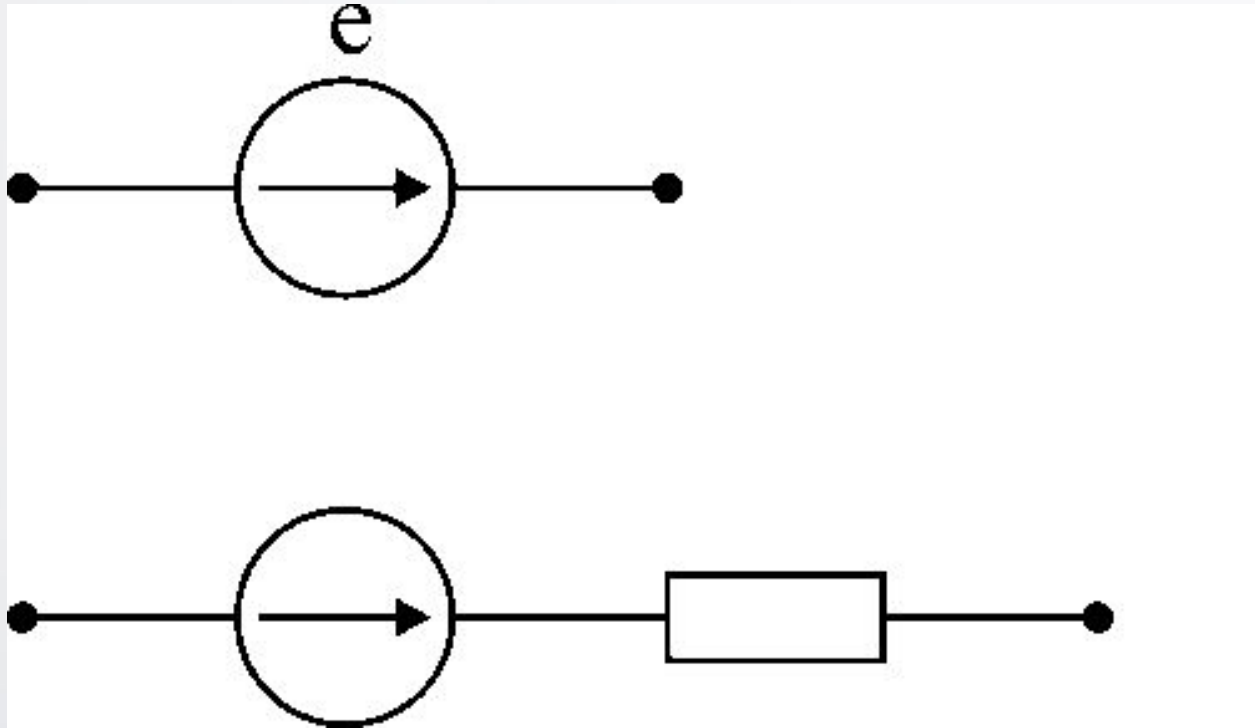


# Топологические элементы схемы: ветви, узлы, контуры.

Ветвь – участок схемы, расположенный между двумя узлами и образованный одним или несколькими последовательно соединенными электрическими элементами цепи.

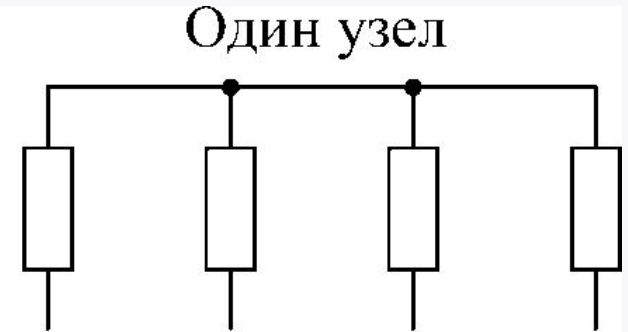
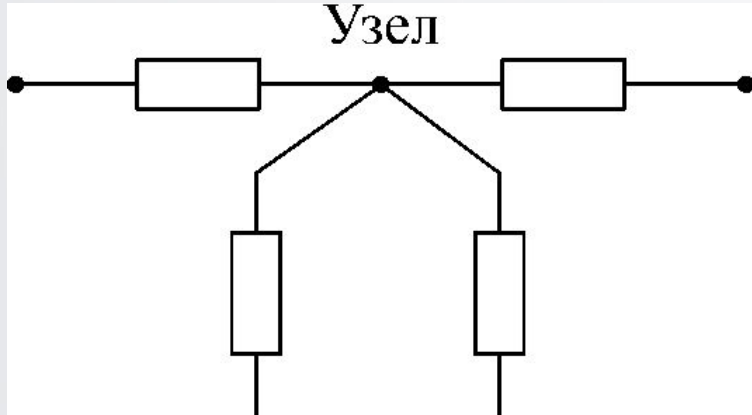
Под последовательным соединением элементов цепи понимается такое их соединение, при котором через все эти элементы проходит один и тот же ток.



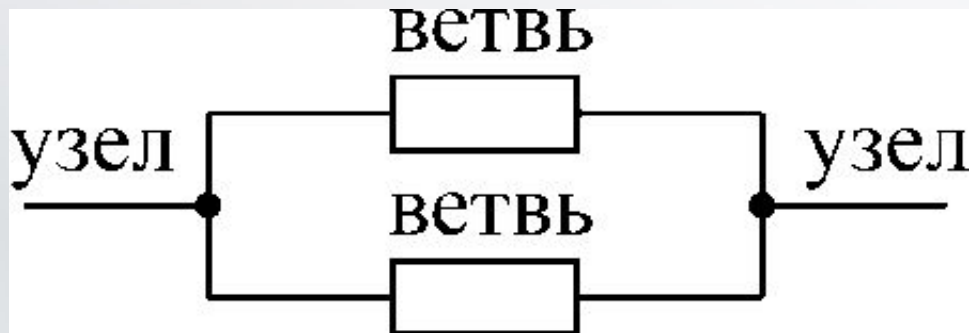




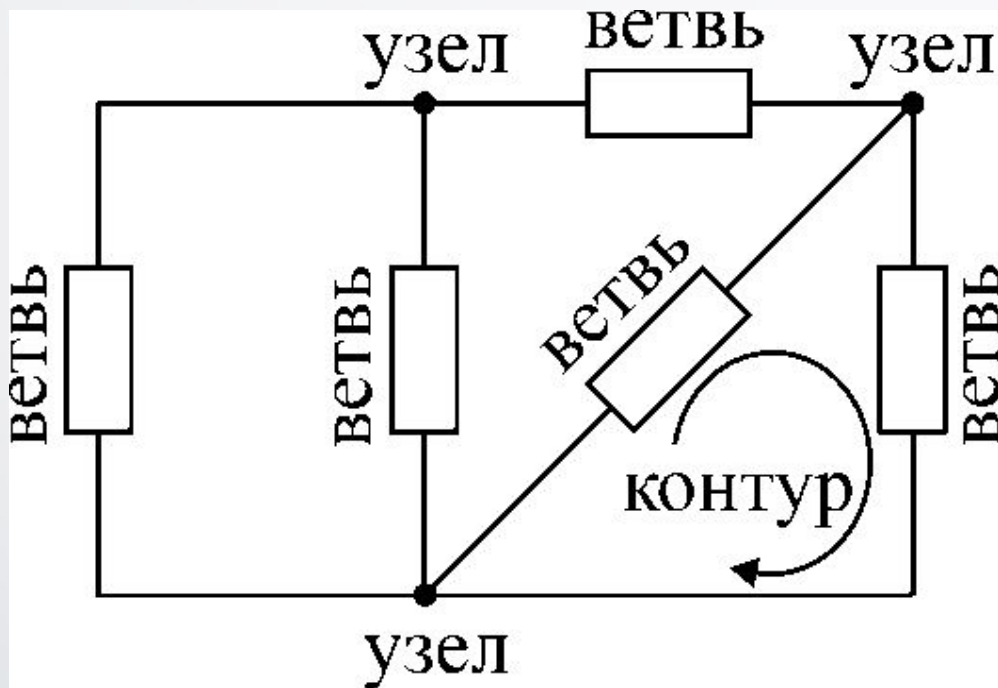
Узел – место соединения ветвей.



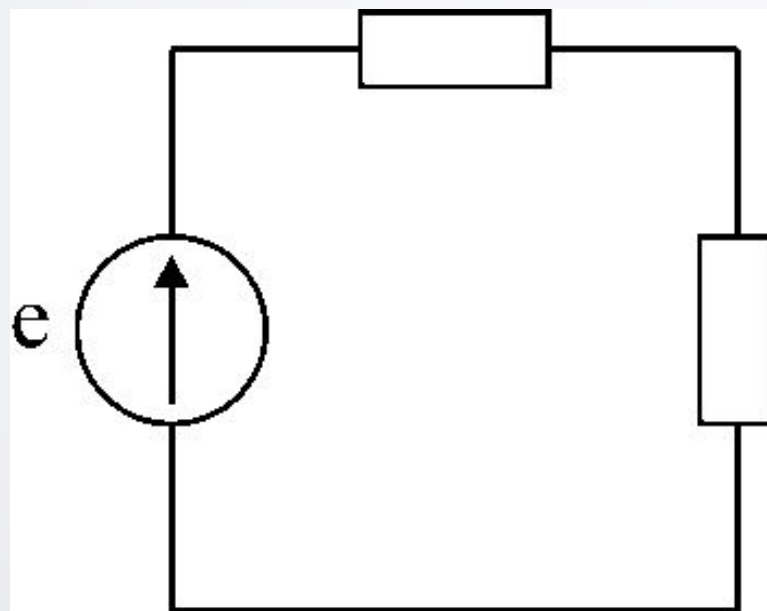
Ветви присоединенные к одной паре узлов называются **параллельными**



Под контуром понимается любой замкнутый путь, проходящий по нескольким ветвям.



# Одноконтурная схема



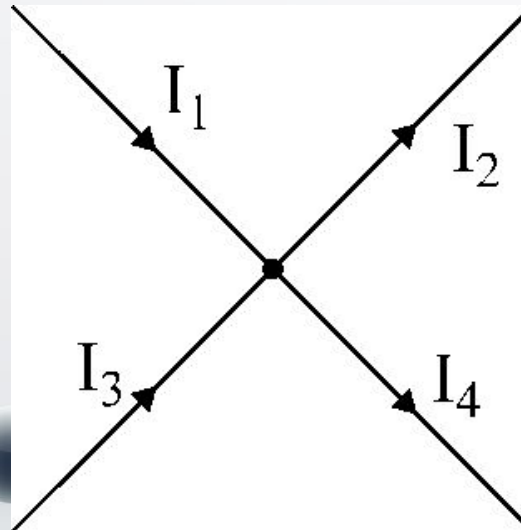
Первый закон Кирхгофа:

Алгебраическая сумма токов в узле  
равна нулю

**ИЛИ**

сумма токов, втекающих в узел, равна  
сумме токов, вытекающих из узла:

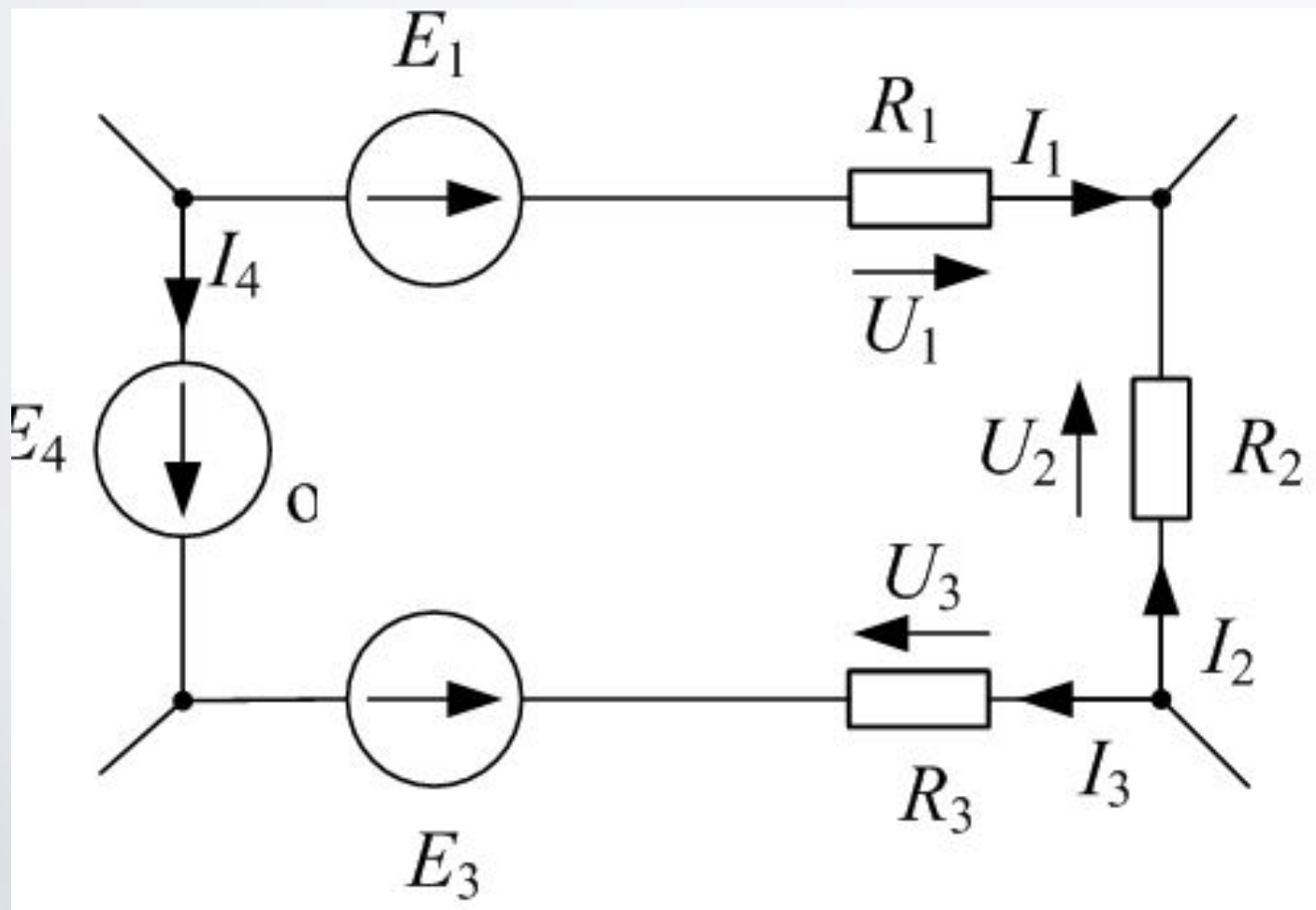
$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

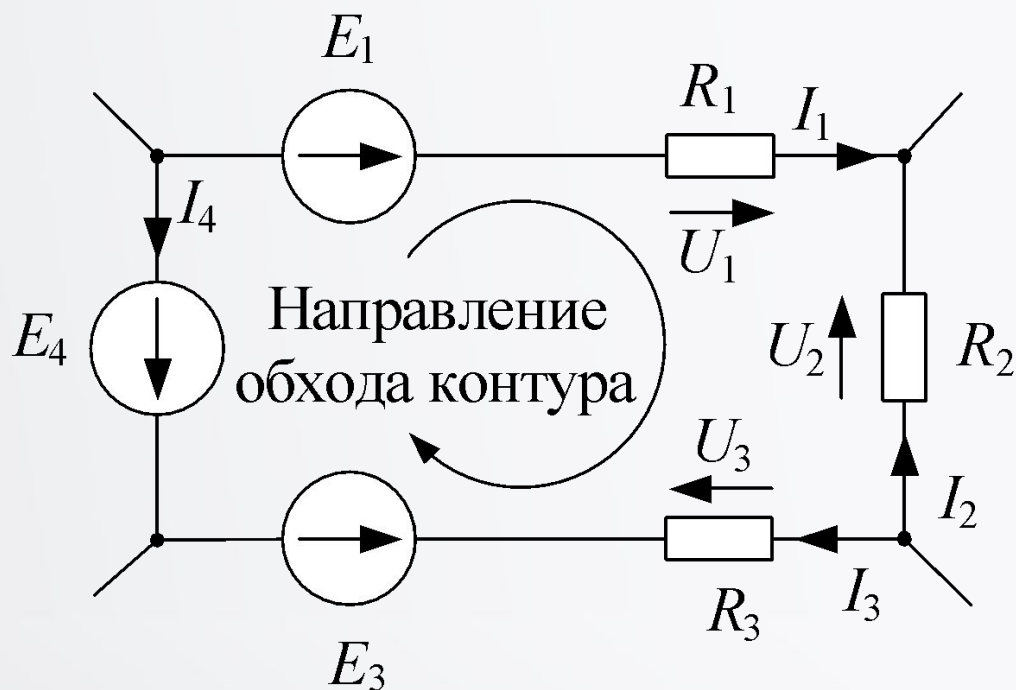


Второй закон Кирхгофа:

Алгебраическая сумма э.д.с. в любом замкнутом контуре цепи равна алгебраической сумме падений напряжения на элементах этого контура:

$$\sum U_i = \sum E_i$$

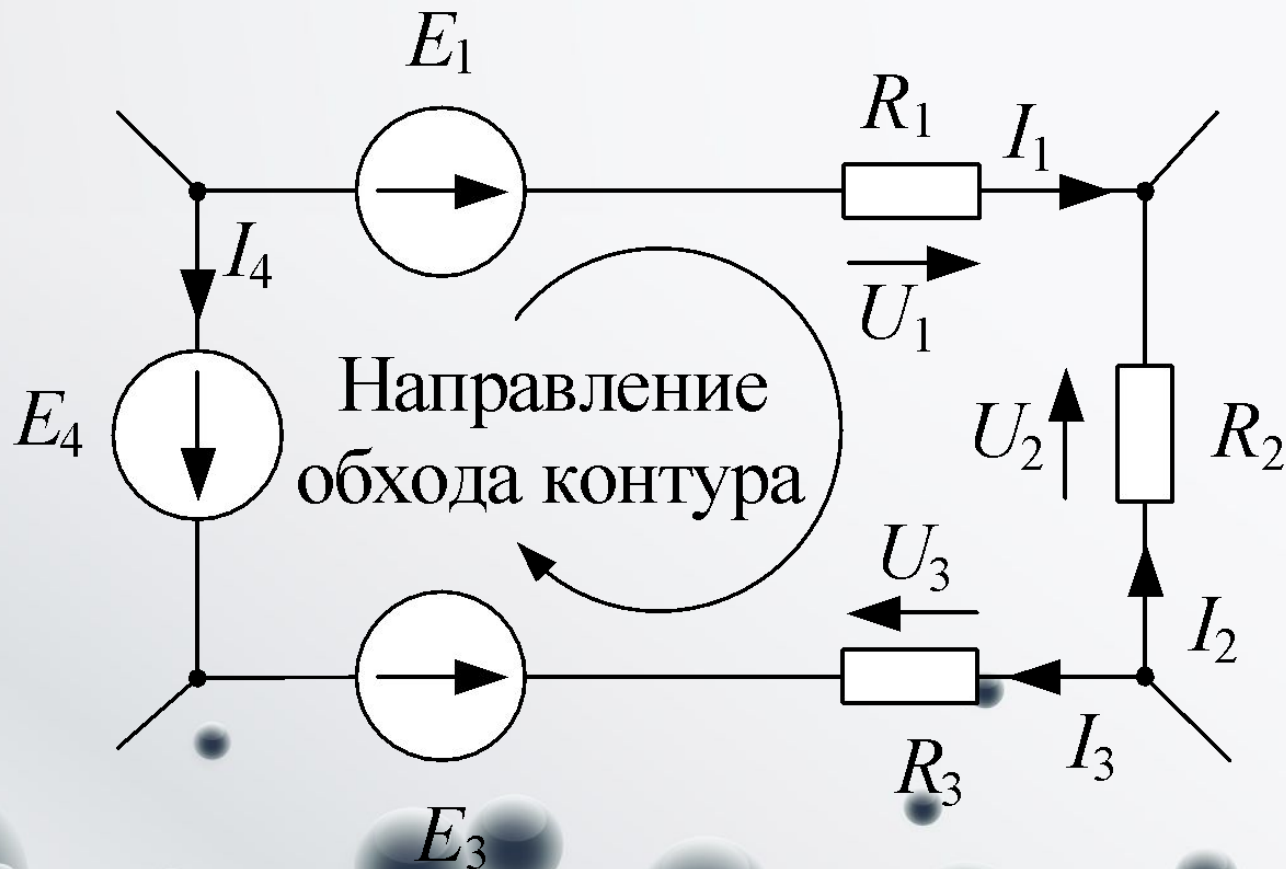




Э.Д.С. и падения напряжения, которые совпадают по направлению с выбранным направлением обхода, записываются в выражении со знаком «+»; если Э.Д.С. и падения напряжения не совпадают с направлением обхода контура, то перед ними ставится знак «-».

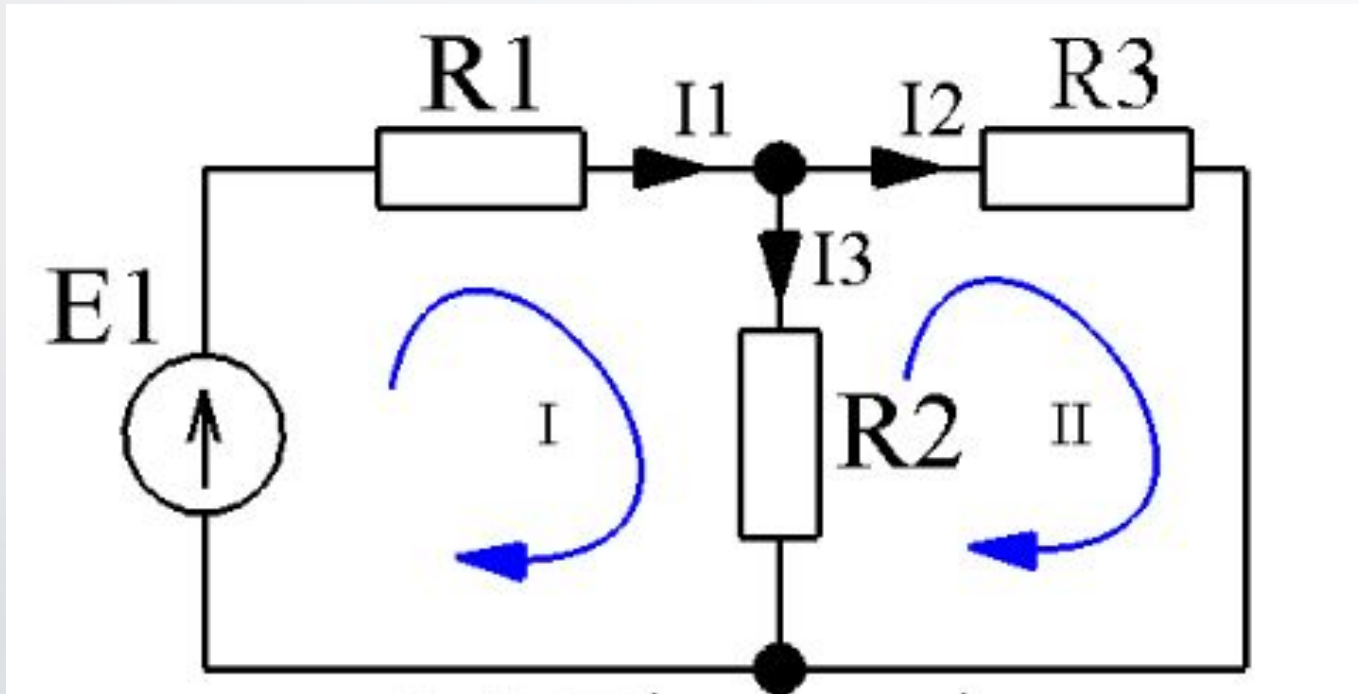
$$U_1 - U_2 + U_3 = E_1 - E_3 - E_4$$

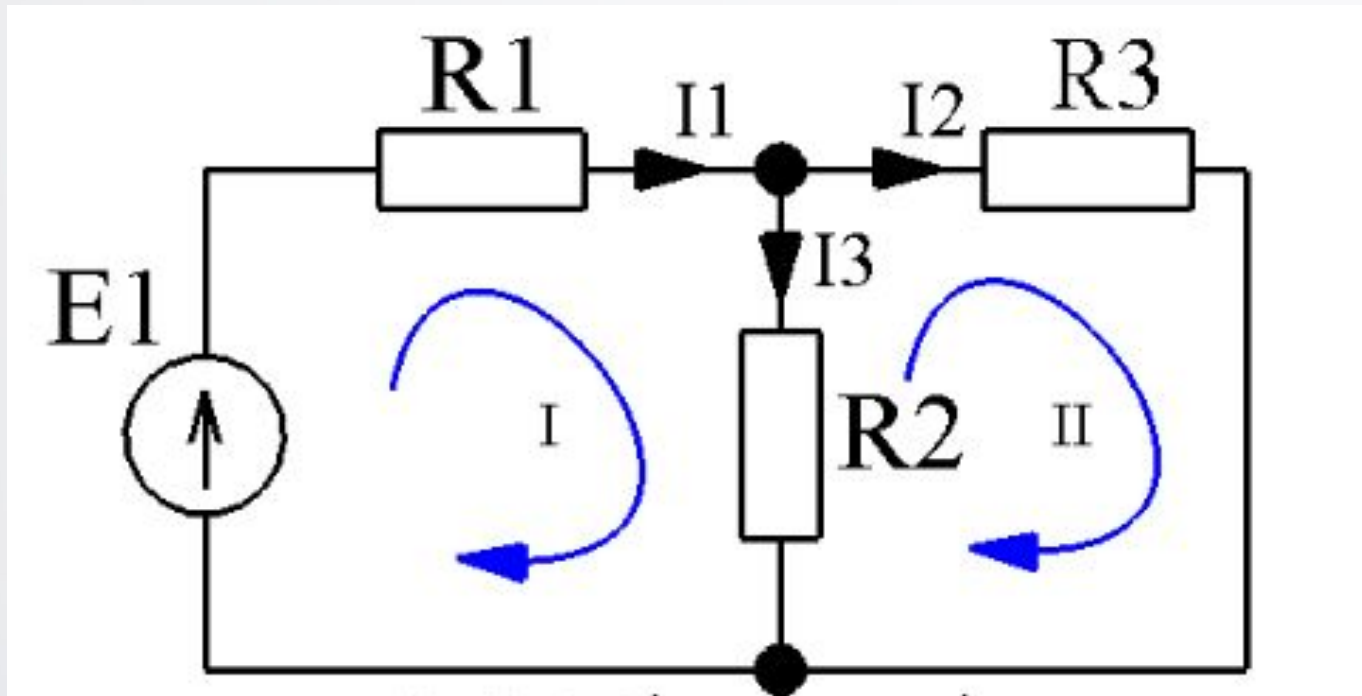
$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_3 - E_4$$





$E_1=5\text{ В}$ ,  $R_1=100\text{ Ом}$ ,  $R_2=510\text{ Ом}$ ,  $R_3=10\text{ кОм}$ .  
Требуется рассчитать напряжения на резисторах и ток через каждый резистор.





$$\begin{cases} I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_2 = E_1 \\ I_2 \cdot R_3 - I_3 \cdot R_2 = 0 \\ I_1 = I_2 + I_3 \end{cases}$$

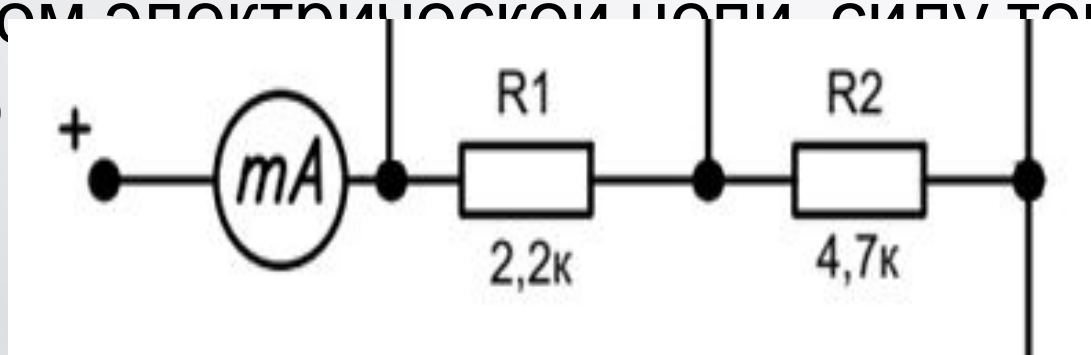
**Электроизмерительные приборы – класс устройств, применяемых для измерения различных электрических величин.**



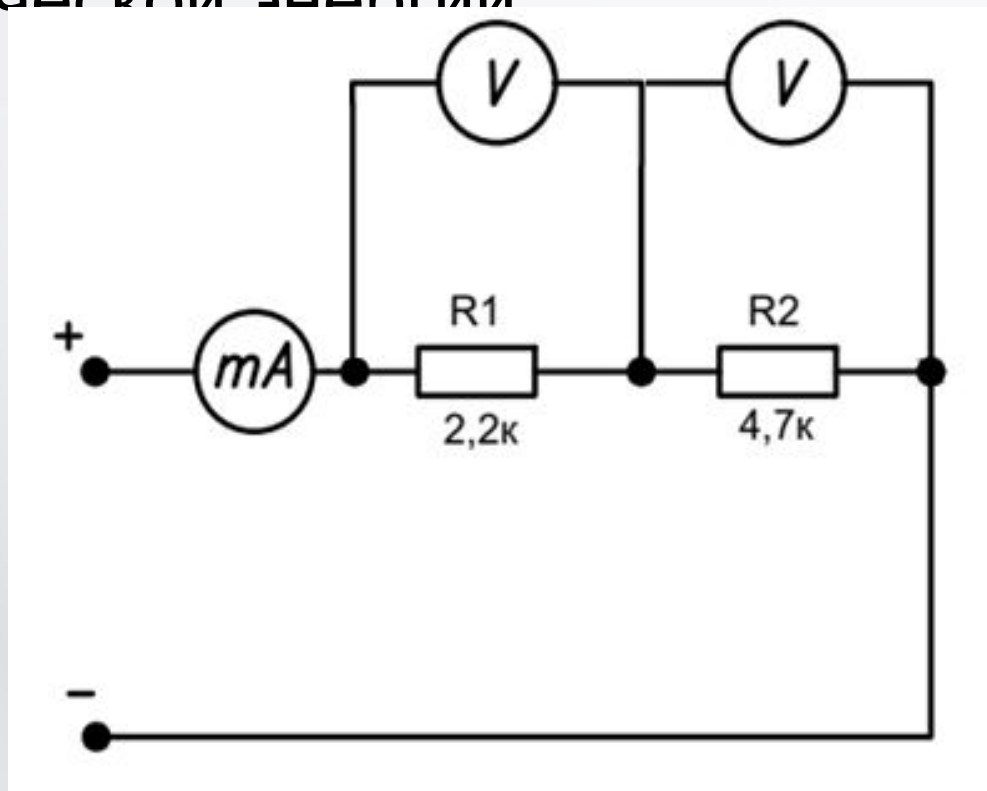
**Амперметр** – прибор для измерения силы тока в амперах.

Шкалу амперметров градуируют в микроамперах, миллиамперах, амперах в соответствии с пределами измерения прибора.

В электрическую цепь амперметр включается последовательно с тем участком электрической цепи, силу тока в котором



**Вольтметр** – это электроизмерительный прибор непосредственного отсчёта для определения напряжения или ЭДС в электрических цепях. Подключается параллельно нагрузке или источнику электрической энергии



**Мультиметр, тестер** –  
электроизмерительный прибор,  
объединяющий в себе несколько функций.  
В минимальном наборе включает функции  
вольтметра, амперметра и омметра.

Существуют цифровые и аналоговые  
мультиметры.

Наиболее простые цифровые мультиметры  
имеют портативное исполнение.



**Осциллограф** – прибор, предназначенный для исследования амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход, и наглядно отображаемого (визуализации) непосредственно на экране либо регистрируемого на фотоленту.

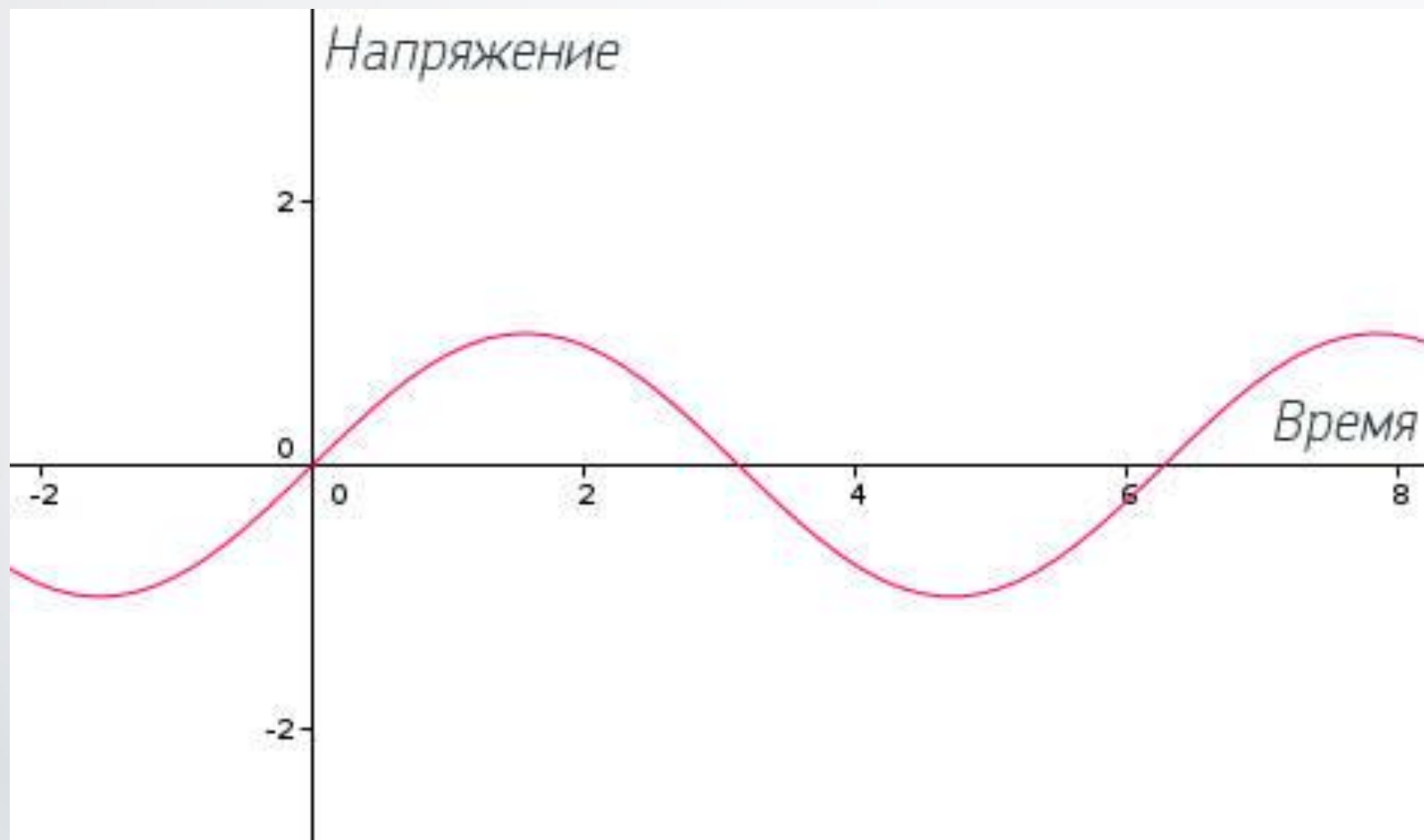


**Генератор сигналов** – это устройство, позволяющее производить сигнал определённой природы (электрический, акустический и т. д.), имеющий заданные характеристики (форму, энергетические или статистические характеристики и т. д.).

По форме выходного сигнала генераторы бывают:

- синусоидальных, гармонических колебаний (сигналов);
- прямоугольных импульсов;
- функциональный генератор – прямоугольных, треугольных и синусоидальных импульсов;
- генератор линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН);





## **Основные характеристики периодических сигналов:**

**Амплитуда** — наибольшее значение, которое принимает какая-либо величина, изменяющаяся по гармоническому закону.

**Максимальное значение сигнала** — наибольшее мгновенное значение сигнала на протяжении заданного интервала времени;

**Минимальное значение сигнала** —

**Размах сигнала** — разность между максимальным и минимальным значениями сигнала на протяжении заданного интервала времени

## Основные характеристики периодических сигналов:

**Период периодического сигнала** — параметр, равный наименьшему интервалу времени, через который повторяются мгновенные значения периодического сигнала.

**Частота периодического сигнала** — параметр, представляющий собой величину, обратную периоду периодического сигнала.

$$\text{Частота} = \frac{1}{\text{Период}} \quad \text{or} \quad f = \frac{1}{T} \text{ Гц}$$

$$\text{Период} = \frac{1}{\text{Частота}} \quad \text{or} \quad T = \frac{1}{f} \text{ сек}$$

**Амплитудное значение напряжения** ( $U_m$ ,  $V_p$ ) – это максимальное, мгновенное значение напряжения, то есть амплитуда синусоиды.

Действующее значение переменного тока - это величина постоянного тока, который может выполнить ту же самую работу (нагрев).

**Действующее значение напряжения** ( $U$ ) обозначают латинской буквой без индекса, в литературе может еще использоваться термин – эффективное значение напряжения.

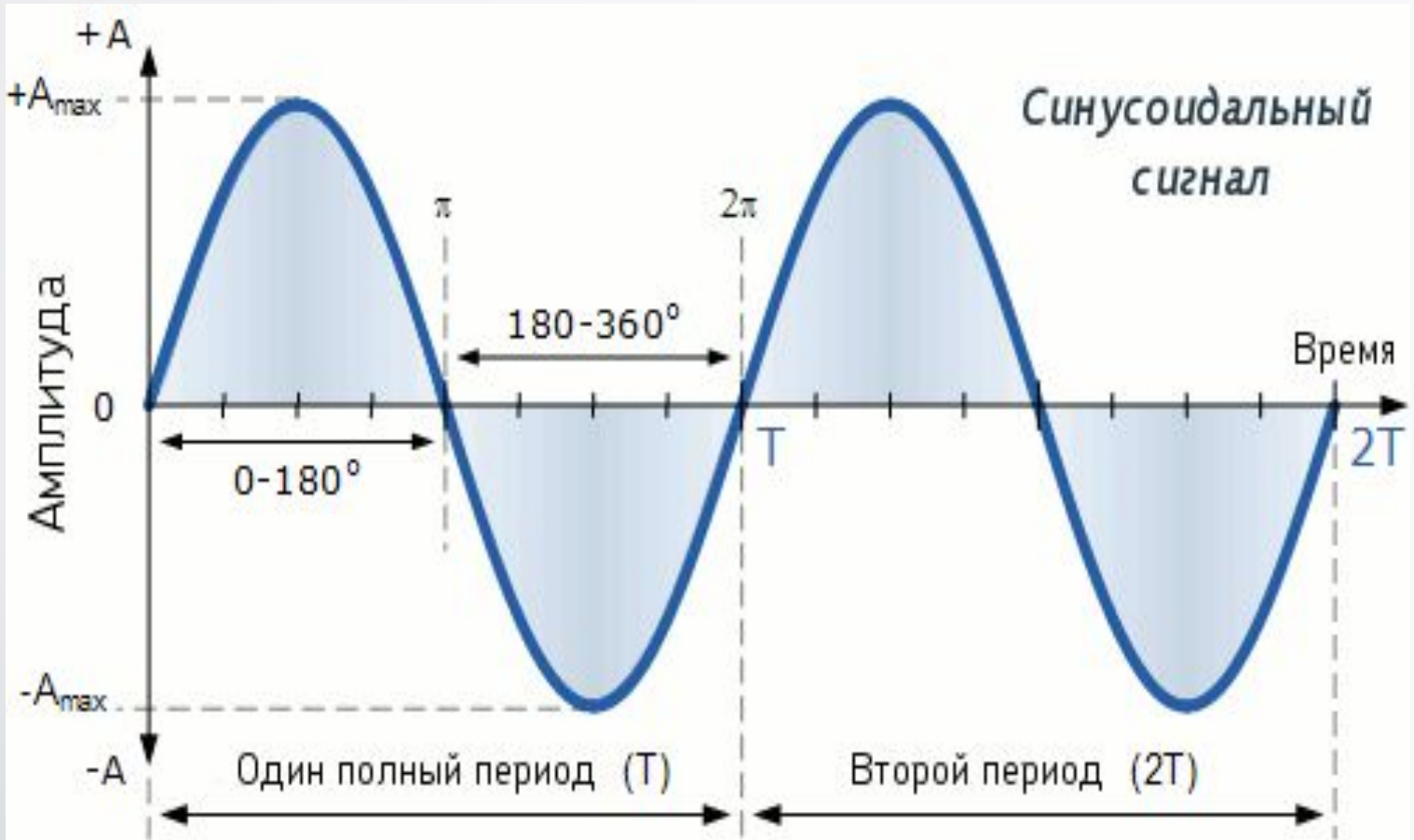
То есть **амплитудное значение в 1,414 раза больше действующего.**

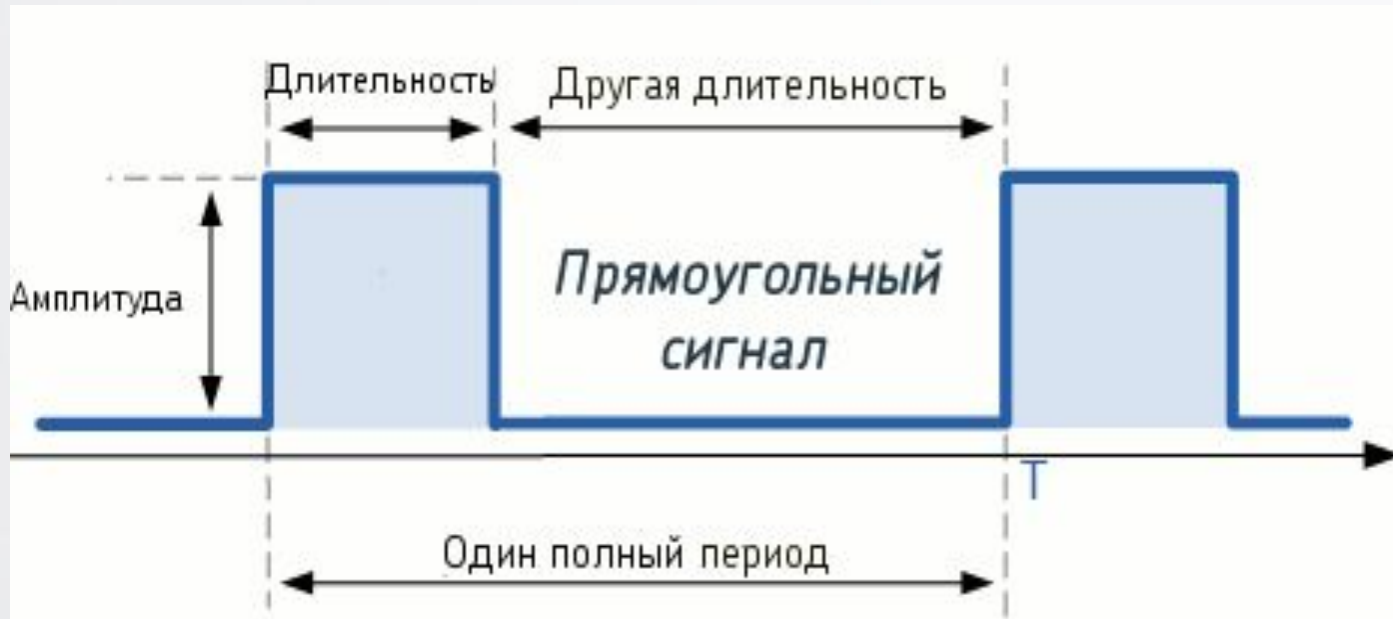
$$U_m = U \cdot \sqrt{2}$$

**Пиковое напряжение ( $V_{pp}$ )** – параметр, который измеряется между максимальным значением амплитуды и его минимальным значением в течение того же периода.

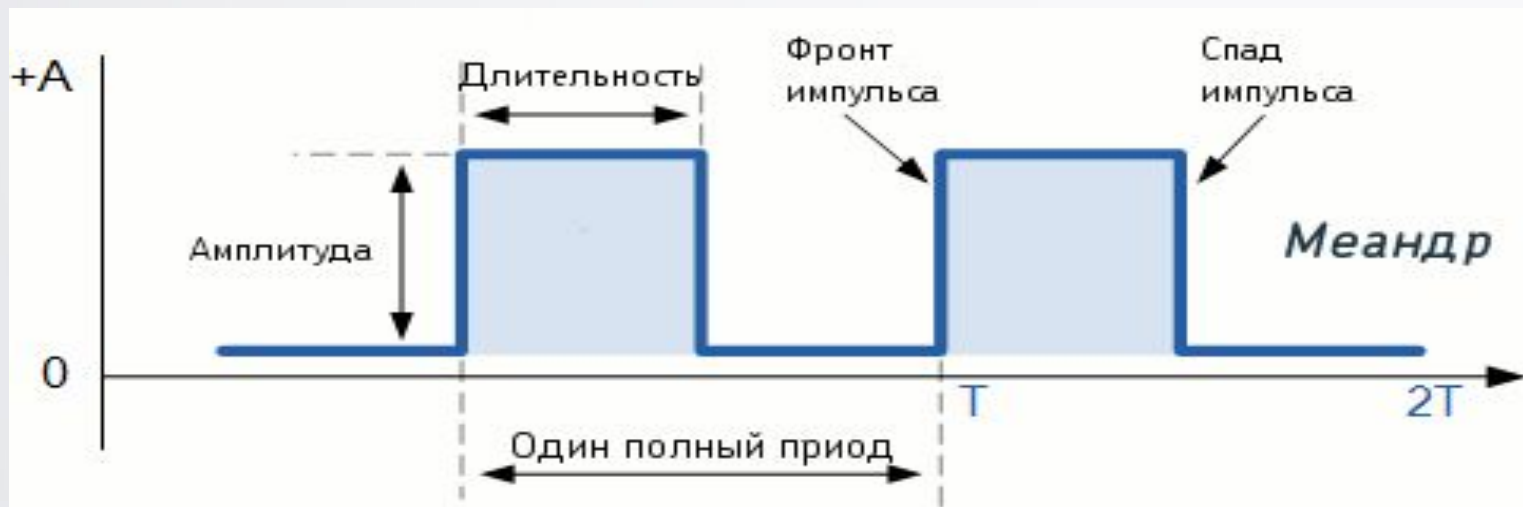
Если предположить, что максимальное значение равно 5 В, а минимальное -5 В. то пиковое напряжение  $V_{pp}$  будет равно 10 В.  
В случае синусоидального сигнала, значение  $V_{pp}$  будет всегда в два раза больше  $V_p$ .







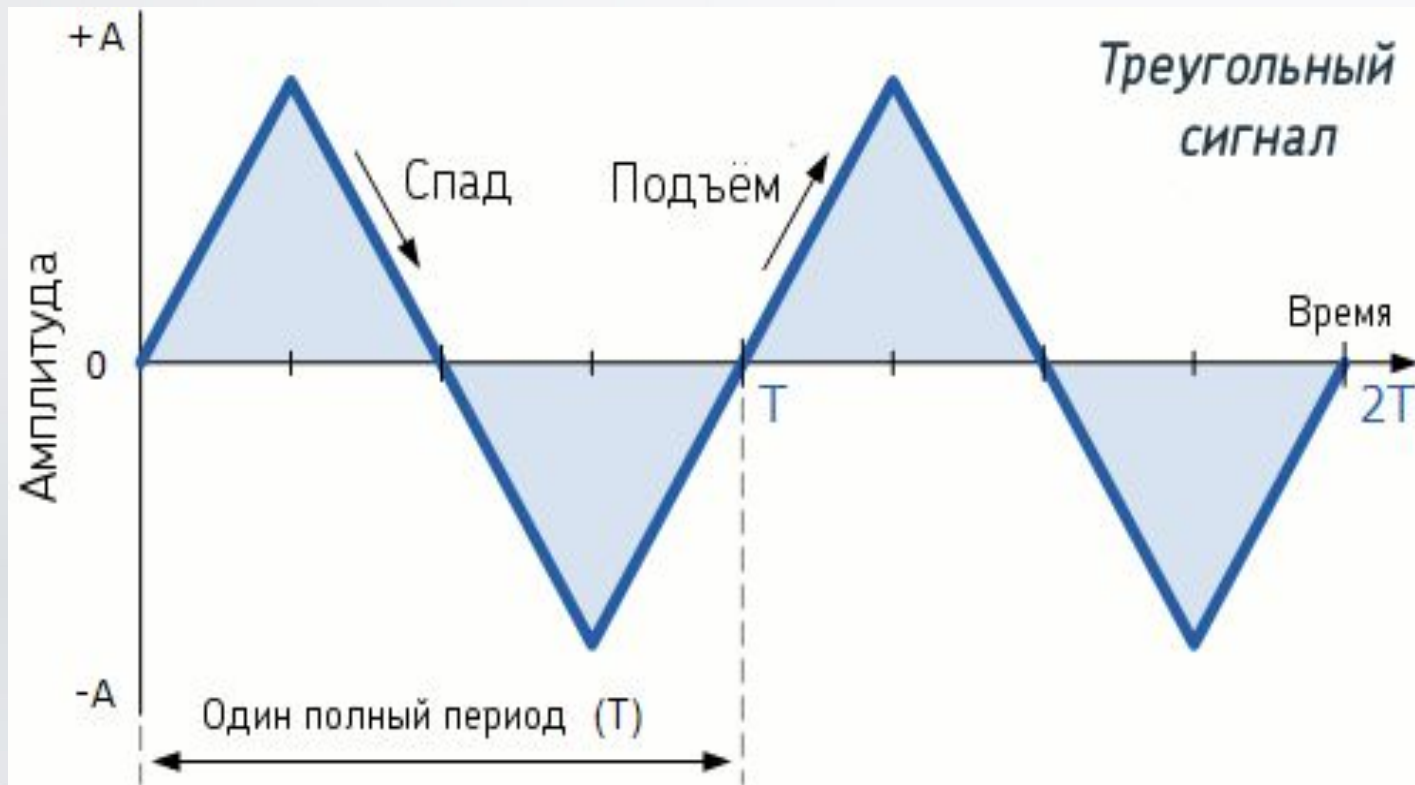
имеет разную длительность импульса  
и паузы



**Meандр** - это прямоугольный сигнал, у которого длительность импульса и паузы равны.



Для классического треугольного сигнала время возрастания равно времени убывания (и равно половине периода).



Для классического треугольного сигнала время возрастания равно времени убывания (и равно половине периода).

