

Лекция 10

Тема лекции: Виды автогенераторов

- Учебные вопросы:
- 1. Виды автогенераторов.
Генераторы низкой частоты.
Цифровые ГНЧ.
- 2. Генераторы сигналов высокой частоты (ВЧ, ОВЧ, УВЧ, СВЧ, КВЧ).
- 3. Генераторы импульсов.

1-й вопрос: Виды автогенераторов. Генераторы низкой частоты. Цифровые ГНЧ.

1. Деление АГ по диапазонам частот.
2. Распределение диапазонов частот по названиям АГ.
3. Условное графическое изображение генераторов.
4. Классификация генераторов по устройству.
5. Поддиапазоны частот ГНЧ.
6. Структурная схема ГНЧ.
7. Задающий генератор в ГНЧ.
8. Регулировка частоты в ГНЧ.
9. Согласующий трансформатор в ГНЧ.
0. Переключатель нагрузки и аттенюатор в ГНЧ.
1. Цифровые ГНЧ, их достоинства.

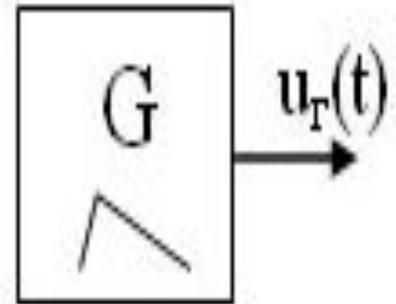
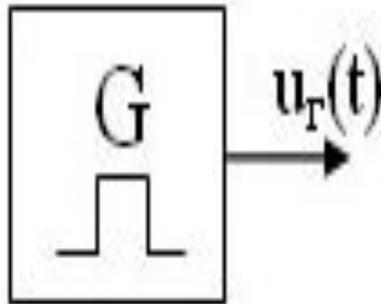
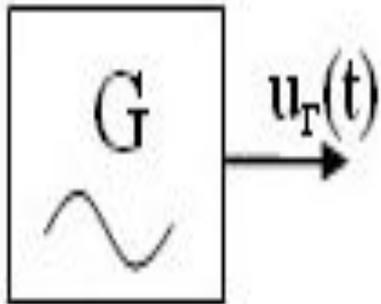
Деление АГ по диапазонам частот

В зависимости от диапазона частот АГ делятся на группы: НЧ, СЧ, ВЧ, ОВЧ, УВЧ, СВЧ и КВЧ. Генераторы ВЧ, ОВЧ, УВЧ, СВЧ и КВЧ. Различительным признаком может являться не само значение частоты генерируемых колебаний, а тип используемых электрических цепей. В ВЧ генераторах используются цепи с сосредоточенными, а в СВЧ (ОВЧ, УВЧ, СВЧ и КВЧ) - с распределёнными параметрами.

Распределение диапазонов частот по названиям АГ

- В зависимости от частоты генерируемых колебаний различают генераторы:
- 1) Низкочастотные (НЧ), вырабатывающие колебания в диапазоне частот
 - до 300 кГц.
- 2. Среднечастотные, вырабатывающие колебания в диапазоне частот от 300 кГц до 3 МГц.
- 3) Высокочастотные (ВЧ), вырабатывающие колебания в диапазоне частот от 3 МГц до 30 МГц.
- 4. Очень высокочастотные (ОВЧ), вырабатывающие колебания в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц.
- 5. Ультравысокочастотные (УВЧ), вырабатывающие колебания в диапазоне частот от 300 МГц до 3 ГГц.
- 6. Сверхвысокочастотные (СВЧ) - в диапазоне частот 3 ГГц - 30 ГГц.
- 7. Крайне высокочастотные (КВЧ), в диапазоне частот 30 ГГц - 300 ГГц.

Условное графическое изображение генераторов



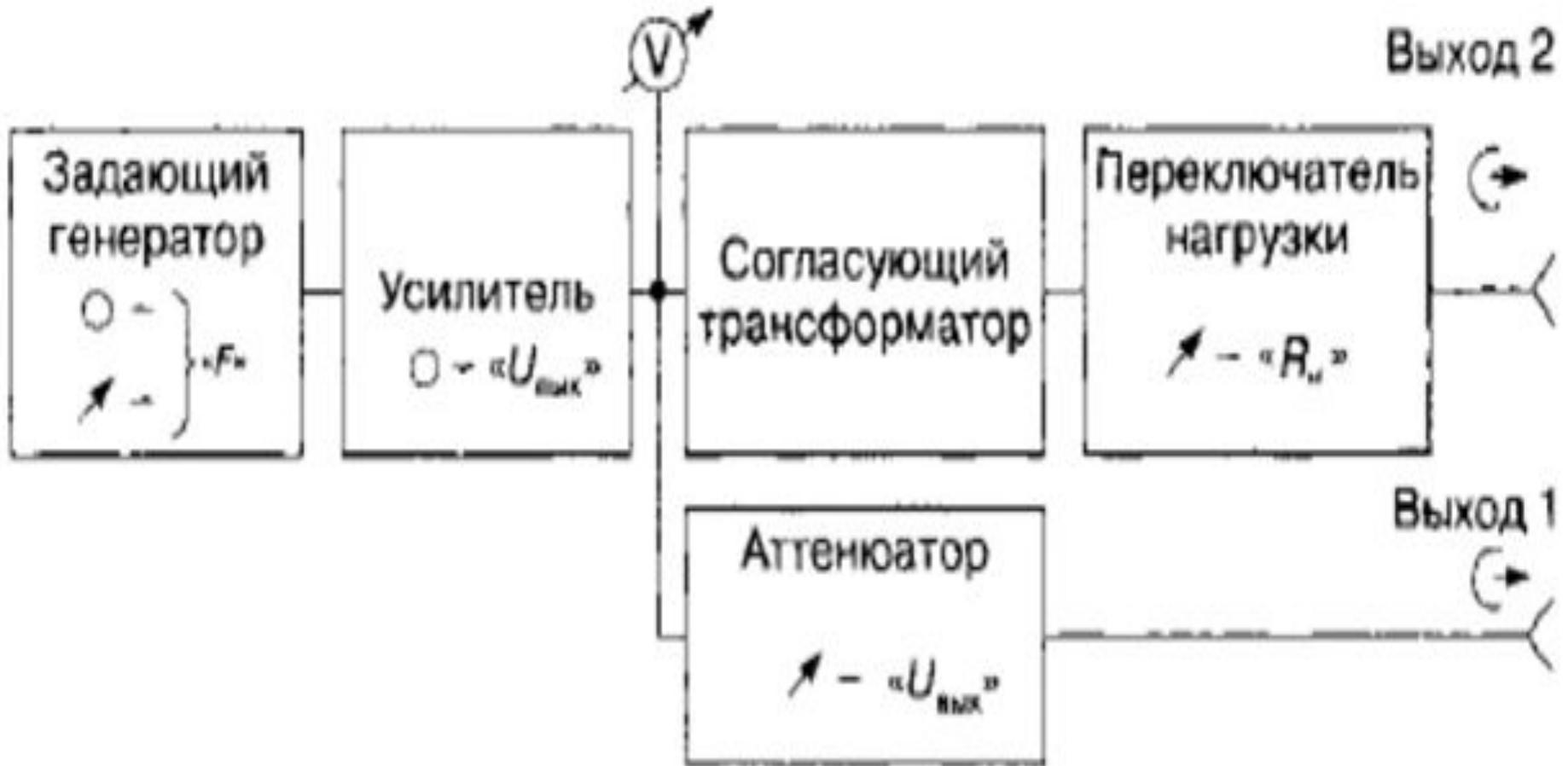
Классификация генераторов по устройству

- **Электрическими** являются генераторы, непосредственно преобразующие энергию источника постоянного тока в энергию колебаний.
- **Электромеханическими** являются генераторы, в которых частота генерируемых колебаний задается частотой механических колебаний некоторых материалов (кварцевой пластины).
- В генераторах с **внутренним возбуждением** или с **самовозбуждением** колебания формируются за счет внутреннего источника питания.
- В генераторах с **внешним возбуждением** формирование колебаний осуществляется из поступающего на его вход другого колебания (умножение и деление частоты).
- **Релаксационные генераторы** или **мультивибраторы** формируют колебания не гармонической формы (последовательности прямоугольных, треугольных, пилообразных, колоколообразных и т. д. импульсов).
- **Гармонические** или **квазигармонические** генераторы формируют колебания гармонической формы.
- В **RC-генераторах** в качестве избирательной цепи используются RC-фильтры.
- В **LC-генераторах** в качестве избирательной цепи используется параллельный колебательный контур.
- В **двухточечных LC-генераторах** колебательный контур подключается

Поддиапазоны частот ГНЧ

Низкочастотные генераторы, или генераторы низких частот (ГНЧ), являются источниками синусоидального сигнала в разных диапазонах частот: $F < 20$ Гц (инфразвуковые), 20 Гц ... 20 кГц (звуковые), 20...200 кГц (ультразвуковые). Диапазон частот может быть расширен до $F = 300$ кГц. В приборах некоторых типов наряду с синусоидальным сигналом вырабатывается сигнал, называемый **меандром**.

Структурная схема ГНЧ



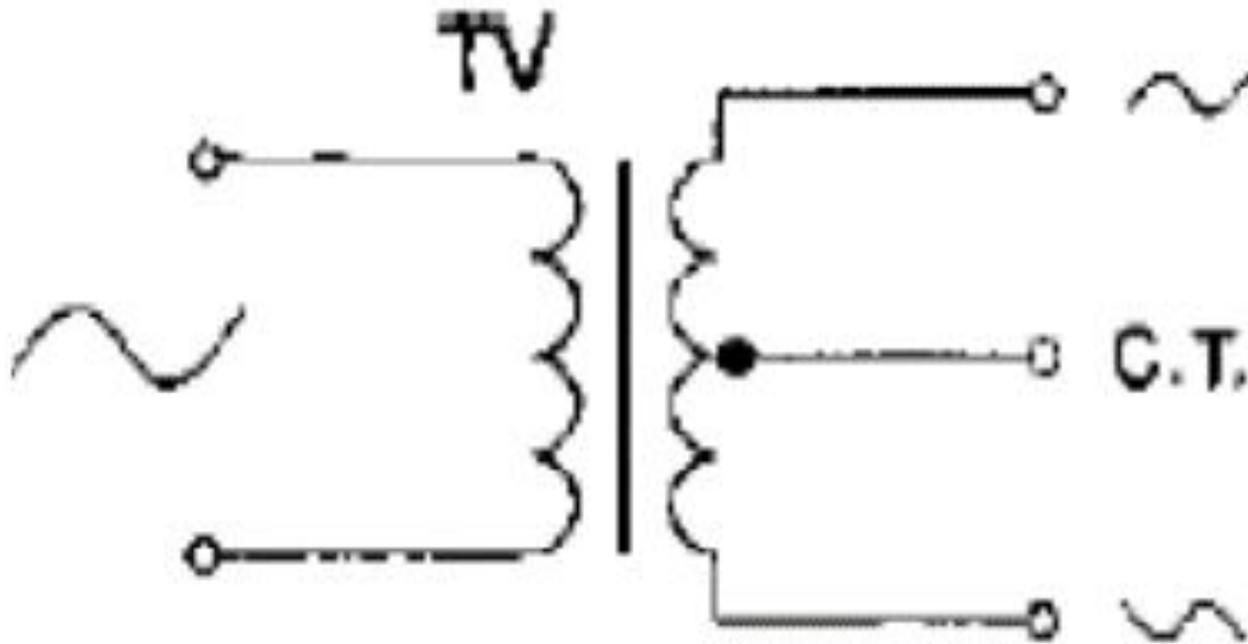
Задающий генератор в ГНЧ

- **Задающий генератор определяет форму и все частотные параметры сигнала: диапазон частот, погрешность установки частоты, нестабильность частоты, коэффициент нелинейных искажений.**
- **Если на лицевой панели прибора форма сигнала не указана, то она всегда синусоидальная. В качестве задающего используются генераторы типа *RC*, колебательная система которых состоит из фазирующих *RC* - цепей. Весь частотный диапазон генератора поделен на 3—4 поддиапазона. Каждому поддиапазону соответствует определённое значение сопротивления резистора, что позволяет**

Регулировка частоты в ГНЧ

- Плавная установка частоты осуществляется конденсатором переменной емкости, который обслуживает все поддиапазоны. Задающие генераторы типа RC просты, дешевы, имеют малый коэффициент нелинейных искажений и малые массогабаритные размеры.
- В некоторых ГНЧ дискретное регулирование частоты осуществляется не резистором, а конденсатором. Тогда плавная установка частоты обеспечивается переменным резистором-потенциометром. Усилитель ослабляет влияние последующих блоков на задающий генератор, делая его частотные параметры более качественными, обеспечивает усиление сигнала по напряжению (мощности) и позволяет плавно изменять напряжение на выходе

Согласующий трансформатор в ГНЧ



- **Согласующий трансформатор предназначен для ступенчатого согласования выходного сопротивления генератора с сопротивлением подключаемой нагрузки.**
- **Наличие у трансформатора средней точки (с.т.) позволяет получать два одинаковых по значению, но противоположных по фазе выходных напряжения**
- **Выходной согласующий трансформатор используется в генераторах с повышенным уровнем выходной мощности. У большинства низкочастотных генераторов выходной трансформатор отсутствует.**

Переключатель нагрузки и аттенюатор в ГНЧ

- Переключатель нагрузки обеспечивает согласование выходного сопротивления $R_{\text{вых}}$ генератора с сопротивлением нагрузки $R_{\text{н}}$. Если не выполняется согласование, то напряжение на выходе не соответствует установленному по индикатору генератора, генератор даже может выйти из строя. Наиболее распространенными значениями $R_{\text{вых}}$ являются 5, 50, 600 и 6000 Ом. Для согласования сопротивлений по выходу 1 в комплекте с прибором поставляется специальная нагрузка 50 Ом с кабелем.
- Контроль выходного напряжения обеспечивается либо электронным вольтметром типа либо электромеханическим вольтметром выпрямительной системы. Индикатор выходного напряжения всегда показывает среднеквадратичное значение синусоидального сигнала.
- Аттенюатор обеспечивает получение на выходе разных по значению напряжений, изменяющихся дискретно. При этом входное и выходное сопротивления аттенюатора не меняются и согласование не нарушается. Иногда

Пример расчёта выходного напряжения аттенюатора

$$U_{\text{ВЫХ}}(\text{дБ}) = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{ВХ}}(\text{В})}{U_{\text{ВЫХ}}(\text{В})}$$

Определить напряжение на выходе генератора в вольтах, если на входе оно составляет 1 В, а на выходе $U = 60$ дБ.

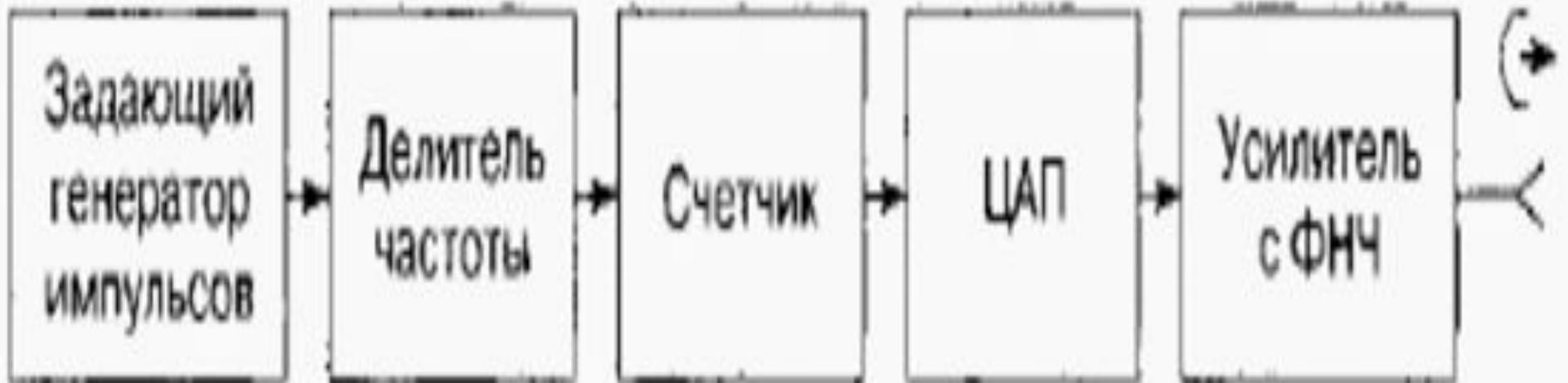
$$60 \text{ дБ} = 20 \cdot \lg \frac{1 \text{ В}}{U_{\text{ВЫХ}}(\text{В})}; 3 = \lg \frac{1 \text{ В}}{U_{\text{ВЫХ}}(\text{В})}; 1000 = \frac{1 \text{ В}}{U_{\text{ВЫХ}}(\text{В})};$$

$$U_{\text{ВЫХ}}(\text{В}) = \frac{1}{1000} = 0,001 \text{ В} = 1 \text{ мВ}$$

Цифровые ГНЧ, их достоинства

- Цифровые ГНЧ по сравнению с аналоговыми имеют более качественные метрологические характеристики: меньшую погрешность установки и нестабильности частоты, меньший коэффициент нелинейных искажений, стабильность уровня выходного сигнала.
- Такие генераторы получают все большее распространение по сравнению с аналоговыми за счёт более высокого быстродействия, упрощения установки частоты, исключения субъективной ошибки в задании параметров выходного сигнала. Благодаря встроенному микропроцессору в цифровых ГНЧ можно по заданной программе автоматически перестраивать частоту сигнала.
- Работа цифровых ГНЧ основана на принципе формирования числового кода с последующим преобразованием его в аналоговый гармонический сигнал, который аппроксимируется функцией, моделируемой с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

Структурная схема цифрового ГНЧ



Работа цифрового ГНЧ

- **Задающий генератор импульсов с кварцевой стабилизацией частоты вырабатывает короткие импульсы в периодической последовательности, которые поступают на делитель частоты. На выходе делителя частоты с регулируемым коэффициентом деления образуется последовательность импульсов с заданным периодом следования, определяющим шаг дискретизации.**
- **Счётчик подсчитывает поступающие на него импульсы, кодовая комбинация накопленных в счётчике импульсов подаётся в цифро-аналоговый преобразователь, который вырабатывает соответствующее напряжение. После переполнения счётчик обнуляется и готов к**

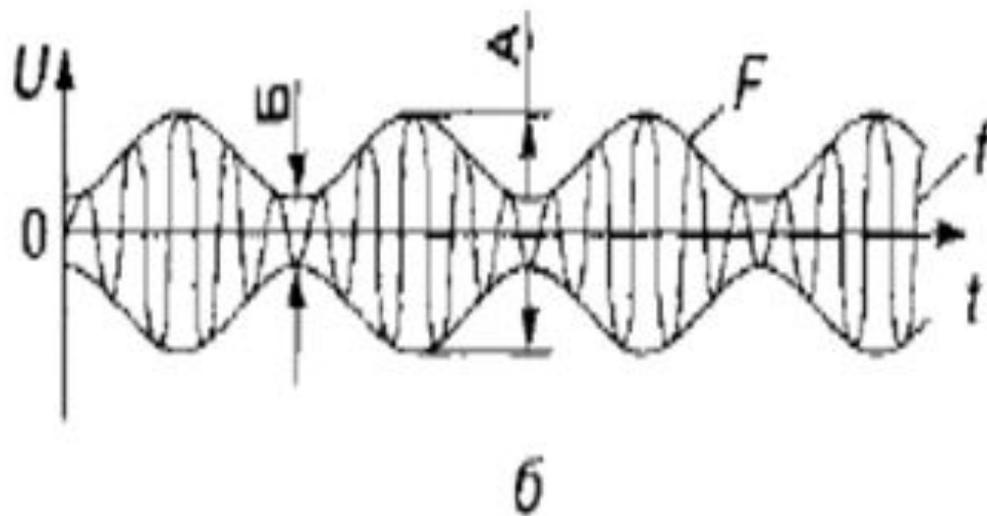
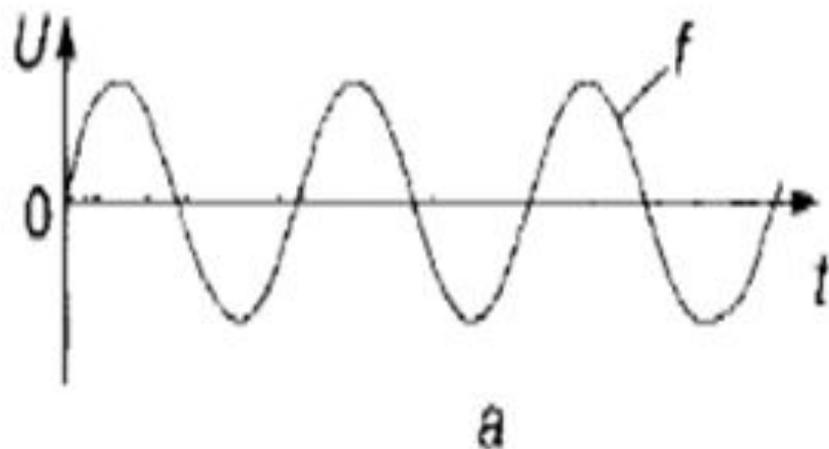
2-й вопрос: Генераторы сигналов высокой частоты

- 1. Сигналы на выходе ГВЧ.**
- 2. Форма сигналов на выходе ГВЧ.**
- 3. Параметры сигналов на выходе ГВЧ.**
- 4. Структурная схема ГВЧ.**
- 5. Назначение элементов схемы ГВЧ.**
- 6. Особенности высокочастотного диапазона ЭМ волн.**

Сигналы на выходе ГВЧ

Высокочастотные и сверхвысокочастотные генераторы, или генераторы высоких и сверхвысоких частот (ГВЧ и ГСВЧ), являются источниками синусоидального и не менее одного модулированного по какому-либо параметру сигналов (амплитудно-модулированного — АМ-сигнал, частотно-модулированного — ЧМ-сигнал) с известными параметрами.

Форма сигналов на выходе ГВЧ



Параметры сигналов на выходе ГВЧ

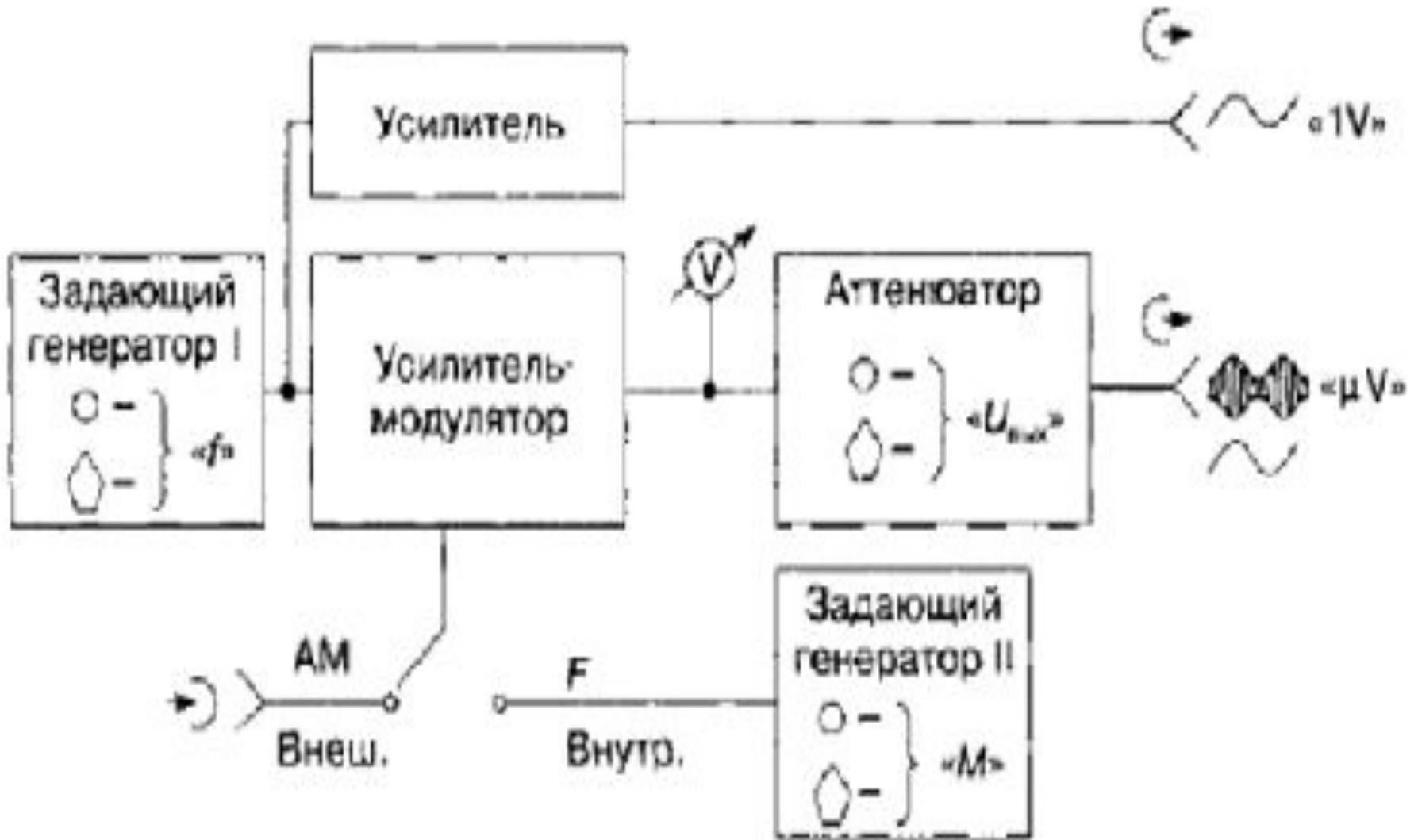
- Приведённые сигналы характеризуются следующими параметрами: f - несущая (модулированная) высокая частота, F — модулирующая низкая частота, M — коэффициент амплитудной модуляции.

-

-

$$M = (A - B) \cdot 100\% / (A + B)$$

Структурная схема ГВЧ



ГВЧ

Задающий генератор I определяет значение несущей частоты и форму сигнала. В качестве задающего генератора используется генератор типа LC, колебательная система которого представляет собой параллельный контур, состоящий из катушки индуктивности L и конденсатора C .

- Весь частотный диапазон ГВЧ поделён на поддиапазоны, количество которых может достигать восьми. Каждому поддиапазону соответствует конкретная катушка индуктивности, а плавная установка частоты (в границах поддиапазона) осуществляется с помощью конденсатора переменной ёмкости. ГВЧ имеет два выхода: микровольтовый и одновольтовый.
- С выхода задающего генератора I напряжение поступает на два канала: основной и вспомогательный. Основной канал содержит усилитель-модулятор и высокочастотный аттенюатор (выход « μV »). С этого выхода снимается немодулированное синусоидальное или модулированное регулируемое высокочастотное колебание, калиброванное по напряжению. Как и в ГНЧ, индикатор показывает среднеквадратичное значение синусоидального напряжения.
- Вспомогательный канал содержит усилитель и выход «1V». С этого выхода снимается неконтролируемое, смодулированное (т.е. синусоидальное), нерегулируемое высокочастотное напряжение 1...2 В на согласующую нагрузку
- Вход АМ предназначен для подключения внешнего модулирующего генератора (задающего генератора I) при положении тумблера «Внеш.» или внутреннего модулирующего генератора (задающего генератора II) при положении тумблера «Внутр.». Обычно значение модулирующей частоты — фиксированное (400 или 1000 Гц). Если на лицевой панели оно не указано, то принимается равным 1000 Гц.

Особенности высокочастотного диапазона ЭМ

ВОЛН

- **Высокочастотный диапазон электромагнитного излучения соответствует длинам волн от 30 см до 1 мм; поэтому его называют также диапазоном дециметровых и сантиметровых волн. В англоязычных странах он называется микроволновым диапазоном; имеется в виду, что длины волн очень малы по сравнению с длинами волн обычного радиовещания, имеющими порядок нескольких сотен метров. Так как по длине волны излучение этого диапазона является промежуточным между световым излучением и обычными радиоволнами, оно обладает некоторыми свойствами и света, и радиоволн. Например, оно, как и свет, распространяется по прямой и перекрывается почти всеми твердыми объектами. Во многом аналогично свету оно фокусируется, распространяется в виде луча и отражается.**
- **В то же время излучение этого диапазона сходно с радиоизлучением вещательных диапазонов в том отношении, что оно генерируется аналогичными методами.**
- **благодаря более высоким частотам оно дает более широкие возможности передачи информации, что позволяет повысить эффективность связи.**
- **Сходство высокочастотного ЭМ излучения со светом и повышенная плотность переносимой им информации оказались очень полезны для радиолокационной и других областей техники.**
- **Особенностью высокочастотных генераторов является использование специальных сверхвысокочастотных усилительных приборов: клистронов, ЛОВ-ламп обратной волны, лавинно-пролетных диодов, диодов Ганна, магнетронов, а также колебательных**

3-й вопрос: Генераторы импульсных сигналов

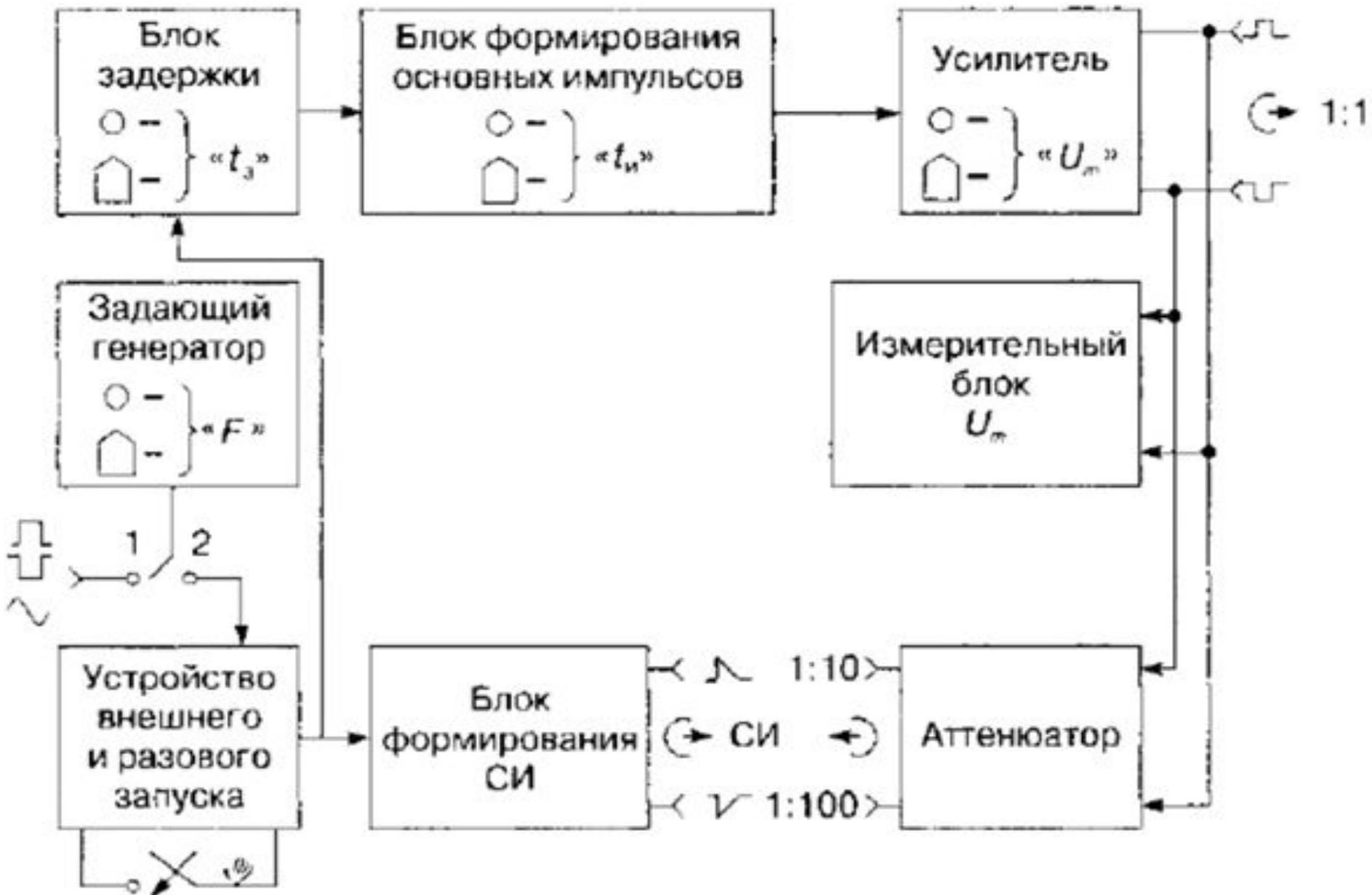
- 1. Сущность, параметры и применение ГИ.**
- 2. Структурная схема ГИ.**
- 3. Назначение элементов структурной схемы ГИ.**
- 4. Основные метрологические характеристики генератора.**

Сущность, параметры и

применение ГИ

- ГИ является источником двух сигналов: основного и дополнительного (синхронизированных импульсов — СИ). К основным параметрам этих сигналов, регулируемым в широких пределах, относятся U_m — амплитудное значение напряжения, t_u — длительность импульса, t_3 — время задержки (временной сдвиг) основных импульсов по отношению к синхроимпульсам, T — период повторения импульсов.
- Импульсные генераторы, или генераторы импульсов (ГИ), нашли применение при настройке и регулировании импульсных схем, используемых в телевидении и связи, ЭВМ, радиолокации и т.д. Широко используются генераторы, обеспечивающие получение напряжений прямоугольной формы. Параметры импульсного сигнала могут регулироваться в

Структурная схема ГИ



Назначение элементов структурной схемы

ГИ

- Задающий генератор вырабатывает короткие импульсы с частотой F и может работать в автоколебательном (полож. ключа «1») или в ждущем (полож. ключа «2») режимах. В режиме внешнего запуска частота следования импульсов определяется внешним генератором, подключенным к гнезду Вход. Разовый запуск обеспечивается нажатием кнопки устройства внешнего и разового запуска.
- Блок формирования синхронизирующих импульсов (СИ) обеспечивает необходимую форму СИ.
- Блок задержки создает временной сдвиг на время t_3 основных импульсов относительно СИ, поступающих от задающего генератора.
- Блок формирования основных импульсов обеспечивает получение на выходе импульсов необходимой формы и длительности.
- Усилитель увеличивает амплитуду импульсов, позволяет менять их полярность и осуществляет согласование по сопротивлению с нагрузкой, поставляемой в комплекте с генератором.
- Атенюатор уменьшает амплитуду импульсов в фиксированное число раз.

Основные метрологические характеристики генератора

- К основным метрологическим характеристикам генераторов, которые необходимо знать при выборе прибора, относятся следующие:
 - - форма сигнала;
 - - диапазон регулирования параметров;
 - - допустимая погрешность установки каждого параметра;
 - - максимальная допустимая временная неста- бильность параметров;
 - - допустимые искажения формы сигнала.