

## Лекция 9

# Тема лекции: Назначение и функции автогенератора (АГ). Принципы построения АГ. Структурная схема АГ

- Учебные вопросы:
- 1. Назначение и функции автогенератора (АГ).
- 2. Принципы построения АГ, условия самовозбуждения.
- 3. Структурная схема АГ.

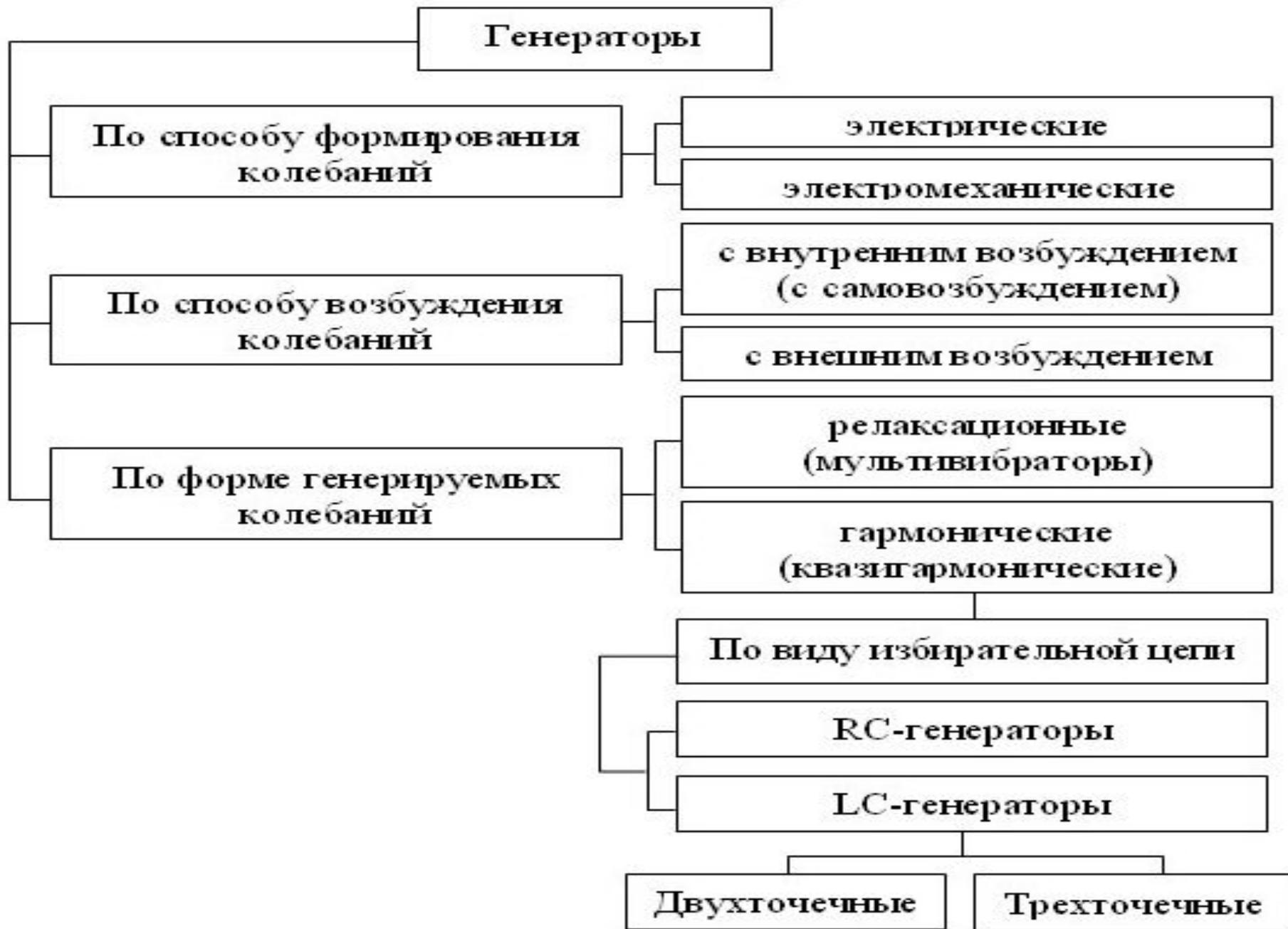
# 1-й вопрос: Назначение и функции автогенератора

1. Назначение АГ.
2. Классификация АГ.
3. Преобразование спектра при генерации.
4. Основное требование к генераторам.
5. Применение генераторов.

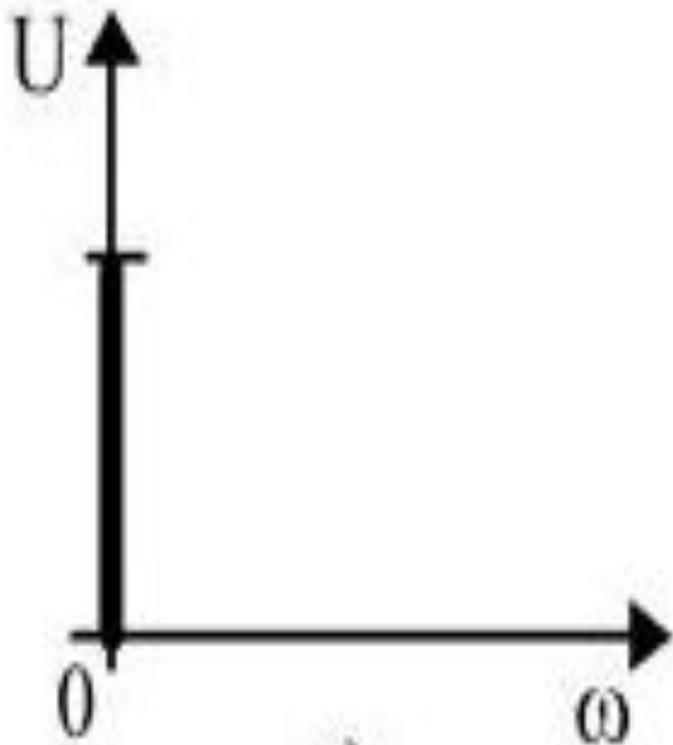
# Назначение АГ

Назначение автогенератора (АГ) состоит в генерации ВЧ колебаний. В АГ происходит преобразование энергии источника постоянного тока в энергию ВЧ колебаний. АГ входит в радиопередателе и радиоприемное устройства.

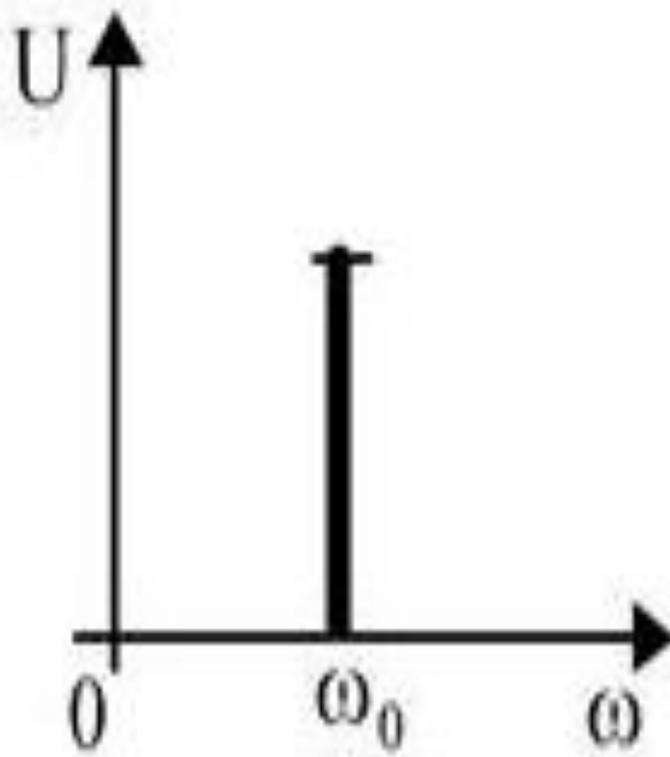
# Классификация АГ



# Преобразование спектра при генерации



a)



б)

## Основное требование к генераторам

**Основным требованием, предъявляемым к генераторам является устойчивость его работы при воздействии на него дестабилизирующих факторов, т. е. стабильность параметров генерируемых колебаний.**

# Применение генераторов

- Являясь первоисточником электрических колебаний, автогенераторы широко используются в радио- передающих и радиоприемных устройствах, в измерительной аппаратуре, в электронных вычислительных машинах, в устройствах телеметрии и т. д.
- Генераторы широко применяются в технике связи. Они используются при формировании тестовых сигналов, сигналов синхронизации, служебных сигналов, опорных колебаний и т. д.

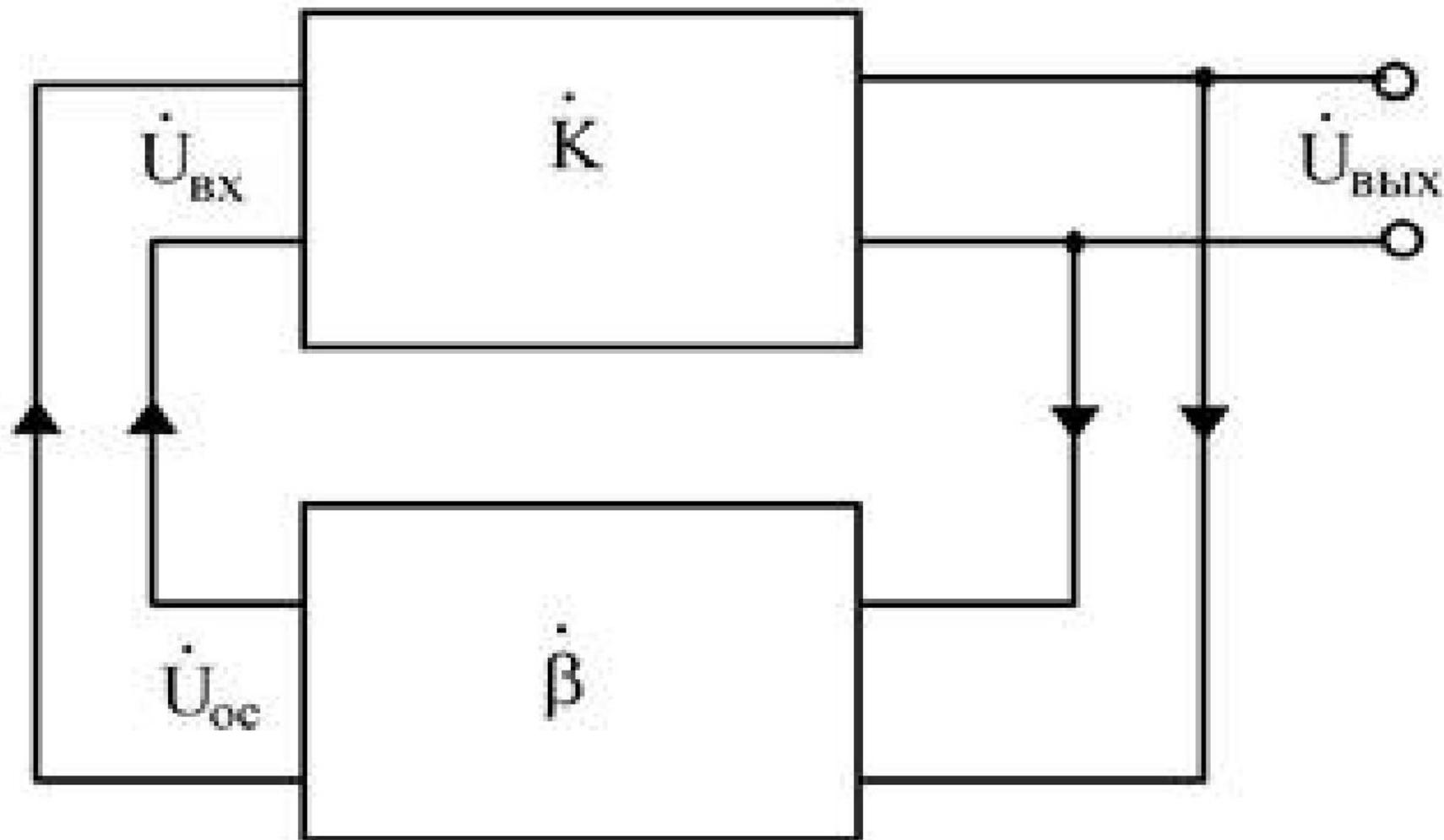
## **2-й вопрос: Принципы построения АГ, условия самовозбуждения.**

- 1. Принципы проектирования АГ.**
- 2. АГ в виде четырёхполюсника.**
- 3. Основные математические соотношения.**
- 4. Принцип самовозбуждения АГ.**
- 5. Области применения АГ.**

# Принципы проектирования АГ

- **Задающие автогенераторы** проектируют таким образом, чтобы в них возбуждались гармонические колебания. Основным элементом генератора гармонических колебаний является резонатор, главное свойство которого - колебательный характер переходного процесса. **Простейший резонатор - это колебательный контур.** Если в колебательный контур ввести энергию, то при достаточно высокой его добротности ( $Q \gg 1$ ) возникают колебания тока, затухающие со временем. Уменьшение амплитуды колебаний объясняется потерями мощности в контуре. Таким образом, для создания автогенератора гармонических колебаний необходимо использовать резонатор с достаточно высокой добротностью и компенсировать потери.
- Для выполнения последнего условия достаточно периодически добавлять в резонатор порции электромагнитной энергии синхронно с возбуждаемыми колебаниями. Источником энергии может служить постоянное электрическое поле; для преобразования его энергии в энергию колебаний требуется активный элемент ( $\Delta \mathcal{E}$ )

# АГ в виде четырёхполюсника



# Основные математические

## соотношения

$K_U = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$  плексный коэффициент усиления по напряжению;

$\beta = \frac{U_{ос}}{U_{вых}}$  коэффициент цепи обратной связи;

$U_{ос}$  напряжение обратной связи;

авт  $K\beta = 1$  условие стационарного режима работы генератора,

где  $K$  и  $\beta$  модули коэффициента усиления собственно усилителя (без цепи положительной ОС) и коэффициента передачи цепи положительной ОС;

$K\beta = K_{ос} = 1$  условие баланса амплитуд;

$\varphi_K + \varphi_\beta = 2\pi n$  условие баланса фаз;

$K\beta = K_{ос} > 1$  условие самовозбуждения генератора.

$K\beta = K_{ос} > 1$

# Принцип самовозбуждения АГ

- В процессе самовозбуждения величина не зависит от амплитуды колебаний, оставаясь постоянной величиной. Величина же  $K$  из-за нелинейности вольтамперной характеристики усилителя с ростом амплитуды уменьшается. В тот момент, когда  $K$  достигает значения, дальнейший рост амплитуды напряжения прекращается и на выходе генератора устанавливается стационарная амплитуда напряжения  $U_{ст}$ . Процесс генерации начинается с появлением в усилителе случайных колебаний малых амплитуд и продолжается до установления стационарной амплитуды выходного напряжения, когда амплитуда

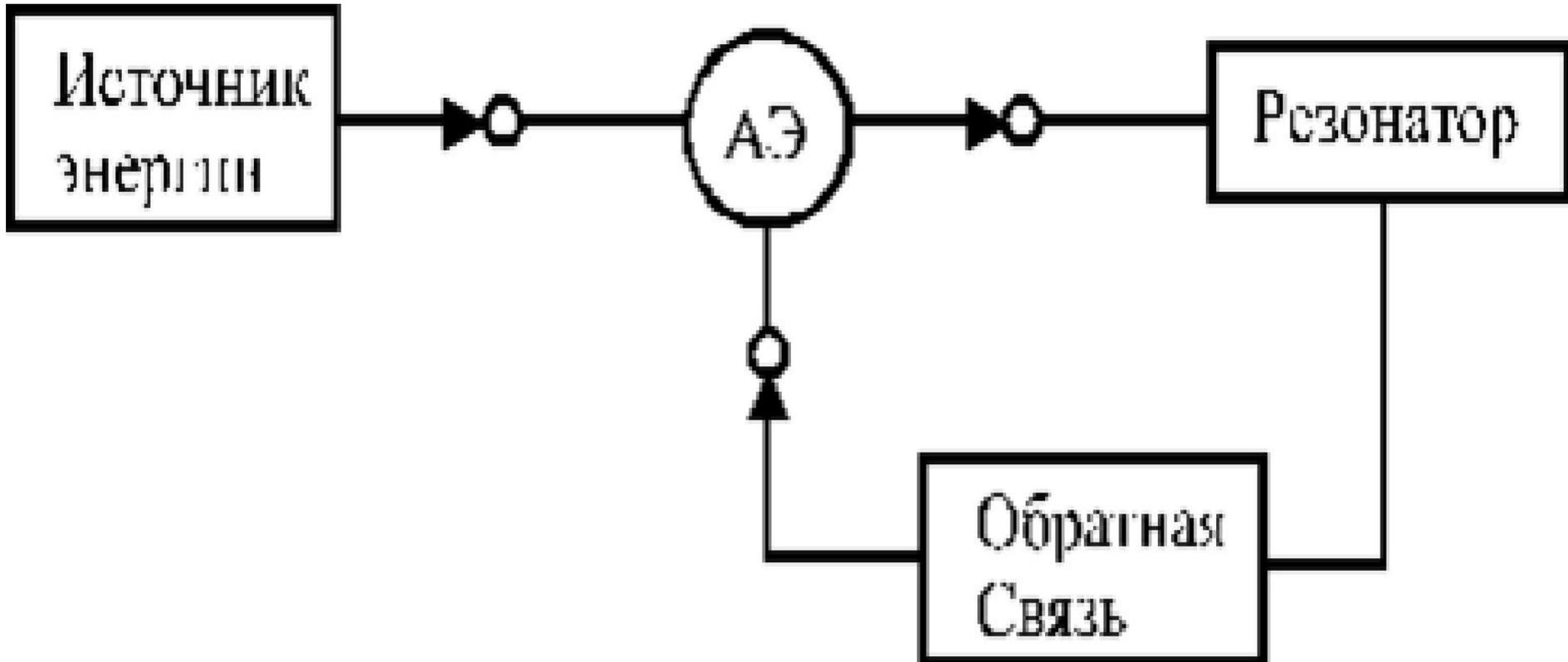
# Области применения АГ

- В области высоких частот, как правило, применяются автогенераторы LC-типа. В диапазоне низких частот их технические характеристики и показатели существенно ухудшаются вследствие резкого возрастания величин индуктивностей и емкостей колебательных контуров и соответствующих им размеров катушек индуктивностей и конденсаторов. Наряду с автогенераторами LC - типа в настоящее время широко используются генераторы RC-типа, в которых вместо колебательного контура применяются избирательные RC-фильтры (или цепи). Генераторы типа RC могут генерировать весьма стабильные синусоидальные колебания в сравнительно широком диапазоне частот от долей герца до сотен килогерц. Кроме того, они имеют малые габариты и массу. Наиболее полно преимущества генераторов типа RC проявляются в области низких и инфранизких частот.

## 3-й вопрос: Структурная схема АГ

1. Структурная схема АГ.
2. Механизм работы АГ.
3. Режимы работы АГ.
4. Параметры АГ.
5. Виды неустойчивости частоты АГ.
6. Причины неустойчивости частоты АГ.
7. Добротность АГ.

# Структурная схема АГ



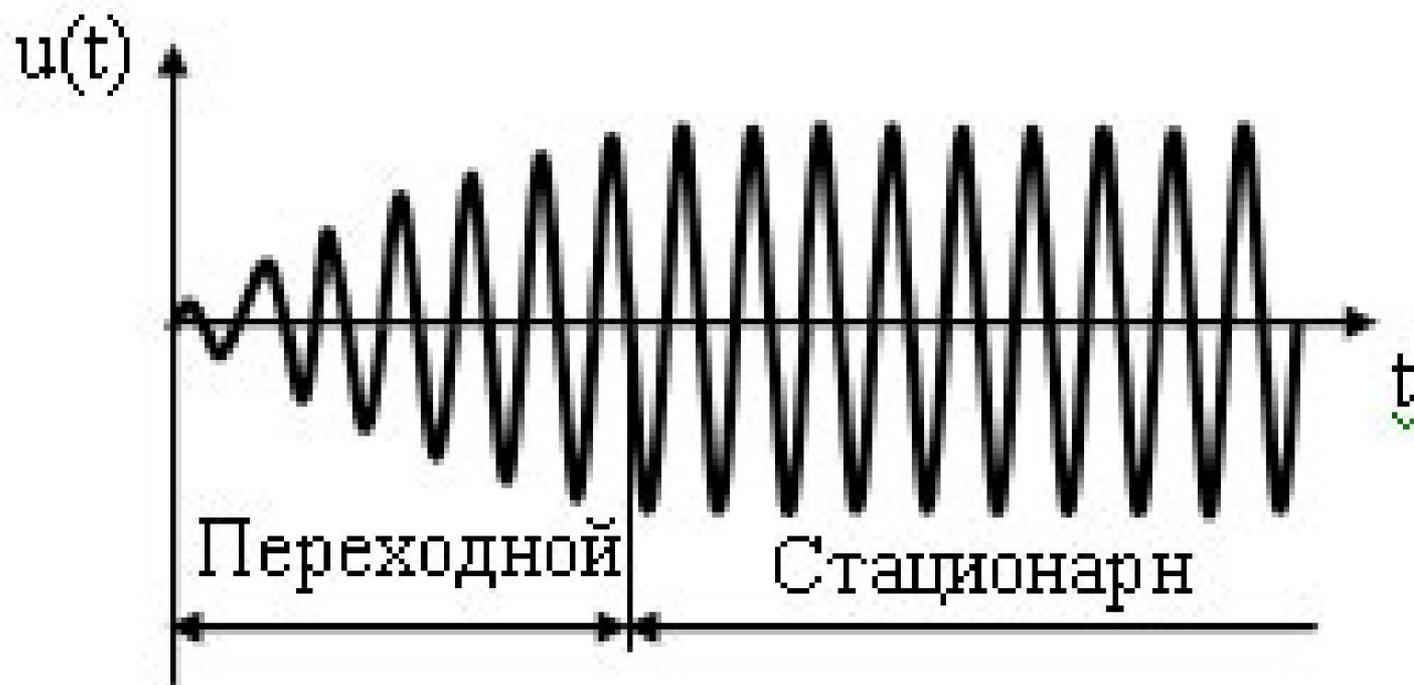
# Механизм работы АГ

- Механизм работы автогенератора состоит в следующем. При включении источника энергии в резонаторе возникает переходный колебательный процесс, воздействующий на АЭ. Последний преобразует энергию источника в энергию колебаний и передает её в резонатор. Если мощность, отдаваемая активным элементом, превышает мощность, потребляемую резонатором и нагрузкой, т. е. выполняется условие самовозбуждения, то амплитуда колебаний увеличивается. По мере роста амплитуды проявляется нелинейность АЭ, в результате рост отдаваемой мощности замедляется и при некоторой амплитуде колебаний отдаваемая мощность оказывается равной потребляемой мощности. Если этот энергетический баланс устойчив к малым отклонениям, то в автогенераторе устанавливается стационарный

## Режимы работы АГ

Во время работы автогенератора выделяют два режима работы: переходной и стационарный. Переходной режим работы генератора длится с момента включения генератора и до момента стабилизации параметров колебаний. Стационарный режим работы длится с момента стабилизации параметров колебаний и до выключения генератора.

# Режимы работы АГ



## Параметры АГ

- 1. Частота выходного сигнала;
- 2. Полоса рабочих частот ( для перестраиваемых АГ);
- 3. Нестабильность частоты выходного сигнала;
- 4. Уровень мощности выходного сигнала;
- 5. Уровень собственных шумов АГ.
- Параметром, определяющим качество работы АГ, является нестабильность частоты его выходного сигнала.

# Виды нестабильности частоты

## АГ

- – абсолютная  $f_i = f_i - f_{\text{средн}}$ , Гц
- – относительная  $f = f_i / f_{\text{средн}}$ ,  
(величина безразмерная)
- – долговременная,
- – кратковременная.

# Причины неустойчивости частоты АГ

- Причины долговременной неустойчивости частоты АГ:
  - - малая величина добротности резонансного контура,
  - - неустойчивость и пульсации напряжения источников питания,
  - - температурная неустойчивость (изменение параметров всех элементов схемы при изменении окружающей температуры),
  - - старение элементов автогенератора,
  - - вибрационные нагрузки на элементы схемы АГ.
- Причиной кратковременной неустойчивости частоты АГ являются собственные шумы его

# Добротность АГ

- Долговременная нестабильность зависит от добротности резонансного контура в схеме АГ. Чем выше добротность Q, тем меньше нестабильность частоты АГ. В КВ диапазоне резонансные цепи выполняются в виде параллельных контуров LC, добротность которых не превышает 100...150. Поэтому достижимы значения относительной нестабильности частоты таких АГ составляют
  - $10^{-3} - 10^{-4}$ .
  - В дцм диапазоне волн резонансные контура выполняются в виде короткозамкнутого или разомкнутого четвертьволновых отрезков длинных линий (длина которых равна  $\lambda/4$ ). Их добротность достигает несколько сотен. И как следствие, величина относительной нестабильности частоты может достигать значений  $10^{-4} \dots 10^{-5}$ .
  - В СВЧ диапазоне резонансные цепи выполняются на основе высокодобротных объёмных (волноводных) резонаторов, добротность которых может достигать