

Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение Республики Хакасия  
«Хакасский политехнический колледж»

КУРС ЛЕКЦИЙ

# КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Составитель: Бадина  
Елизавета Александровна,  
преподаватель физики.

# Производство и передача электрической энергии

Под **электроэнергией** понимают способность электромагнитного поля производить работу, преобразовываясь в другие виды энергии.

В первую очередь, она необходима для обеспечения жизнедеятельности современного человека. Электроэнергию можно получить из природных источников – энергоресурсов.

**Энергоресурсы** – первичные источники энергии, находящиеся в окружающей природе.

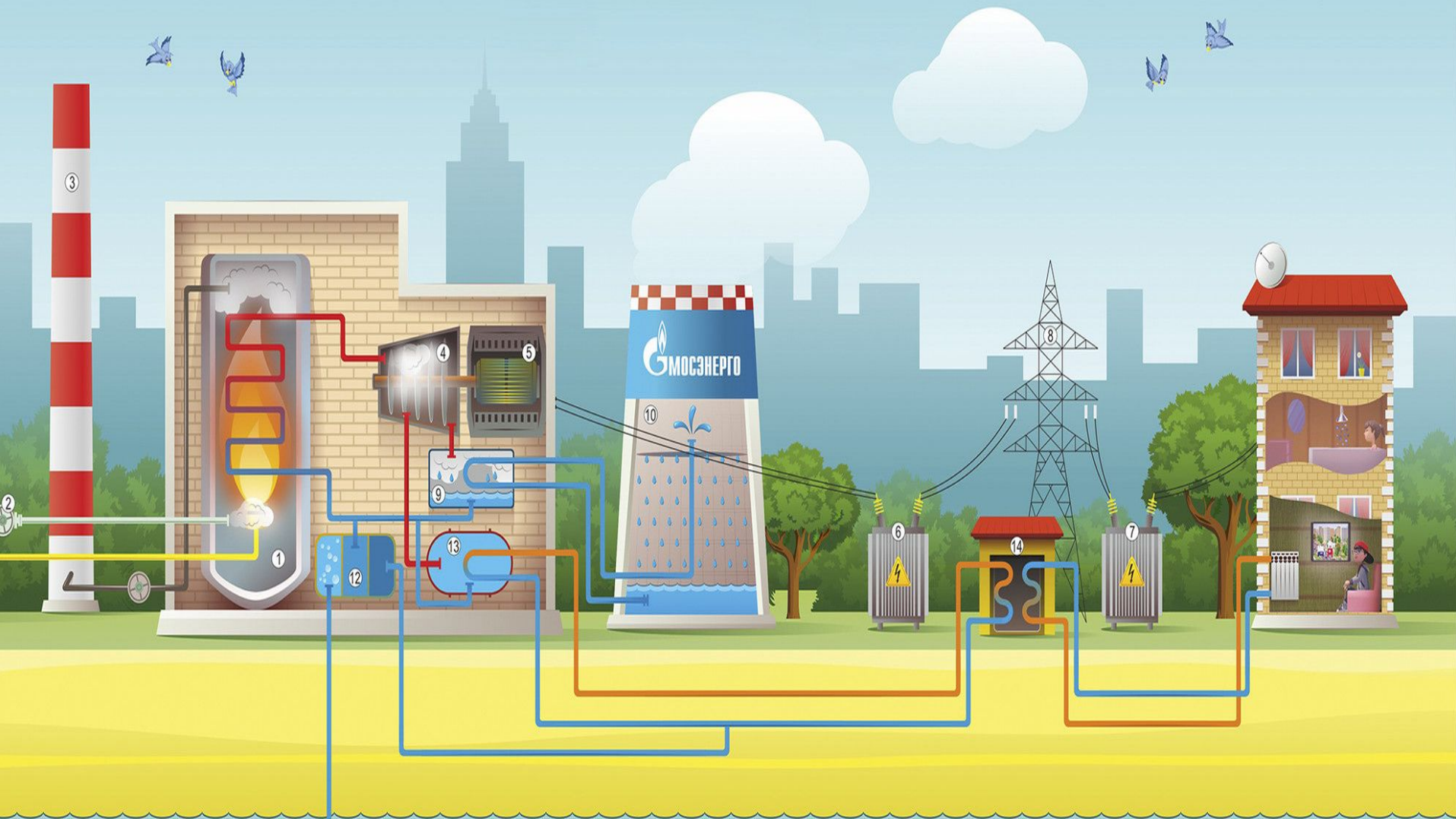
Широкое применение электрической энергии обусловлено ее **основными свойствами**:

- возможность получения из любых энергоресурсов;
- простота трансформации в другие формы (механическую, тепловую, звуковую, световую);
- способность легко передаваться в больших количествах на значительные расстояния с высокой скоростью и минимальными потерями;
- возможность использования в устройствах, различающихся по мощности, частоте, напряжению

Для получения электрической энергии необходимы энергоресурсы, которые могут быть *возобновляемыми* (вода, ветер, древесина) и *невозобновляемыми* (уголь, нефть, газ).

Более 60% энергии в России вырабатывается на тепловых электростанциях (ТЭС), 38 % - на атомных (АЭС) и гидроэлектростанциях (ГЭС), остальные 2 % - на ветровых, солнечных и прочих электростанциях.

ТЭС преобразует энергию тепла в электричество, ГЭС – механическую энергию движения воды, ветроэлектростанция (ВЭС) – энергию ветра и т.д.

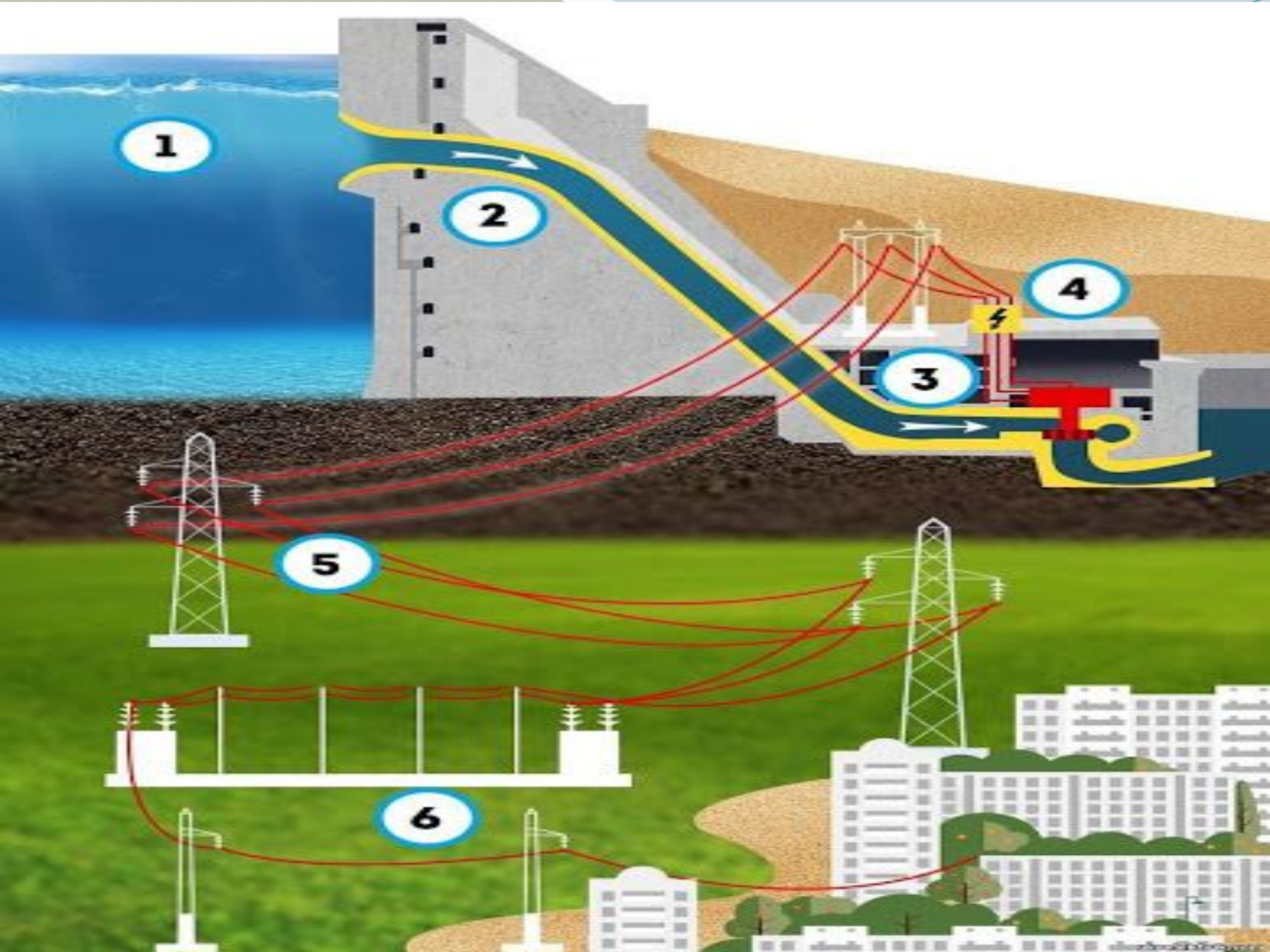


- Холодная вода
- Горячая вода
- Пар
- Газ
- Воздух
- Дымовые газы

1. Паровой котел
2. Тягодутьевый механизм
3. Дымовая труба
4. Паровая турбина
5. Генератор

6. Повышающий трансформатор
7. Понижающий трансформатор
8. Линия электропередачи
10. Градирня

11. Рыбозащитное устройство
12. Водоподготовительная установка
13. Подогреватель сетевой воды
14. Тепловой пункт





① Реактор

② Парогенератор

③ Турбина

④ Конденсатор

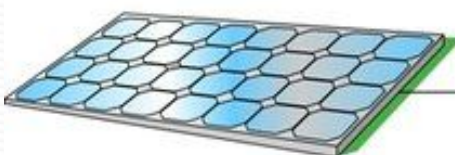
⑤ Генератор

⑥ Трансформатор

⑦ Пруд-охладитель



ВЕТРОГЕНЕРАТОР

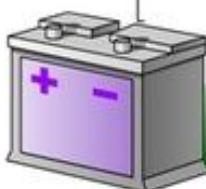


СОЛНЕЧНАЯ  
БАТАРЕЯ



ДИЗЕЛЬНЫЙ ИЛИ  
БЕНЗИНОВЫЙ  
ГЕНЕРАТОР

КОНТРОЛЛЕР



АККУМУЛЯТОР



ИНВЕРТОР

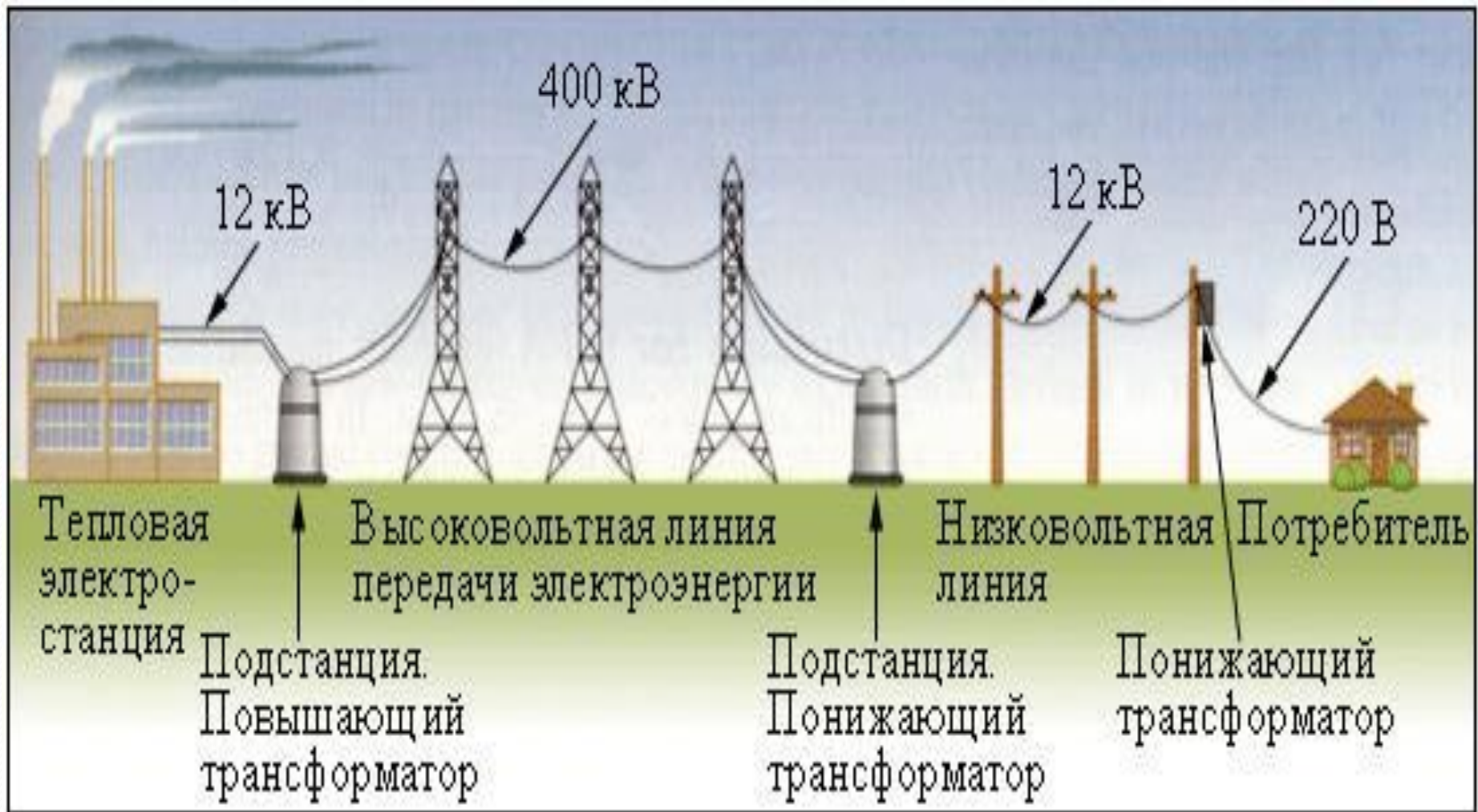


ПОТРЕБИТЕЛЬ



Энергия, которую извлекают (энергия топлива, воды, ветра, Солнца), называют **первичной**. Энергия, получаемая человеком после преобразования первичной энергии на электростанциях, называется **вторичной** (электроэнергия, энергия пара, горячей воды).

Потребители электрической энергии — промышленность, строительство, электрифицированный транспорт, сельское хозяйство, жители городов и сельской местности. Центры потребления удалены от источников на десятки и сотни километров.



Для уменьшения потерь в линиях электропередач (ЛЭП) повышают напряжения до 400-500 кВ, КПД линии электропередач не превышает 90 %.

**Трансформатор** – прибор для преобразования напряжения и силы переменного тока при неизменной частоте.

**Принцип действия трансформаторов**, применяемых для повышения или понижения напряжения переменного тока, **основан на явлении электромагнитной индукции.**

Коэффициент

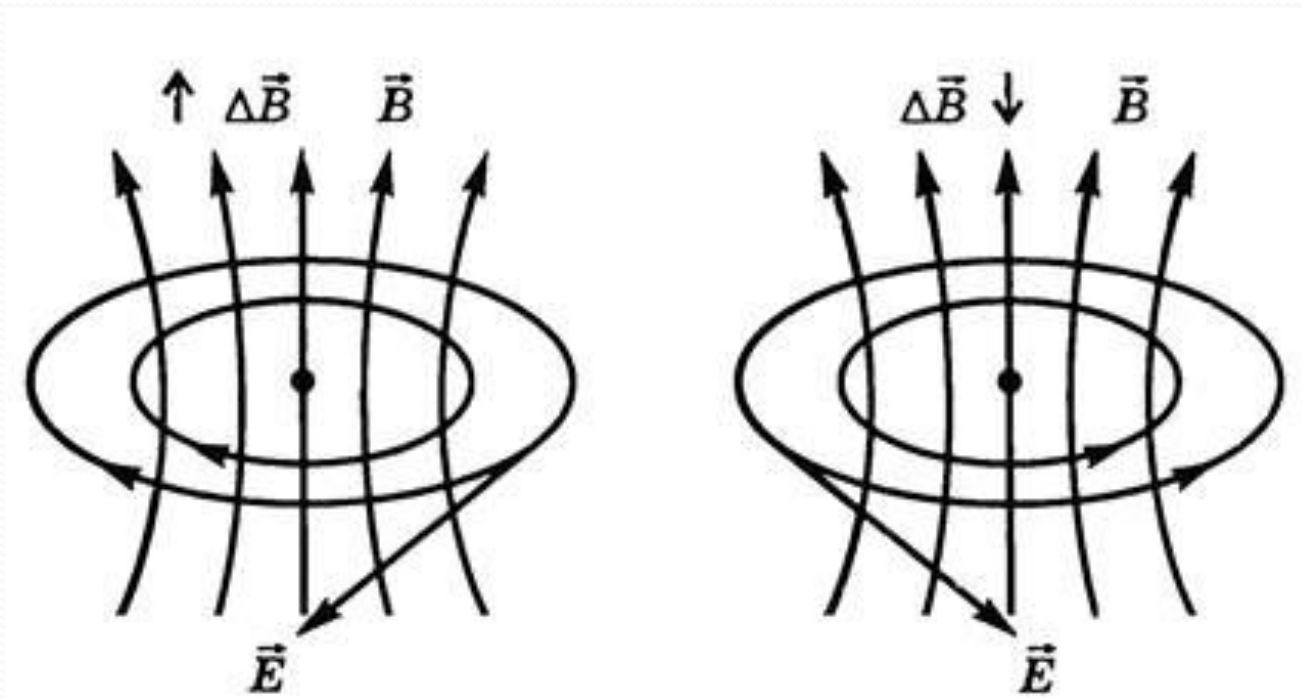
$$k = n_1 / n_2$$

- коэффициент трансформации.

- при  $k > 1$  трансформатор называется **повышающим**,
- при  $k < 1$  – **понижающим**.

# Электромагнитное поле

Всякое изменение магнитного поля порождает в окружающем пространстве вихревое электрическое поле, силовые линии которого замкнуты.



**Направление** силовых линий вихревого электрического тока соответствует правилу Ленца.

**Индукционный ток**, возникающий в замкнутом контуре, при изменении магнитного поля, обусловлен вихревым электрическим полем, действующим на свободные заряды.

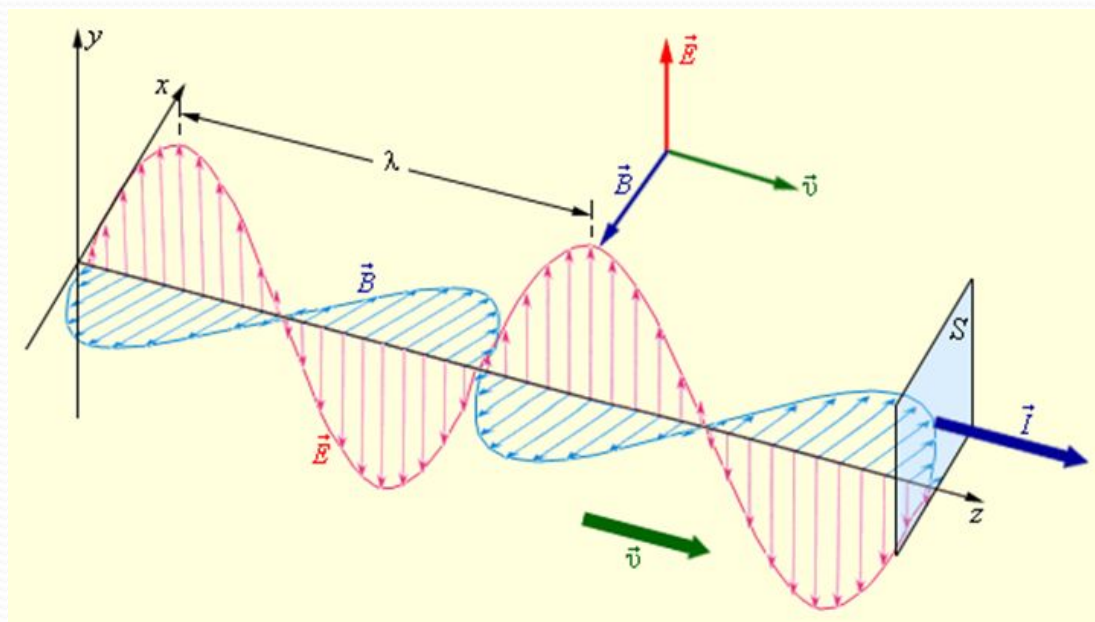
**Электрическое поле**, возбуждаемое переменным магнитным полем, как и само магнитное поле, является вихревым.

# Электромагнитные волны

**Электромагнитные волны** – переменное электромагнитное поле, распространяющееся в пространстве с конечной скоростью.

## *Свойства электромагнитных волн:*

- 1. Источниками электромагнитных волн являются только ускоренно движущиеся заряды.**
- 2. Поперечность**



🔓. **Скорость распространения конечна**

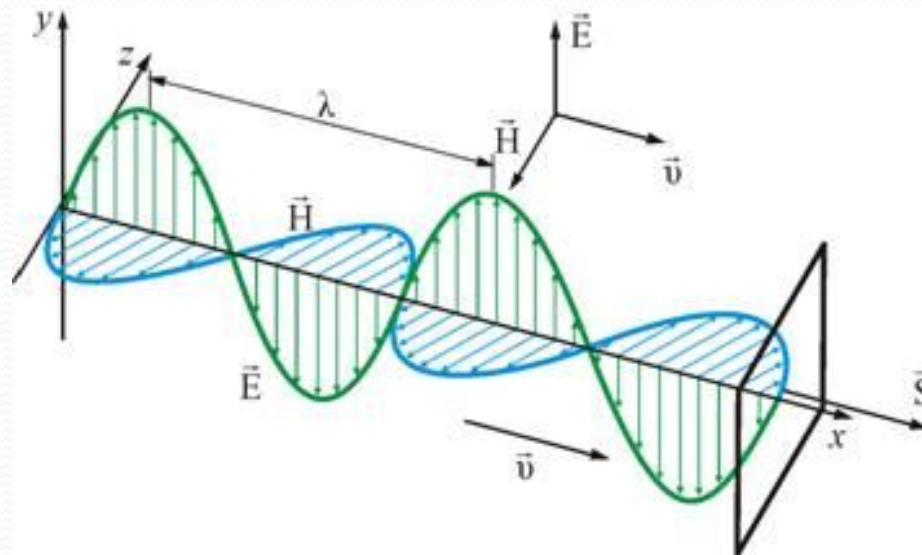
$$c = 3 * 10^8 \text{ м/с}$$

**4. Электромагнитные волны оказывают давление на поглощающее или отражающее тело.**

- 5. Электромагнитные волны переносят энергию.  
Плотность потока энергии:

$$S = EH$$

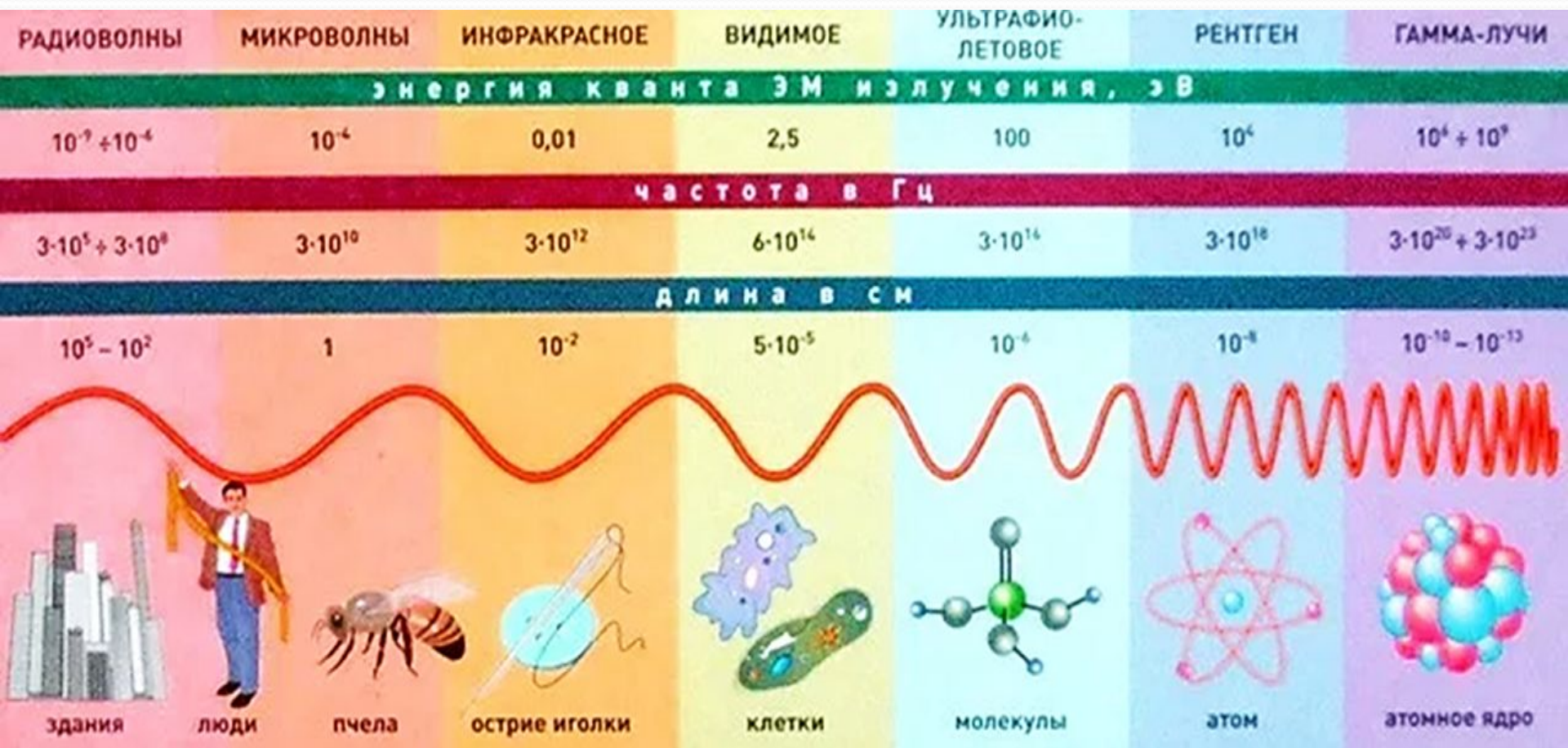
Направление вектора плотности определяется по правилу правого винта от вектора напряженности электрического поля к вектору напряженности электромагнитного поля.





# Виды электромагнитных ВОЛН

1. Радиоволны ( $\lambda < 1$  мм)
2. Инфракрасное излучение ( $780$  нм  $< \lambda < 1$  мм)
3. Видимый свет ( $380$  нм  $< \lambda < 780$  нм)
4. Ультрафиолетовое излучение ( $10$  нм  $< \lambda < 380$  нм)
5. Рентгеновское излучение ( $0,1$  нм  $< \lambda < 10$  нм)
6. Гамма-излучение ( $\lambda < 0,1$  нм)



# Превращение энергии в колебательном контуре

● Под электромагнитными колебаниями понимают периодические изменения заряда, силы тока и напряжения, происходящие в электрической цепи.

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_1)$$
$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_2)$$

$i, u$  – мгновенные значения силы тока, напряжения.

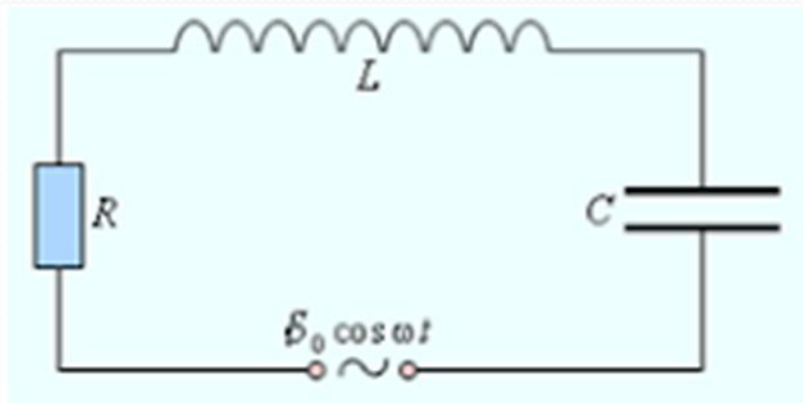
$I_0, U_0$  - амплитудные значения силы тока и напряжения.

$\omega$  – угловая частота тока и напряжения.

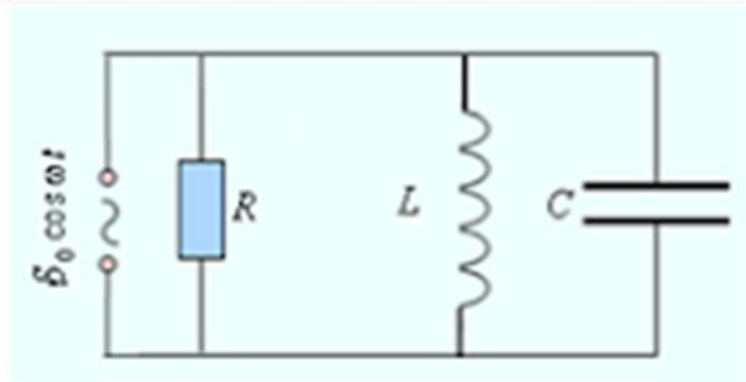
$\varphi_1, \varphi_2$  - начальные фазы силы тока и напряжения.



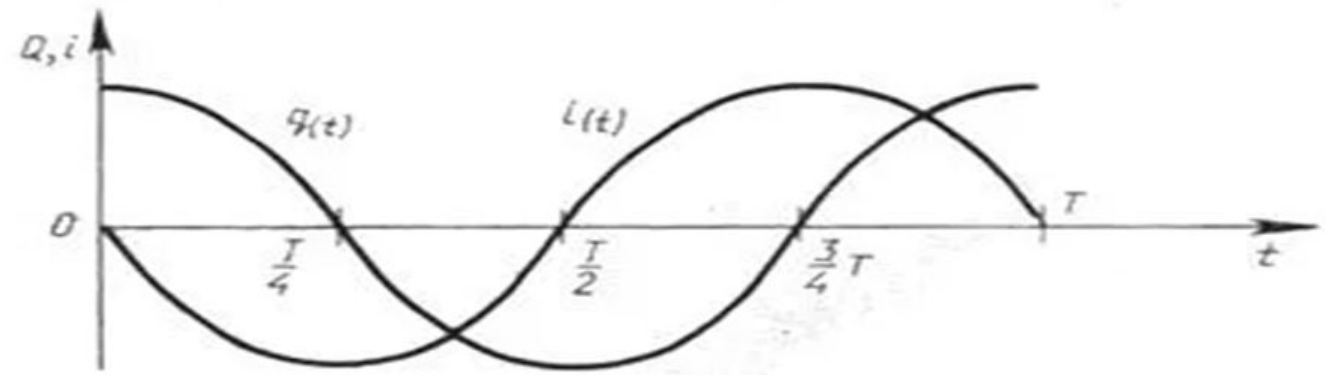
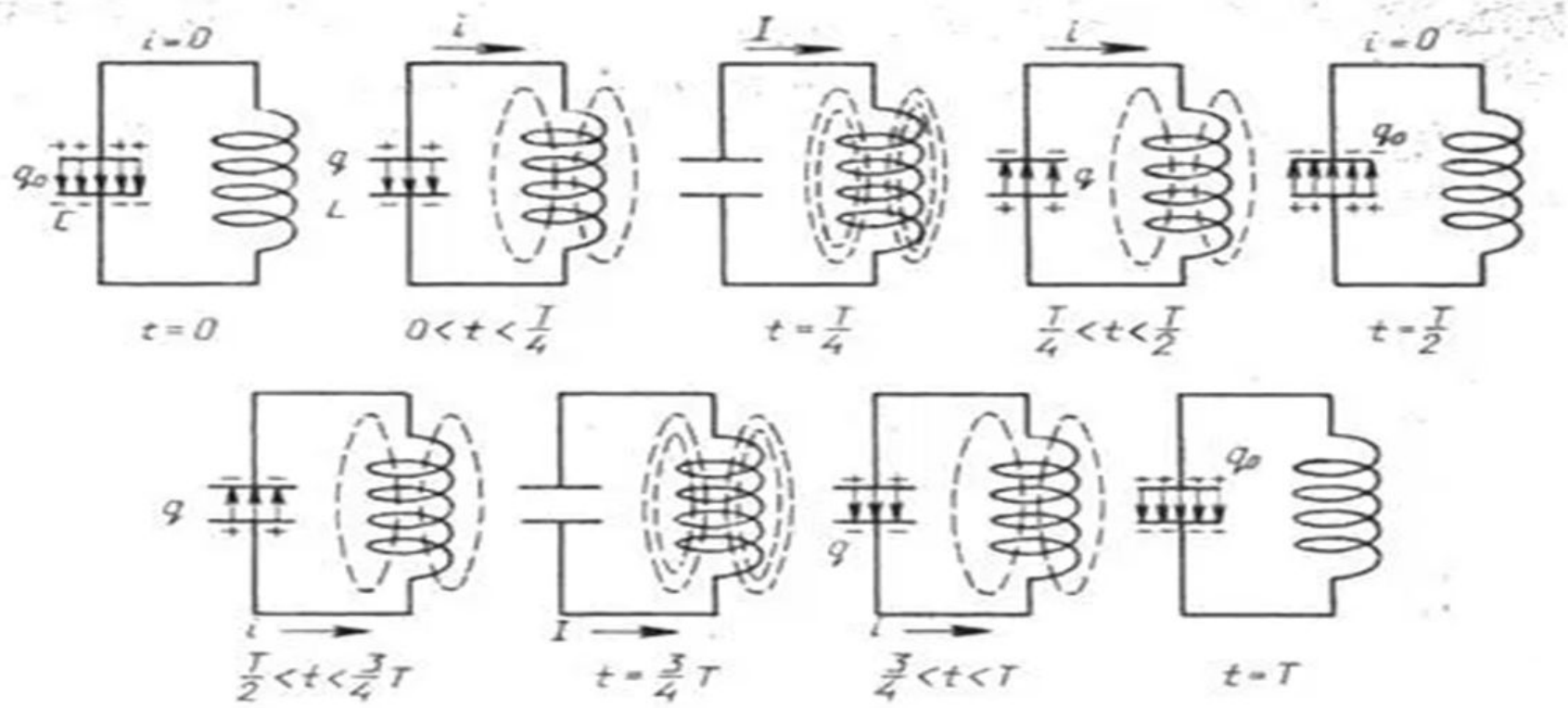
**Электрический колебательный контур** – замкнутый контур, образованный последовательно или параллельно соединенными резистором, конденсатором и катушкой.



Последовательный  
колебательный  
контур



Параллельный  
колебательный  
контур



В интервале времени от 0 до  $T/4$  конденсатор разряжается, сила тока возрастает, ЭДС самоиндукции препятствует возрастанию силы тока. **Энергия электрического поля конденсатора равна:**

$$W = \frac{CU_0^2}{2}$$

Она переходит в **энергию магнитного поля катушки:**

$$W = \frac{LI_0^2}{2}$$

В интервале времени от  $T/4$  до  $T/2$  сила тока уменьшается, ЭДС самоиндукции поддерживает убывающий ток.

В результате происходит перезарядка конденсатора. При *этом энергия магнитного поля катушки переходит в энергию электрического поля конденсатора.*

**Полная энергия** идеального контура с течением времени не изменяется:

$$W = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$$



# Сопротивление в цепи переменного тока

**Свободными электромагнитными колебаниями** называют колебания, которые совершаются без внешнего воздействия за счет первоначально накопленной энергии.

**Амплитуда** свободных колебаний уменьшается с течением времени и они затухают.

Для того чтобы колебания не затухали, на колебательную систему необходимо внешнее воздействие. Такие колебания называют **вынужденными**.

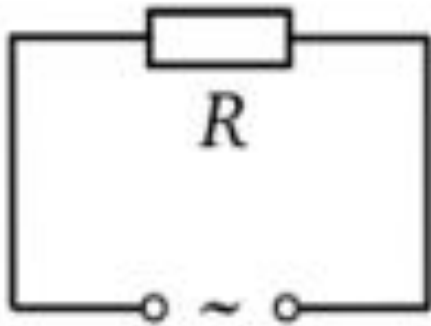
● Электрический ток, изменяющийся по направлению и по величине по гармоническому закону, называют **переменным**.

**Вольтметр и амперметр всегда показывает действующие значения напряжения и тока:**

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

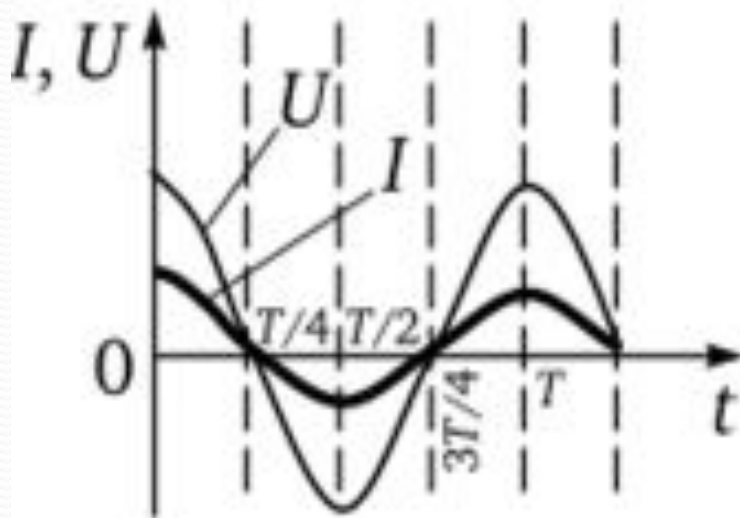
# 1. Резистор в цепи переменного тока



$$u = U_0 \sin(\omega t)$$

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_0}{R} \sin(\omega t) = I_0 \sin(\omega t)$$

Колебания тока происходят в одной фазе с напряжением:

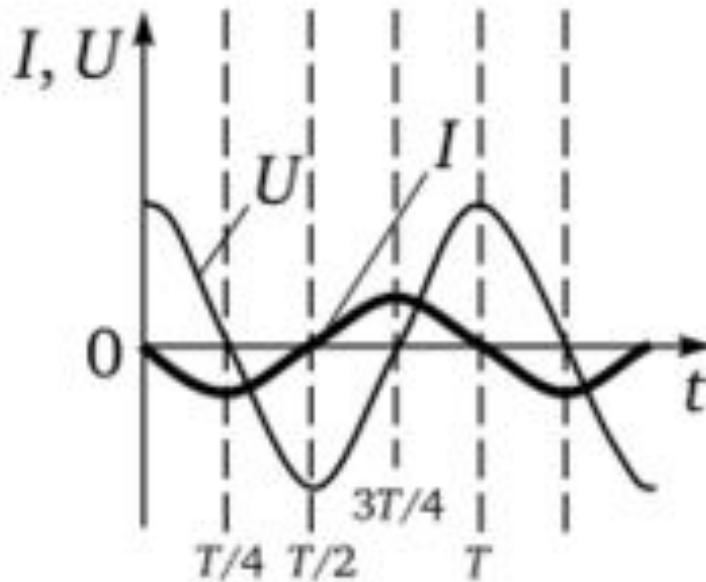
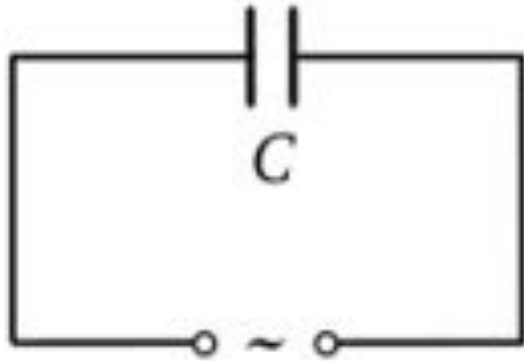


$$\varphi = 0$$

Связь между амплитудами тока и напряжения на резисторе:

$$I_0 = \frac{U_0}{R}$$

## 2. Конденсатор в цепи переменного тока



$$q = Cu = CU_0 \sin(\omega t)$$

$$i = \frac{dq}{dt} = CU_0 \omega \cos(\omega t) \\ = I_0 \cos(\omega t)$$

$$i = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Напряжение отстает по фазе от тока:

$$\varphi = \frac{\pi}{2}$$

Связь между амплитудами тока и напряжения на конденсаторе:

$$I_0 = U_0 \omega C = \frac{U_0}{1/\omega C}$$

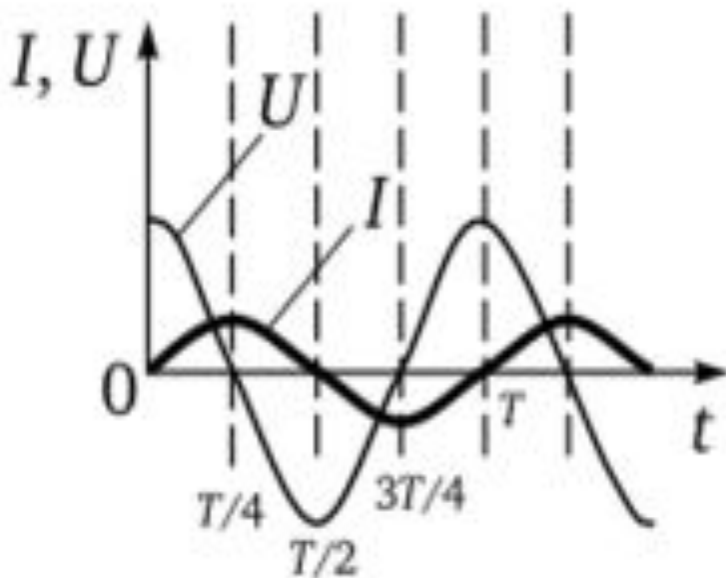
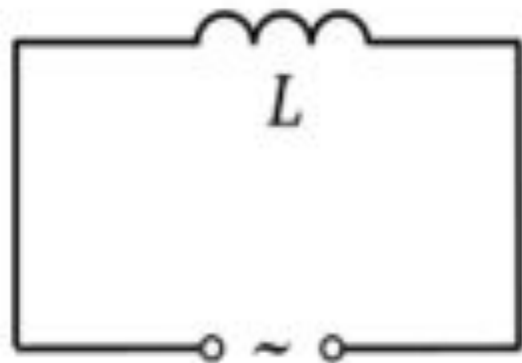
$$I_0 = U_0 \omega C = \frac{U_0}{1/\omega C}$$

где:

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

- **емкостное сопротивление**. Оно зависит от емкости, циклической частоты в колебательной системе.

### 3. Катушка в цепи переменного тока



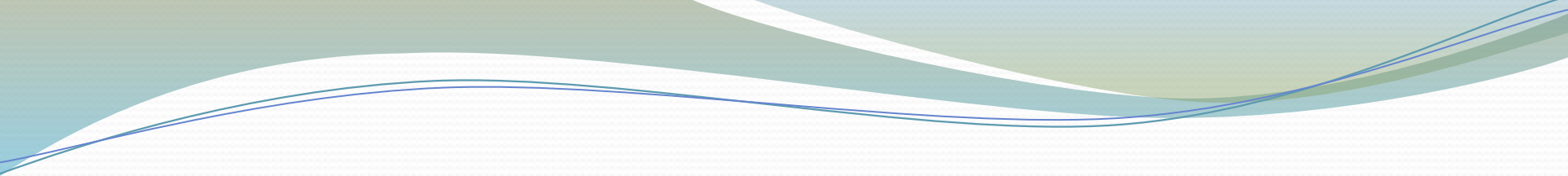
$$i = \frac{U_0}{\omega L} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Напряжение опережает по фазе ток:

$$\varphi = \frac{\pi}{2}$$

Связь между амплитудами тока и напряжения на катушке:

$$I_0 = \frac{U_0}{\omega L}$$



- $X_L = \omega L$

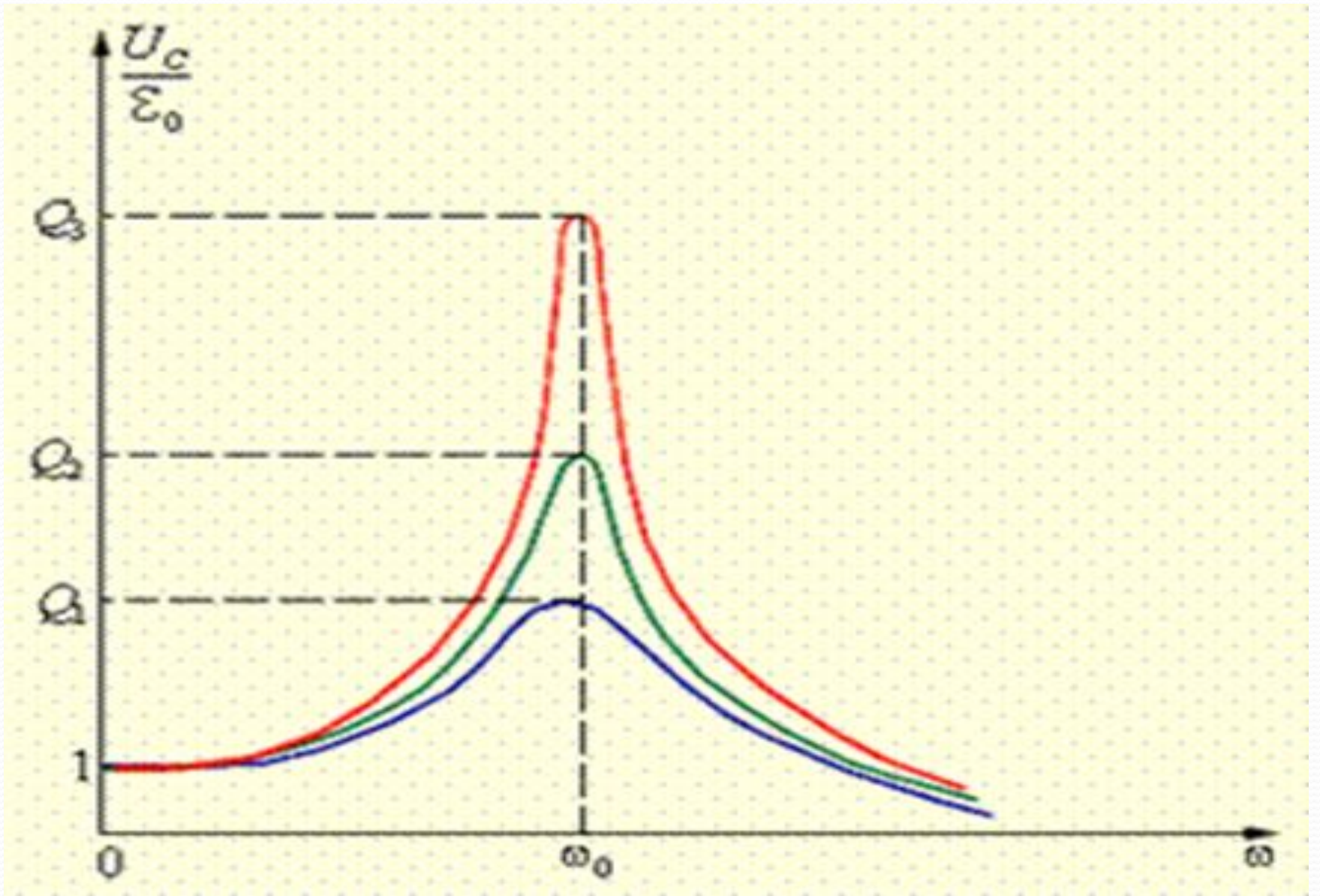
- индуктивное сопротивление.

# Электрический резонанс

Частота вынужденных колебаний в контуре, определяемая параметрами электрической цепи, совпадает с частотой внешнего источника, а это значит, что изменения тока и напряжения происходят **синфазно**.

Ток определяется только активным сопротивлением и достигает максимального значения. Это явление называют резонансом напряжений.







# Принципы радиосвязи