

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра линий связи и измерений в технике связи

В.С. БАСКАКОВ, А.Л. КОСОВА

**ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ  
ВЫСОКИХ ЧАСТОТ**

Методические указания по выполнению  
лабораторной работы №9

Самара  
2017

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ,  
протокол № 34 от 17.02.2017 г.

Рецензент:  
д.т.н., проф. Мелентьев В.С.

**Баскаков В.С., Косова А.Л.**

**Изучение измерительных генераторов высоких частот**  
методические указания по выполнению лабораторной работы/ В.С.  
Баскаков, А.Л. Косова. – Самара: ПГУТИ, 2017. –16 с.

В учебно-методической разработке приводится систематизированный материал, посвященный изучению основных технических характеристик и устройства измерительных генераторов.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 11.03.01 Радиотехника, 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, 11.03.01 Информационная безопасность, 27.03.04 Управление в технических системах, 27.03.05 Инноватика, 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.02 Информационные системы и технологии и предназначены для проведения лабораторных занятий.

© Баскаков В.С., 2017

© Косова А.Л., 2017

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение, нормируемые параметры, устройство и структурные схемы генераторов типа Г4- . методы поверки основных метрологических характеристик. Приобрести практические навыки работы с измерительными генераторами высоких частот.

## 2. ЛИТЕРАТУРА

2.1. Б.П.Хромой, А.В.Кандинов и др. Метрология. стандартизация и измерения в технике связи. -М.:Радио и связь, 1996, с.144-147. 151-165.

2.2. Дворянин Б.В. Основы метрологии и радиоизмерения: Учебное пособие для вузов.-М.:Радио и связь, 1993. с.320.

2.3. Мирский Г.Я. Электрорадиоизмерения.-М.:Радио и связь. 1986. с.410

Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Под ред. В.И. Нефедова. – М.: Высш. шк., 2001, с. 155-168.

2.4. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; Под ред. В.И. Нефедова. – М.: Высш. шк., 200,с.158-168.

## 3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1. Изучить технические данные и принцип действия генераторов типа Г4- по структурным схемам.

3.2. Подготовить конспект с краткими ответами на контрольные вопросы.

3.3. Подготовить бланк отчета, содержащий таблицы и структурные схемы измерений.

## 4.КОНТРОЛЬНЫЕВОПРОСЫ

4.1. Каковы назначение и классификация измерительных генераторов? 4.2. Каковы основные нормируемые параметры генераторов синусоидальных сигналов?

4.3. Какова типичная структурная схема генератора высоких частот с амплитудной модуляцией?

4.4. Какова структурная схема формирования поддиапазонов генераторов высоких частот на основе деления частоты?

4.5. Как осуществляется работа генератора Г4- в режимах: - непрерывной генерации;

- внутренней и внешней амплитудной модуляции;
- максимального сигнала?

4.6. Как достигается постоянство установленного выходного напряжения генератора?

## 5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

5.1. Выполнить поверку следующих характеристик генератора Г4:

- основной погрешностью установки частоты на одном из поддиапазонов;

- нестабильности частоты за 15 минут.

5.2. Исследовать генератор Г4- в режимах:

- внутренней амплитудной модуляции;
- внешней амплитудной модуляции.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- 1) титульный лист с указанием кафедры, наименованием работы, Ф.И.О. студента, номера учебной группы;
- 2) цель работы;
- 3) перечень приборов, используемых в работе;
- 4) таблицы с результатами измерений и расчетов;
- 5) выводы по пунктам 7.1., 7.2., 7.3. и 7.4.
- 6) подпись и дату выполнения работы.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

7.1. Произвести поверку градуировки шкалы частот генератора Г4- включающую в себя определение основной погрешности установки частоты и сравнения ее с нормой.

7.1.1. Определение основной погрешности установки частоты генератора Г4- выполняется для указанных в таблице 1 выходного напряжения поддиапазона частот. При этом, к выходу генератора

подключается согласующее сопротивление 50 Ом. сигнал с которого подается на вход электронно-счетного частотомера (например ЧЗ-33).

Таблица 1

№ бригады	1	2	3	4	5	6	7	8
Напряжение для Г4-106 мВ для Г4-154 В	300	250	450	400	350	300	450	400
	1,50	2,75	9,45	7,75	8,25	3,75	2,25	4,25
Частотный диапазон Г4-106 МГц Г4-154	2,0-0,4	0,8-2,0	2,0-5,0	0,8-2,0	0,2-0,4	2,0-5,0	0,8-2,0	0,1-0,2

МГц (десять значений в диапазоне)	0,1- 0,5	0,4- 0,9	1,1- 4,5	1,5- 3,8	2,1- 4,7	3,5- 5,9	5,0- 7,3	7,1- 9,7
-----------------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

7.1.2. Установка выходного напряжения генератора Г4-106 осуществляется двумя ручками - ступенчатой и плавной регулировки, расположенными на лицевой панели прибора. Отсчет установленного значения в микровольтах производится по соответствующим шкалам - при красном множителе по красной, внутренней шкале, при черном - по черной внешней шкале.

Пример: Необходимо установить 200 мВ. Для этого выставить по красной внутренней шкале 2 и красный множитель  $10^5$ . тогда  $2 \cdot 10^5 = 200000 \text{ мкВ} = 200 \text{ мВ}$ . Выходное напряжение снимается с разъема "ВЫХОД" "□□" при включенном тумблере выходного сигнала генератора Г4-106.

При работе с генератором Г4-154, перед включением его в сеть, необходимо к основному выходу (0-12)В подключить согласованную нагрузку 50 Ом. Установка выходного напряжения генератора Г4-154 в ручном режиме осуществляется с помощью ручки "установка ( — АМ" и кнопки НГ-АМ (загорается светодиод "НГ" расположенный в правой части лицевой панели). При этом на трехзначный индикатор выводится значение напряжения на основном выходе (0-12)В. 50 Ом. Увеличение выходного напряжения производится путем смещения ручки "установка ( — АМ" вправо от среднего положения "©". Уменьшение напряжения выхода производится путем перемещения названной ручки влево от среднего положения.

7.1.3. Установка частоты выходного сигнала генератора Г4-106 осуществляется включением одного из поддиапазонов и ручной установки частоты. Для установки произвольной частоты между длинными рисками частотной шкалы генератора необходимо пользоваться делениями на лимбе ручки "установка частоты МГц". Вращая эту ручку определить, сколько делений лимба приходится на участок между длинными рисками частотной шкалы. Определить, сколько МГц приходится на одно деление лимба. Для этого необходимо разность частот на рассматриваемом участке разделить на количество делений лимба.

Для определения количества делений лимба от ближайшей длинной риски до искомой частоты, разность частот на этом участке разделить на цену делений лимба и установить на лимбе полученное количество делений, что будет соответствовать значению искомой частоты.

Установка частоты выходного сигнала генератора Г4-154 производится с помощью ручки "установка f". В случае перемещения ее

вправо от среднего положения © значение частоты выходного сигнала будет увеличиваться дискретно с шагом:

0.1 кГц в диапазоне 100.0 - 999.9 кГц

1.0 кГц в диапазоне 1.000 + 9,999 МГц

10 кГц в диапазоне 10.00 —: 50,00 МГц.

Скорость изменения пропорциональна величине смещения от среднего положения. Первоначальное значение частоты и ее дальнейшее изменение отражается на четырехзначной цифровом индикаторе. Уменьшение частоты обеспечивается путем смещения ручки "установка f" влево от среднего положения по аналогии.

7.1.4. В указанном диапазоне выбрать произвольно три значения частоты. С помощью отсчетных устройств генератора Г4- установить первое значение частоты и произвести измерение с помощью частотомера. Аналогичные измерения произвести в двух других выбранных точках. Определить

величины абсолютной  $\Delta_f = (f_{Г} - f_{ЦЧ}) Гц$  и относительной  $\delta_f = (\Delta_f / f_{ЦЧ}) \cdot 100\%$  погрешностей установки частоты. Значение измерений и вычислений свести в таблицу 2.

Таблица 2

№	Установленное значение частоты на генераторе fr	Измеренное значение частоты fцч	Основная относительная погрешность установки частоты
	кГц	кГц	%
1			
2			
3			

7.1.5. Из полученных величин  $\delta_f$  выбрать максимальную и сравнить ее с допустимой по норме:

$(\delta_f)_{\max}$

для Г4-106  $\delta_{\text{дон}} = \pm 1,0 \%$

для Г4-154  $\delta_{\text{дон}} = \pm 0,01 \%$

$(\delta_f)_{\max} > \delta_{\text{дон}}$  то делается вывод, что генератор не пригоден к

эксплуатации.

7.2. Выполнить поверку кратковременной (за 15 минут) нестабильности частоты генератора Г4-. Для этого с помощью отсчетных устройств установить на выходе генератора номинальное  $f_H$  значение частоты равное большей из частот заданных в п.7.1.4. С интервалом в 1 мин. произвести 15 измерений частоты. Данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fr кГц															

7.2.1 Вычислить кратковременную нестабильность частоты:

$$\Delta F = (f_G)_{\max} - (f_G)_{\min}$$

где:  $(f_G)_{\max}$  и  $(f_G)_{\min}$  - максимальное и минимальное значения частот из табл.3.

7.2.2. Сравнить полученный результат с допускаемой величиной нестабильности по норме  $\Delta F_{\text{дон}}$ . После 30 мин. самопрогрева:

$$\text{для Г4-106 } \Delta F_{\text{дон}} = (290 \cdot 10^{-6} \cdot f_H + 30) \text{ Гц};$$

$$\text{для Г4-154 } \Delta F_{\text{дон}} = 10^{-5} \cdot f_H \text{ Гц.}$$

Сделать вывод о пригодности генератора к дальнейшей эксплуатации.

7.3. Исследовать работу генератора типа Г4- в режиме внутренней амплитудной модуляции.

7.3.1. Перевести генератор в режим внутренней амплитудной модуляции.

Для Г4-106 тумблер "ВНУТР.-ВНЕШ." перевести в положение "ВНУТР.". Для Г4-154 кнопкой "НГ,АМ" добиться свечения светодиода "ВНУТР. АМ".

7.3.3. Установить на выходе генератора напряжение:

$$\text{для Г4-106 - } (50 - 80) 10^{-3} \text{ В};$$

$$\text{для Г4-154 - } (1.0 - 2.0) \text{ В.}$$

7.3.3. Установить коэффициент модуляции в соответствии с табл.3.

Таблица 3

Коэффициент модуляции на генераторе, м%	А мм	Б мм	Мизм %	Погрешность М%	
				абсол.	относит.
20					
40					
60					
80					

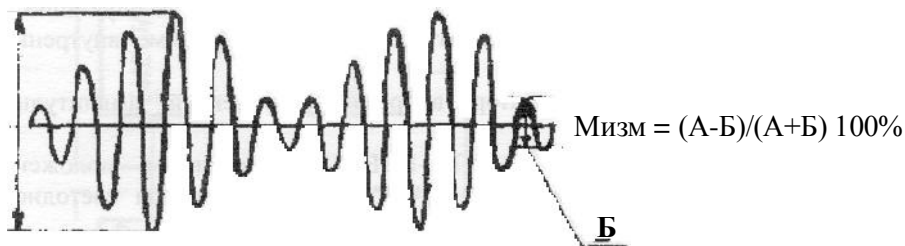
Установка коэффициента для Г4-106 модуляции производится двумя ручками. Ручкой "УРОВЕНЬ МОДУЛ." стрелка индикатора устанавливается на риску "К". Необходимый коэффициент модуляции устанавливается переключателем "М %".

Для Г4-154 установка коэффициента модуляции производится путем смещения ручки "УСТАНОВКА ( — АМ". Первоначальное значения коэффициента модуляции и его изменения индицируется на трехзначном цифровом индикаторе.

7.3.4. Подключить к выходу генератора Г4- осциллограф и получить на экране осциллограмму модулированного колебания.

Для генератора Г4-106 выход "  $\mu V$ ". Для генератора Г4-154 выход "(1-12) V: 50 Ом. Частоту генератора развертки при этом необходимо выбрать в 2-3 раза ниже частоты модулирующего сигнала (1000 Гц).

Установить на осциллографе режим внутренней синхронизации и ручками "Уровень" и "Стабильность" добиться устойчивого изображения. Определить измеренные значения коэффициента амплитудной модуляции следующим образом





7.3.3. Рассчитать абсолютную и относительную погрешности измеренного значения коэффициента амплитудной модуляции относительного значения М. Установленного на генераторе Г4-.

Данные измерений и расчетов свести в табл.3.

7.3.6. По количественной оценке погрешности измерения М сделать вывод.

7.4. Исследовать работу генератора Г4- в режиме внешней модуляции. 7.4.1. Перевести генератор Г4- в режим внешней модуляции.

Для генератора Г4-106 тумблер "Внешн.-Внутр." перевести в положение "Внемн.". Для генератора Г4-194 кнопкой "НГ,АМ" добиться свечения светодиода "Внешн.АМ".

7.4.2. Установить на выходе генератора напряжение и частоту в соответствии с табл.4.

Таблица 4

№ бригады		1	2	3	4	5	6	7	8
Fнес МГц	Г4-106	0,24	0,35	0,43	0,52	0,64	0,71	1,52	1,63
	Г4-154	0,382	0,54	0,83	0,94	1,43	1,84	2,15	2,87
Uвых	Г4-106 мВ	90	92	88	66	84	75	97	69
	Г4-154 В	5,8	4,8	3,9	4,4	4,2	3,5	5,1	3,8
Fход Гц	ГЗ-	120	140	210	230	370	410	530	610
М %	Г4-106	60	90	70	80	90	60	80	50
	Г4-154	50	80	60	70	80	90	80	90

7.4.3. Подключить модулирующий сигнал внешнего генератора синусоидальных сигналов низкой частоты типа ГЗ- с частотой  $F_{мод}$  на разъем "АМ" (Внешн.АМ).

Для генератора Г4-106. Регулируя напряжение модулирующего сигнала, установить стрелку индикатора на риску "К". Необходимый (заданный по табл.4) коэффициент модуляции устанавливается переключателем "М %".

Для генератора Г4-154. Регулируя напряжение модулирующего сигнала установить заданный коэффициент модуляции по трехзначному отсчет- ному устройству. Светодиод "контр.АМ" светиться не долек.

7.4.4. Получить осциллограмму сигнала с заданными параметрами и определить по ней коэффициент амплитудной модуляция.

7.4.5. Рассчитать абсолютную и относительную погрешности измеренного значения коэффициента амплитудной модуляции относительного значения  $M$ , установленного на генераторе.

7.4.6. По количественной оценке погрешности измерения  $M$  сделать вывод

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ Г4-106

#### 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Высокочастотный генератор сигналов Г4-106 с амплитудной модуляцией предназначен для настройки, контроля и испытаний радиотехнических устройств ультразвукового и частично радиовещательного диапазона частот.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Прибор обеспечивает следующие режимы работ:

- а) непрерывная генерация НГ;
- б) внутренняя амплитудная модуляция синусоидальным напряжением;
- в) внешняя амплитудная модуляция синусоидальным напряжением;
- г) режим максимального сигнала.

#### ЧАСТОТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ (F - параметры)

2.2. Прибор обеспечивает диапазон частот от 0,01 до 12,5 МГц. Диапазон частот перекрывается семью поддиапазонами.

В генераторе имеется вспомогательный диапазон с граничными частотами: 0,430-0,510 МГц.

2.3. Предел допускаемой основной погрешности установки частоты генератора не превышает:

+ 0,5% - на вспомогательном диапазоне;

+ 1,0% - в диапазоне частот 0,1-12,5 МГц;

$\pm 1,5\%$  - в диапазоне 0,01-0,1 МГц (1 поддиапазон) с подстройкой частоты,

3.4. Нестабильность частоты за любые 15 мин. работы генератора после самопрогрева в течение 30 мин. в нормальных условиях не превышает

$\pm (250 \cdot 10^{-6} f_T + 30)$  Гц.

2.5. Паразитная девиация частоты в режиме непрерывной генерации в полосе 30-15000 Гц не превышает  $(1,0 \cdot 10^{-6} f_T + 30)$  Гц.

## ПАРАМЕТРЫ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В РЕЖИМЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ГЕНЕРАЦИИ (U - параметры)

2.6. Выходное напряжение генератора на согласованной нагрузке ( $50 \pm 1$ ) Ом, подключенной через кабель к основному выходу генератора "  $\mu V$  ", регулируется в нормальных пределах от 0.5 до  $5 \cdot 10^{-7}$  В; с выносным аттенуатором на 20дБ возможна регулировка до  $1 \cdot 10^{-7}$  В.

Регулировка производится ступенями через 10дБ от 0 до 110дБ и плавно в пределах каждой ступени.

2.7. Предел допускаемой основной погрешности установки опорного значения напряжения 0.5В и установки напряжения по шкале плавной регулировки не превышает  $\pm 1$ дБ, при работе генератора на согласованную нагрузку ( $50 \pm 1$ ) Ом.

2.8. Предел допускаемой основной погрешности установки ослабления ступенчатого аттенуатора не превышает +1дБ.

2.9. Предел допускаемой основной погрешности ослабления выносного аттенуатора не превышает +1дБ; выходное сопротивление аттенуатора 50 Ом  $\pm 5\%$ , 75 Ом  $\pm 5\%$ .

2.10. Нестабильность уровня выходного сигнала за любые 15 мин. работы генератора после самопрогрева в течение 30 мин. не превышает  $\pm 0.1$ дБ.

2.11. Коэффициент любой из гармоник выходного сигнала на основном выходе генератора, а также уровень комбинационных составляющих на 1 поддиапазоне, по отношению к уровню первой гармоники не превышает 5% ( $\pm 26$  дБ).

2.12. Паразитная амплитудная модуляция сигнала на основном выходе генератора в режиме непрерывной генерации не превышает 0.5%.

2.13. Выходное напряжение по некалиброванному выходу на полной нагрузке ( $50 \pm 5$ ) Ом не менее: 0.3 В на 1 поддиапазоне. Наибольшее напряжение по некалиброванному выходу не превышает 3 В. Параметры сигнала на этом выходе не гарантируются.

## ПАРАМЕТРЫ АМПЛИТУДНОЙ СИНУСОИДАЛЬНОЙ МОДУЛЯЦИИ (АМ - параметры)

2.14. Амплитудная модуляция сигнала осуществляется от внутреннего источника модуляции частотой 1000 Гц с погрешностью  $\pm 5\%$  и частотами 50-10000 Гц от внешнего источника модуляции.

2.19. Коэффициент амплитудной модуляции регулируется в номинальных пределах от 0 до 90 % и отсчитывается в пределах от 10 до 80% ступенями по 10% во всем диапазоне модулирующих и несущих частот.

Предел допускаемой основной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции не превышает  $\pm 10\%$  (в процентах модуляции).

2.16. Коэффициент гармоник огибающей амплитудно-модулированного сигнала при коэффициенте модуляции до 80% включительно (по шкале генератора) не превышает 5% в нормальных условиях эксплуатации.

Коэффициент гармоник внешнего модулирующего сигнала при этом должен быть не более 1%.

2.17. Сигнал внешнего модулирующего генератора, необходимый для обеспечения коэффициента амплитудной модуляции 90%, должен быть не более 2 В при сопротивлении входа модулятора  $(600 \pm 220)\text{Ом}$ .

2.18. Предел допускаемой погрешности установки опорного значения выходного напряжения и значений выходного напряжения по шкалам плавной регулировки выхода, в режиме амплитудной модуляции, не превышает  $\pm 2,0$  дБ при частотах модуляции до 10 кГц и коэффициенте модуляции до 80%.

2.19. Генератор сохраняет свои технические характеристики при питании его от сети переменного тока напряжением  $220\text{В} \pm 10\%$ , частотой 50 Гц  $+ 1\%$  и содержанием гармоник до 5%.

2.20. Мощность, потребляемая генератором от сети при номинальном напряжении, не превышает 35 ВА.

2.21. Габаритные размеры прибора, поставляемого в укладочном ящике, не более 190x385x240 мм.

2.22. Масса прибора не более 11 кг.

### 3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

Структурная схема прибора Г4-106 приведена на рис.1. Работа прибора генератора в зависимости от выбранного поддиапазона частот происходит по разному.

Сначала рассмотрим работу генератора при включении любого поддиапазона частот, кроме первого, т.е. на поддиапазонах 0.1 —12.5МГц и вспомогательном диапазоне 0.430-0.510 МГц.

#### РЕЖИМ НЕПРЕРЫВНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

В режиме непрерывной генерации в задающем генераторе работает только плавный генератор. Плавный генератор выполнен по индуктивной трехточечной схеме. Перестройка частоты в пределах поддиапазона производится конденсатором переменной емкости, переход от поддиапазона к поддиапазону - коммутацией катушек индуктивности.

Сигнал с плавного генератора поступает на модулятор, представляющий собой широкополосный усилитель. С выхода модулятора сигнал подается на широкополосный усилитель основного канала (переключатели П1, П2 и П3 во втором положении).

Для автоматического поддержания уровня сигнала на входе аттенюатора тракт основного канала генератора охвачен цепи автоматической регулировки уровня сигнала АРУ.

Выходной сигнал усилителя основного канала выпрямляется детектором и подается на первый вход дифференциального усилителя постоянного тока (УПТ) системы АРУ. На второй вход подается постоянное опорное напряжение с регулятора опорного уровня. Усиленная УПТ разность между опорным напряжением и напряжением с детектора изменяет сигнал на входе широкополосного усилителя так, что уровень выходного напряжения основного канала становится пропорциональным уровню опорного напряжения. При постоянном опорном напряжении система АРУ обеспечивает стабилизации выходного уровня прибора в пределах 10 дБ с помощью ручки регулятора опорного уровня.

Таким образом, система АРУ используется и для плавной регулировки выходного сигнала в пределах 10 дБ. В этом случае изменение величины опорного напряжения на втором входе дифференциального УПТ вызывает соответствующее изменение выходного сигнала.

Система стабилизации уровня обеспечивает нулевое выходное сопротивление прибора в точке подключения детектора. Все колебания сопротивления нагрузки не изменяют выходного напряжения прибора, что эквивалентно нулевому внутреннему сопротивлению.  $R_1=0$ . Балластное сопротивление  $R_b=50$  Ом обеспечивает выходное сопротивление прибора в точке подключения аттенюатора равным 50 Ом. благодаря чему достигается хорошее согласование в выходном тракте основного канала.

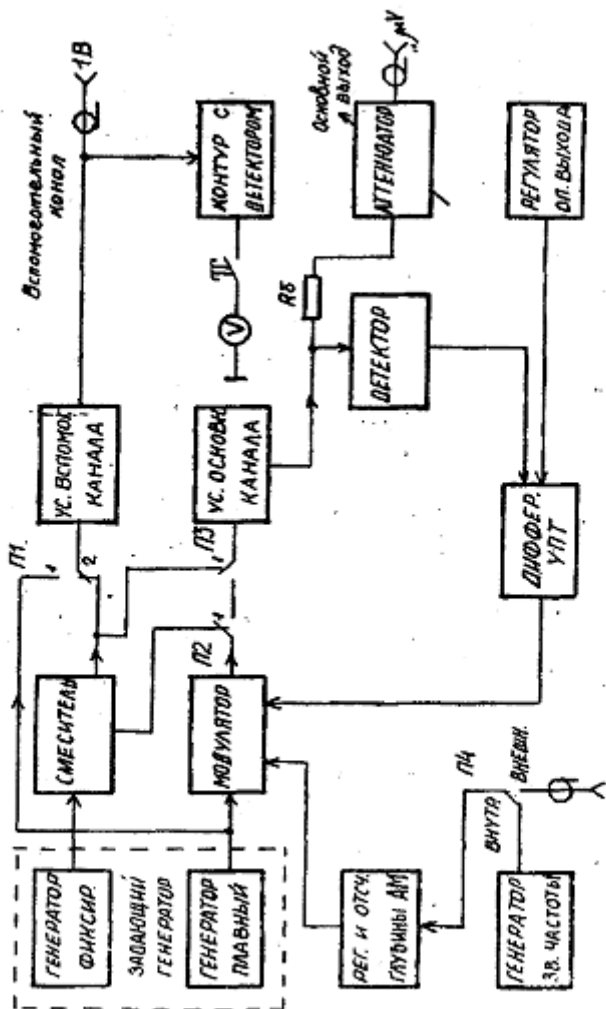
Инерционность системы АРУ такова, что она срабатывает только по среднему значению высокочастотного сигнала и может быть использована в режиме модуляции.

Глубокая регулировка амплитуды выходного напряжения свыше 10 дБ осуществляется ступенчатым аттенюатором ВЧ. Включение и выключение основного канала производится снятием напряжения питания с усилителя основного канала тумблером "V" (на схеме не показан).

Режим внутренней амплитудной модуляции.

В режиме внутренней амплитудной модуляции (переключатель П4 в положении "ВНУТР". переключатели П1, П2 и П3 находятся во 2 положении) генератор звуковой частоты вырабатывает напряжение частотой 1 кГц. При этом на входе модулятора суммируются слабый высокочастотный сигнал с плавного генератора и большой модулирующий сигнал с генератора звуковой частоты.

Модулятор представляет собой широкополосный усилитель, коэффициент Передачи которого управляется модулирующим сигналом. Модулирующий сигнал как бы перемежает рабочую точку усилителя по не линейной характеристике на участке с различной крутизной, изменяя тем самым коэффициент передачи канала.



Таким образом, в модуляторе у высокочастотного колебания форма не искажается, а только изменяется его амплитуда в соответствии с законом изменения модулирующего сигнала.

Выходной сигнал модулятора после фильтрации модулирующей частоты оказывается промодулированным по амплитуде. При этом глубина модуляции оказывается зависящей только от величины модулирующего сигнала и не зависит от амплитуды высокочастотного. Это обстоятельство позволяет измерять и изменять глубину модуляции, измеряя и изменяя величину подаваемого модулирующего сигнала.

Регулирование и отсчет величины модулирующего сигнала, необходимой для получения требуемого коэффициента модуляции, производится двумя ступенями: сначала потенциометром "УРОВЕНЬ МОДУЛ." устанавливается определенное опорное значение модулирующего сигнала по индикаторному прибору (на риску "К"), затем оно делится в требуемом отношении ступенчатым аттенуатором низкой частоты, прокалиброванного непосредственно в процентах глубины модуляции. Установка коэффициента модуляции дискретно по 10 % осуществляется переключателем "М%". Потенциометр "УРОВЕНЬ МОДУЛ." и переключатель "М%" находятся в блоке регулировки и отсчета глубины АМ и вынесены на лицевую панель прибора.

Система АРУ поддерживает опорный уровень в заданных пределах и в режиме амплитудной модуляции, так как постоянная времени АРУ выбрана такой, что система не реагирует на амплитудную модуляцию сигнала.

Промодулированный сигнал через аттенуатор ВЧ поступает на основной выход прибора.

### **Режим внешней амплитудной модуляции**

В режиме внешней амплитудной модуляции синусоидальным сигналом переключатель П4 переводится в положение "АМ.ВНЕШ". При этом генератор звуковой частоты отключается от модулятора. К гнезду "АМ.ВНЕШ" подводится от внешнего источника напряжение 1.5-2В с частотами от 50 до 10000 Гц.

Это напряжение подается на модулятор, в котором осуществляется процесс амплитудной модуляции. Во всем остальном работа прибора аналогична режиму внутренней модуляции.

Режим максимального сигнала.

В режиме максимального сигнала переключатель П1 переводится в первое положение. В задающем генераторе работает только плавный генератор. Высокочастотное напряжение с выхода плавного генератора

поступает на вход широкополосного буферного усилителя вспомогательного канала. Выходной сигнал этого усилителя снимается с выходного разъема прибора "1V".

Включение и выключение вспомогательного выхода производится тумблером "1V" подключением или снятием напряжения питания с усилителя. Выходное напряжение по некалиброванному вспомогательному выходу не превышает 3В. Параметры сигнала на этом выходе не гарантируются.

### **Работа генератора на первом поддиапазоне**

Диапазон частот 0.01-0.1 КГц формируется методом гетеродинного преобразования частоты вниз. В задающем генераторе при этом работают плавный генератор и генератор фиксированной частоты 415 кГц. В плавном генераторе предусмотрен специальный поддиапазон 425-515 кГц. Переключатели П1 - переводится во второе положение. П2 — в первое. Сигнал с выхода модулятора (промодулированный или непромодулированный в зависимости от установленного режима) подается на вход смесителя. На второй его вход подан сигнал от генератора фиксированной частоты.

Сигнал разностной частоты 0.01-0.1 МГц выделяется фильтром нижних частот смесителя и подается на входы усилителей основного или вспомогательного каналов. Работа их описана выше. При гетеродинном переносе частоты ухудшается точность отсчета частоты в нижней части полупериода диапазона.

Для уменьшения погрешности отсчета частоты в приборе Г4-106 применена схема коррекции частоты. К выходу усилителя вспомогательного канала подключен волномер. Он состоит из контура, настроенного на частоту 0.01 МГц, детектора и индикаторного прибора.

Сигнал с детектора через нажатую кнопку "КОРРЕКЦИЯ ЧАСТОТЫ" попадает на индикатор прибора. Добиваясь максимального отклонения стрелки индикатора, частоту выходного сигнала генератора можно точно установить равной 0.01 МГц (при этом визир частотной шкалы должен находиться на риске 0.01 МГц).

Система индикации прибора Г4-106 обеспечивает установку опорного напряжения модулирующего сигнала, а при нажатии соответствующих кнопок контроль входного напряжения ("V<sub>вх</sub>"); контроль напряжения питания ("V<sub>пит</sub>"); контроль настройки при коррекции частоты. Питание всех блоков и узлов прибора обеспечивается блоком, состоящим из двух стабилизированных источников и источника переменного тока.