

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
Филиал государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Самарский государственный университет путей сообщения» в г. Саратове
Филиал СамГУПС в г.Саратове

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.**

специальность

11.02.06 «Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного
оборудования (по видам транспорта) ».

по дисциплине

ОП 05 «ЭЛЕКТРОРАДИОИЗМЕРЕНИЯ».

Саратов 2023

РАССМОТРЕНО

на заседании методического совета
Протокол № 1 от «21» 09 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Протокол № 1 от « 31» 08 2023г.

Председатель ЦМК 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)

_____/Ю.А. Солдатенко/

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной работе

_____/С.А. Крижановский/

Автор (составитель):

Е.Г.Кузнецов – преподаватель высшей квалификационной категории
филиала СамГУПС в г. Саратове

Введение

Методические указания разработаны для студентов второго и третьего курса специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)». Они служат руководством к выполнению лабораторных работ по общепрофессиональной дисциплине ОП 05 «Электрорадиоизмерения», разработаны в соответствии с обязательным минимумом содержания программы по специальности очной формы обучения.

Методические указания предназначены для закрепления студентами теоретических знаний по основным темам дисциплины на основе выполнения, анализа, решения лабораторных и практических задач по вопросам средств и методов измерений, используемых на предприятиях железнодорожного транспорта, используемых в подготовке производства предприятий дороги.

Задания, предложенные для выполнения каждой лабораторной работы, позволяют выработать навык в принятии решений по определенным темам дисциплины.

Документ помогает студентам грамотно выполнить и оформить отчеты по лабораторным работам, получить навыки в освоении основных тем дисциплины, работы со справочной и нормативной документацией.

1 Пояснительная записка

Данная методическая разработка содержит инструкционные карты к лабораторным работам и методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине ОП 05 «Электрорадиоизмерения» для студентов очной формы обучения специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта) ».

В инструкционных картах системно представлены исходные данные для каждого студента в виде таблицы, описан порядок выполнения, приведены новые источники справочной информации из Государственных стандартов Р.Ф. К каждой лабораторной работе составлены подробные указания по выполнению задания, которые способствуют мобилизации к оформлению и сдачи отчета по окончании урока.

Кроме того, каждая инструкционная карта завершается перечнем вопросов, ответы на которые являются закрепляющим звеном в рассмотрении темы лабораторной работы.

Методические указания содержат обязательные формулы, по которым необходимо произвести расчеты величин, входящих в задание, структурные схемы, содержание вывода к работе. Таким образом, студенты, открыв документ, должны лишь последовательно и внимательно выполнять указанные действия.

Следует отметить тесную связь данной методики с лекционным курсом предмета и с общепрофессиональными дисциплинами, что способствует получению студентами необходимых навыков и умений.

2 Инструкционные карты и методические указания к выполнению лабораторных работ.

Лабораторная работа №1

Тема: Измерение R L C аналоговыми приборами

Цель работы: Изучить устройство и принцип действия переносного кабельного прибора ПКП – 5. Приобрести умение работы с приборами.

Приборы и оборудование: 1. Переносной кабельный прибор ПКП – 5
2. Макет измерительных линий
3. Набор элементов R L C.

Порядок выполнения:

1. Подготовить прибор к работе.
2. Изучить конструкцию измерителя.
3. Ознакомиться с расположением и назначением элементов управления прибора на лицевой панели.
4. Ознакомиться с принципом работы прибора.
5. Провести измерение сопротивления, индуктивности, емкости (схемы и порядок проведения измерений описан в технической документации прибора).

Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерения прибором ПКП-5

$R_{уст}, \text{ Ом}$			
$R_{действ}, \text{ Ом}$			
$L, \text{ Гн}$			
$C, \text{ мкФ}$			

По результатам измерений определить абсолютную и относительную погрешность по формулам:

$$\Delta R = R_{\text{уст}} - R_{\text{действ}} , \text{ Ом}$$

$$\delta = \Delta R / R_{\text{действ}} * 100 , \%$$

где $R_{\text{уст}}$ - сопротивление, установленное нормативом,

$R_{\text{действ}}$ – сопротивление $R_{\text{шл}}$, измеренное переносным кабельным прибором ПКП – 5.

Результаты вычислений занести в таблицу 1, сравнить их с техническими данными приборов.

Методические указания к оформлению отчета

1. Эскиз лицевой панели прибора с назначением элементов.
2. Схема измерения сопротивления шлейфа R и результаты измерений.
3. Схема измерения индуктивности L
4. Схема измерения емкости C
5. Результаты измерений и расчетов таблица 1
6. Ответы на контрольные вопросы.
7. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Каков порядок работы с прибором при определении сопротивления шлейфа и изоляции?
2. Каков порядок работы с прибором при измерения индуктивности L ?
3. Каков порядок работы с прибором при измерения емкости C ?

Лабораторная работа № 2

Тема: Измерение R L C цифровыми приборами

Цель работы: Изучить устройство и принцип действия цифрового прибора ИРК-ПРО. Приобрести умение работы с прибором.

Приборы и оборудование: 1. Прибор ИРК-ПРО

4. Набор элементов R L C.

3. Макеты измерительных линий

Порядок выполнения:

1. Подготовить прибор к работе.
2. Изучить конструкцию измерителя.
3. Ознакомиться с расположением и назначением элементов управления прибора на лицевой панели.
4. Ознакомиться с принципом работы прибора.
5. Провести измерение сопротивления, индуктивности, емкости (схемы и порядок проведения измерений описан в технической документации прибора).

Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерения прибором ИРК-ПРО.

R _{уст} , Ом			
R _{действ} , Ом			
L, Гн			
C, мкФ			

По результатам измерений определить абсолютную и относительную погрешность по формулам:

$$\Delta R = R_{уст} - R_{действ} , \text{ Ом}$$

$$\delta = \Delta R / R_{действ} * 100 , \%$$

где $R_{уст}$ - сопротивление, установленное нормативом,

$R_{действ}$ — сопротивление $R_{шл}$, измеренное прибором ИРК-ПРО.

Результаты вычислений занести в таблицу 1, сравнить их с техническими данными приборов.

Методические указания к оформлению отчета

1. Эскиз лицевой панели прибора с назначением элементов.
2. Схема измерения сопротивления шлейфа R и результаты измерений.
3. Схема измерения индуктивности L
4. Схема измерения емкости C
5. Результаты измерений и расчетов таблица 1
6. Ответы на контрольные вопросы.
7. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

4. Каков порядок работы с прибором при определении сопротивления шлейфа и изоляции?
5. Каков порядок работы с прибором при измерении индуктивности L ?
6. Каков порядок работы с прибором при измерении емкости C ?

Лабораторная работа № 3

Тема: Измерение напряжений и токов аналоговыми приборами

Цель: Изучить особенности измерений напряжений и токов аналоговыми приборами.

Оборудование:

1. источник питания постоянного тока – Б5 47
2. источник переменного тока ЛАТР
3. миллиамперметр Э-59,
4. авометр Ц 4353
5. вольтметр В3-38
6. вольтметр Э-59,
7. соединительные провода,
8. набор резисторов.

Ход работы:

1)Собрать схему рисунок 1;

Производим измерения переменного тока по схеме рисунок 1

$$U=50 \text{ В}$$

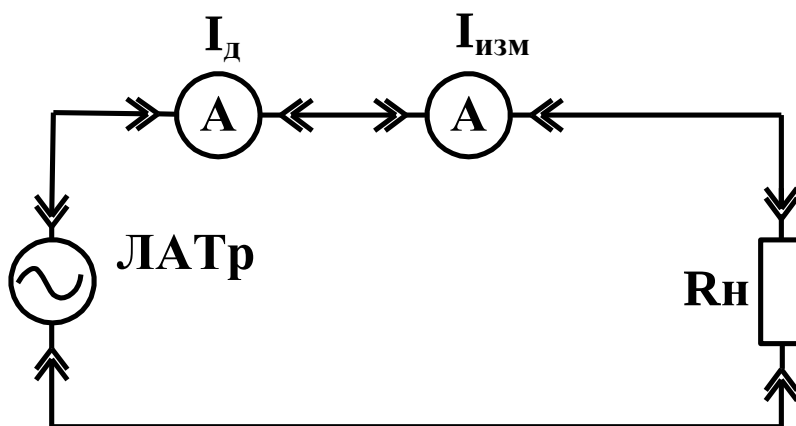


Рисунок 1Схема измерения переменного тока

2) Произвести измерение токов при различных сопротивления нагрузки, результаты занести в таблицу 1;

Таблица1 Результаты измерений и расчетов переменного тока

$R_n; \text{Ом}$				
$I_d; \text{А}$				
$I_{\text{изм}}; \text{А}$				
$\Delta I; \text{А}$				
$\delta; \%$				
$R_{\text{расчет}}; \text{Ом}$				

Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность а также $R_{\text{расчет}}$: данные расчетов заносим в таблицу 1

1) Для $\Omega=390$

$$\begin{aligned}\Delta I &= I_d - I_{\text{изм}} \\ \delta &= \frac{\Delta I}{I_d} = \\ R_{\text{расчет}} &= \frac{U}{I_d} = \text{Ом}\end{aligned}$$

2) Для $\Omega=1000$

$$\begin{aligned}\Delta I &= I_d - I_{\text{изм}} \\ \delta &= \frac{\Delta I}{I_d} = \\ R_{\text{расчет}} &= \frac{U}{I_d} = \text{Ом}\end{aligned}$$

3) Для $\Omega=1390$

$$\begin{aligned}\Delta I &= I_d - I_{\text{изм}} \\ \delta &= \frac{\Delta I}{I_d} = \\ R_{\text{расчет}} &= \frac{U}{I_d} = \text{Ом}\end{aligned}$$

4) Для $\Omega=281$

$$\begin{aligned}\Delta I &= I_d - I_{\text{изм}} \\ \delta &= \frac{\Delta I}{I_d} = \\ R_{\text{расчет}} &= \frac{U}{I_d} = \text{Ом}\end{aligned}$$

3) Собрать схему рисунок 2

Производим измерения постоянного тока по схеме рисунок 2

$$U=28 \text{ В}$$

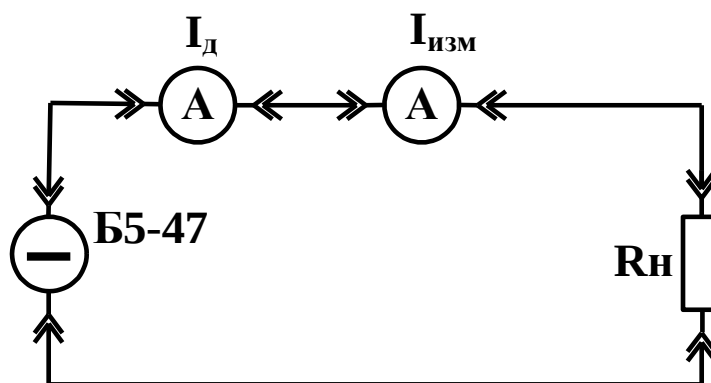


Рисунок 2 Схема измерения постоянного тока

4) По результатам измерения произвести расчёты полученные данные занести в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты измерений и расчетов постоянного тока

$R_{\text{н}}; \text{Ом}$				
$I_{\text{д}}; \text{А}$				
$I_{\text{изм}}; \text{А}$				
$\Delta I; \text{А}$				
$\delta; \%$				
$R_{\text{расчет}} \text{ Ом}$				

Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность а также $R_{\text{расчет}}$: данные расчетов заносим в таблицу 1

1) Для $\Omega=390$

$$\Delta I = I_{\text{д}} - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_{\text{д}}} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_{\text{д}}} = \text{Ом}$$

2) Для $\Omega=1000$

$$\Delta I = I_{\text{д}} - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_{\text{д}}} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_{\text{д}}} = \text{Ом}$$

3) Для $\Omega=1390$

$$\Delta I = I_{\text{д}} - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_D} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_D} = \text{Ом}$$

4) Для $\Omega=281$

$$\Delta I = I_D - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_D} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_D} = \text{Ом}$$

5) Производим измерения напряжение переменного тока по схеме рисунок 3
данные запишем в таблицу3:

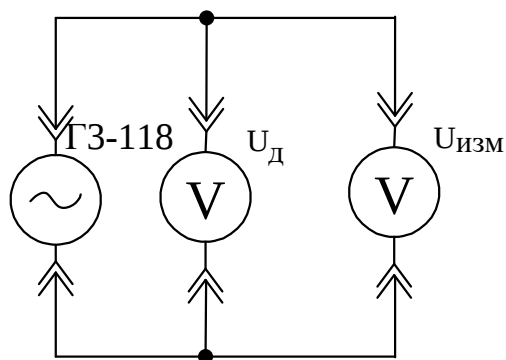


Рисунок 3 Схема для измерения напряжения переменного тока.

2) Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность, данные запишем в таблицу 3:

Таблица 3 Результаты измерений и расчетов напряжения переменного тока

$U_{\text{Вых}}$ дБ	0	10	20	30	40
U_D ; В					
$U_{\text{изм}}$; В					
ΔU ; В					
δ ; %					

1) $U_{\text{Вых}} = 0$

$$\Delta U = U_D - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_D} =$$

2) $U_{\text{Вых}} = 10$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

3) $U_{\text{Вых}} = 20$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

4) $U_{\text{Вых}} = 30$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

5) $U_{\text{Вых}} = 40$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

3) Производим измерения напряжение постоянного тока по схеме рисунок 4, данные запишем в таблицу4:

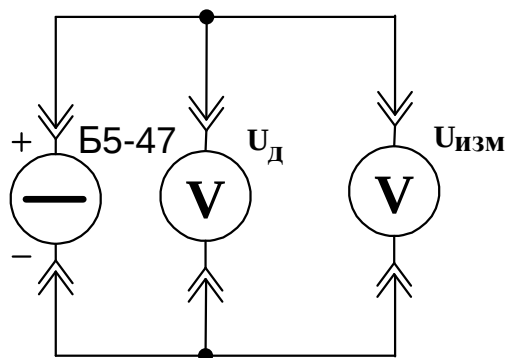


Рисунок 2 Схема для измерения напряжения постоянного тока

Таблица 4 Результаты измерений и расчетов напряжения постоянного тока

$U_{\text{Вых}}$ В					
$U_{\text{д}}$; В					
$U_{\text{изм}}$; В					
ΔU ; В					

$\delta; \%$					
--------------	--	--	--	--	--

4) Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность:

1) $U_{\text{ВЫХ}} = 29,5 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

2) $U_{\text{ВЫХ}} = 27 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

3) $U_{\text{ВЫХ}} = 24,5 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

4) $U_{\text{ВЫХ}} = 22 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

5) $U_{\text{ВЫХ}} = 19,5 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

5) Вывод о проделанной работе

Методические указания к оформлению отчета.

1. В отчете привести схемы измерений
2. Таблицы с результатами измерений и расчетов
3. Вывод о проделанных измерениях и результатов расчетов

Вывод: В ходе проведённых измерений мы изучили особенности цепей с постоянным и переменным токами. А также научились определять абсолютную и относительную погрешность измерений.

Лабораторная работа № 4

Тема: Измерение напряжений и токов цифровыми приборами

Цель: Изучить особенности измерений напряжений и токов цифровыми приборами.

Оборудование:

1. источник питания постоянного тока – Б5 47
2. источник переменного тока ЛАТР
3. вольтметр В7-40/1
4. вольтметр В7-53
5. мультиметр
6. соединительные провода,
7. набор резисторов.

Ход работы:

1) Собрать схему рисунок 1;

Производим измерения переменного тока по схеме рисунок 1

$$U=50 \text{ В}$$

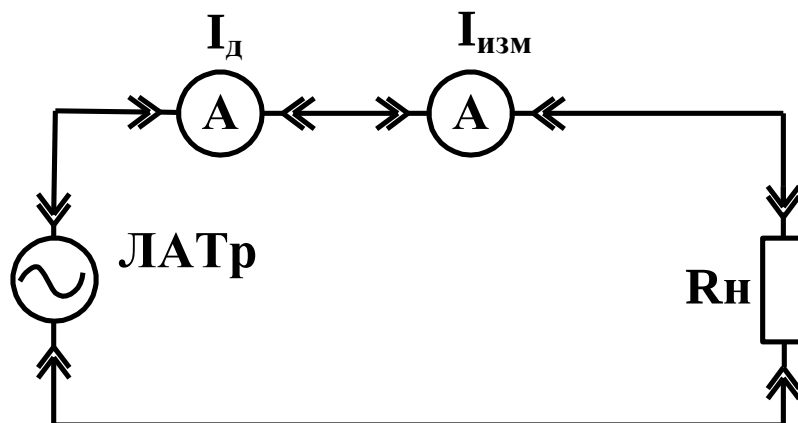


Рисунок 1 Схема измерения переменного тока

2) Произвести измерение токов при различных сопротивления нагрузки, результаты занести в таблицу 1;

Таблица1 Результаты измерений и расчетов переменного тока

$R_n; \text{Ом}$				
$I_d; \text{А}$				
$I_{\text{изм}}; \text{А}$				
$\Delta I; \text{А}$				
$\delta; \%$				
$R_{\text{расчет}}; \text{Ом}$				

Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность а также $R_{\text{расчет}}$: данные расчетов заносим в таблицу 1

5) Для $\Omega=390$

$$\Delta I = I_d - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_d} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_d} = \text{Ом}$$

6) Для $\Omega=1000$

$$\Delta I = I_d - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_d} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_d} = \text{Ом}$$

7) Для $\Omega=1390$

$$\Delta I = I_d - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_d} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_d} = \text{Ом}$$

8) Для $\Omega=281$

$$\Delta I = I_d - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_d} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_d} = \text{Ом}$$

3) Собрать схему рисунок 2

Производим измерения постоянного тока по схеме рисунок 2

$$U=28 \text{ В}$$

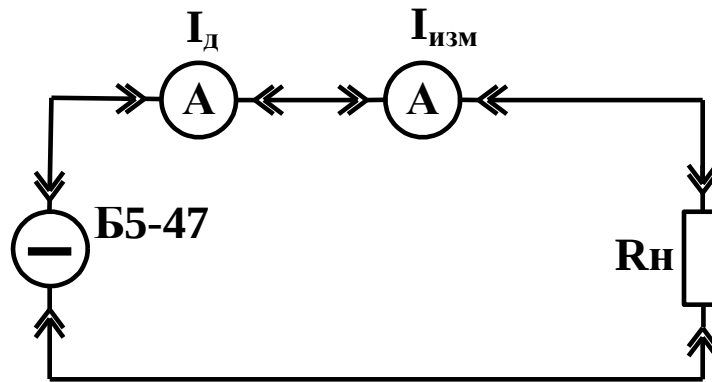


Рисунок 2 Схема измерения постоянного тока

4) По результатам измерения произвести расчёты полученные данные занести в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты измерений и расчетов постоянного тока

$R_n; \text{Ом}$				
$I_d; \text{А}$				
$I_{изм}; \text{А}$				
$\Delta I; \text{А}$				
$\delta; \%$				
$R_{расчет} \text{ Ом}$				

Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность а также $R_{расчет}$: данные расчетов заносим в таблицу 1

5) Для $\Omega=390$

$$\Delta I = I_d - I_{изм}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_d} =$$

$$R_{расчет} = \frac{U}{I_d} = \text{Ом}$$

6) Для $\Omega=1000$

$$\Delta I = I_d - I_{изм}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_d} =$$

$$R_{расчет} = \frac{U}{I_d} = \text{Ом}$$

7) Для $\Omega=1390$

$$\Delta I = I_d - I_{изм}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_d} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_{\text{д}}} = \text{Ом}$$

8) Для $\Omega=281$

$$\Delta I = I_{\text{д}} - I_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_{\text{д}}} =$$

$$R_{\text{расчет}} = \frac{U}{I_{\text{д}}} = \text{Ом}$$

5) Производим измерения напряжение переменного тока по схеме рисунок 1, данные запишем в таблицу3:

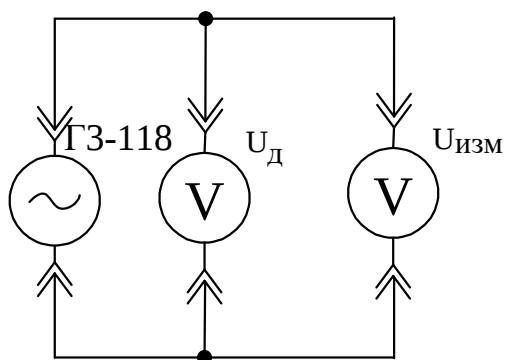


Рисунок 3 Схема для измерения напряжения переменного тока.

2) Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность, данные запишем в таблицу 3:

Таблица 3 Результаты измерений и расчетов напряжения переменного тока

$U_{\text{Вых}}$ дБ	0	10	20	30	40
$U_{\text{д}}; \text{В}$					
$U_{\text{изм}}; \text{В}$					
$\Delta U; \text{В}$					
$\delta; \%$					

6) $U_{\text{Вых}} = 0$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

7) $U_{\text{Вых}} = 10$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

8) $U_{\text{Вых}} = 20$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

9) $U_{\text{Вых}} = 30$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

10) $U_{\text{Вых}} = 40$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

3) Производим измерения напряжение постоянного тока по схеме рисунок 4, данные запишем в таблицу4:

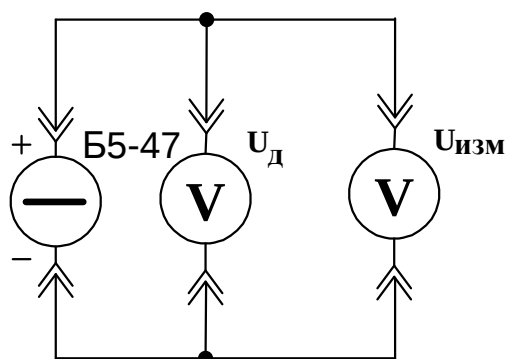


Рисунок 2 Схема для измерения напряжения постоянного тока

Таблица 4 Результаты измерений и расчетов напряжения постоянного тока

$U_{\text{Вых}}$ В					
$U_{\text{д}}$; В					
$U_{\text{изм}}$; В					
ΔU ; В					
δ ; %					

4) Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность:

6) $U_{\text{ВЫХ}}=29,5 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

7) $U_{\text{ВЫХ}}=27 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

8) $U_{\text{ВЫХ}}=24,5 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

9) $U_{\text{ВЫХ}}=22 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

10) $U_{\text{ВЫХ}}=19,5 \text{ В}$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{изм}}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} =$$

Методические указания к оформлению отчета.

1. В отчете привести схемы измерений
2. Таблицы с результатами измерений и расчетов
3. Вывод о проделанных измерениях и результатов расчетов

Лабораторная работа № 5

Тема: Измерение мощности сигналов ВЧ

Цель: Изучить особенности измерения мощности сигналов высокой частоты.

Приобрести навыки работы с преобразователями частоты

Оборудование:

- 1) Источник постоянного тока Б5-47
- 2) Генератор ВЧ Г4-158
- 3) Вольтметр В7-40/1
- 4) Вольтметр В3-38
- 5) Преобразователь ВЧ
- 6) Измеритель мощности сигналов

- 1) Производим измерения мощности высокочастотного сигнала по схеме рисунок 1, данные запишем в таблицу 1:

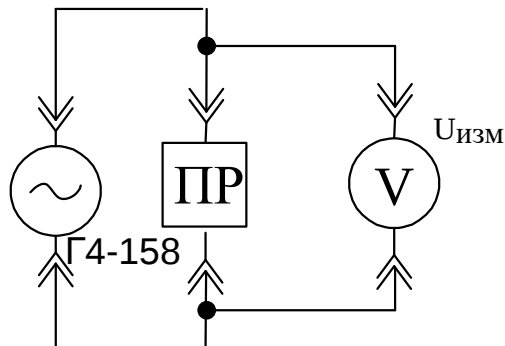


Рисунок 1 Схема для измерения мощности сигнала ВЧ.

- 2) Рассчитаем абсолютную и относительную погрешность, данные запишем в таблицу 1:

Таблица 1 Результаты измерений и расчетов напряжения переменного тока

$U_{\text{Вых}}$ дБ	0	10	20	30	40
$U_{\text{д}}$; В					
$U_{\text{изм}}$; В					

$\Delta U; B$					
$\delta; \%$					

9) $U_{\text{БЫХ}} = 0$

$$\Delta U = 0$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} = \frac{0}{8,5} * 100 = 0 B$$

10) $U_{\text{БЫХ}} = 10$

$$\Delta U = 2,6 - 2,73 = -0,13$$

$$\delta = \frac{\Delta}{U_{\text{д}}} = \frac{0,13}{2,6} * 100 = 5\%$$

11) $U_{\text{БЫХ}} = 20$

$$\Delta U = 0,88 - 0,85 = 0,03 B$$

$$\delta = \frac{\Delta}{U_{\text{д}}} = \frac{0,03}{0,85} * 100 = 3,5\%$$

12) $U_{\text{БЫХ}} = 30$

$$\Delta U = 0,27 - 0,26 = 0,01 B$$

$$\delta = \frac{\Delta}{U_{\text{д}}} = \frac{0,01}{0,26} * 100 = 4\%$$

13) $U_{\text{БЫХ}} = 40$

$$\Delta = 0,95 - 0,85 = 0,1 B$$

$$\delta = \frac{\Delta}{U_{\text{д}}} = \frac{0,1}{0,85} * 100 = 12\%$$

Методические указания к оформлению отчета.

1. Привести в отчете схемы измерений
2. Заполнить таблицу результатами измерений и расчетов.
3. Ответить на вопросы:
 - Какова роль в измерении мощности ВЧ сигналов преобразователей
 - Привести эскиз преобразователя с указанием назначения элементов
 - Вывод о проделанной работе

Вывод: Изучили особенности измерения мощности сигналов ВЧ в цепях. Изучили схему включения измерительных приборов. Научились рассчитывать абсолютную и относительную погрешность.

Лабораторная работа № 6

Тема: Исследование работы электронносчетного частотомера

Цель работы: Изучить устройство и принцип действия электронносчетного частотомера ЧЗ-38. Приобрести умение работы с прибором.

Приборы и оборудование: 1. Электронносчетный частотомер ЧЗ-38

2. Генератор сигналов низкочастотных ГЗ-118

Порядок выполнения:

1. По техническому описанию изучить структурную схему электронносчетного частотомера, технические данные, определить назначение органов управления.
2. Подготовить прибор к работе.
3. Проверка выходной частоты генератора. Подготовить генератор ГЗ-118 к работе, установить на генераторе 5 значений частоты выходного напряжения.
4. Произвести отсчет установленных значений электронносчетным частотомером ЧЗ-38. Положение переключателя «Род работы» в значении «Частота».

Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерения частоты выходного напряжения

$F_{уст}, \text{кГц}$					
$F_{действ}, \text{кГц}$					
$\Delta F, \text{кГц}$					
$\delta, \%$					

По результатам измерений определить абсолютную и относительную погрешность по формулам:

$$\Delta F = F_{уст} - F_{действ}, \text{кГц}$$

$$\delta = \Delta F / F_{действ} * 100, \%$$

где $F_{уст}$ - частота, установленная на генераторе ГЗ-118 ,

$F_{действ}$ - частота, измеренная электронносчетным частотомером ЧЗ-38

Результаты вычислений занести в таблицу 1, сравнить их с техническими данными прибора.

5. Измерение периода выходного напряжения генератора. Подготовить генератор ГЗ-118 к работе, установить на генераторе 5 значений частоты выходного напряжения.

5. Произвести отсчет установленных значений электронносчетным частотомером ЧЗ-38. Положение переключателя «*Род работы*» в значении «*Период*». Результаты измерений занести в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты измерения периода выходного напряжения

$F_{уст}, \text{кГц}$					
$T, \text{мкс}$					
$F_{расчет}, \text{кГц}$					
$\Delta F, \text{кГц}$					

По результатам измерений определить абсолютную погрешность по формулам:

$$\Delta F = F_{уст} - F_{расчет}, \text{кГц}$$

$$F_{расчет} = 1/T, \text{кГц} \quad (1)$$

где $F_{уст}$ - частота, установленная на генераторе ГЗ-118 ,

$F_{расчет}$ - частота, рассчитанная по формуле (1)

Результаты вычислений занести в таблицу 2, сравнить их с техническими данными прибора.

Методические указания к оформлению отчета.

1. Назначение и краткая техническая характеристика электронносчетного частотомера ЧЗ-38.
2. Структурная схема электронносчетного частотомера ЧЗ-38, принцип работы схемы
3. Эскиз передней панели прибора ЧЗ-38 с указанием назначения элементов регулировки
4. Таблица 1, таблица 2 , с результатами измерений и расчетов,
5. Выводы о проделанной работе.

Лабораторная работа № 7

Тема: Исследование работы цифрового частотомера

Цель работы: Изучить устройство и принцип действия цифрового частотомера АСН 1310. Приобрести умение работы с прибором.

Приборы и оборудование: 1. Цифровой частотомер АСН 1310

2. Генератор сигналов низкочастотных ГЗ-118

Порядок выполнения:

1. По техническому описанию изучить структурную схему цифрового частотомера АСН 1310, технические данные, определить назначение органов управления.
2. Подготовить прибор к работе.
3. Проверка выходной частоты генератора. Подготовить генератор ГЗ-118 к работе, установить на генераторе 5 значений частоты выходного напряжения.
4. Произвести отсчет установленных значений цифровым частотомером АСН 1310. Положение переключателя «Род работы» в значении «Частота».

Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерения частоты выходного напряжения

$F_{уст}, \text{кГц}$					
$F_{действ}, \text{кГц}$					
$\Delta F, \text{кГц}$					
$\delta, \%$					

По результатам измерений определить абсолютную и относительную погрешность по формулам:

$$\Delta F = F_{уст} - F_{действ}, \text{кГц}$$

$$\delta = \Delta F / F_{действ} * 100, \%$$

где $F_{уст}$ - частота, установленная на генераторе ГЗ-118,

$F_{действ}$ - частота, цифрового частотомера АСН 1310

Результаты вычислений занести в таблицу 1, сравнить их с техническими данными прибора.

5. Измерение периода выходного напряжения генератора. Подготовить генератор ГЗ-118 к работе, установить на генераторе 5 значений частоты выходного напряжения.

5. Произвести отсчет установленных значений цифровым частотомером АСН 1310. Положение переключателя «Род работы» в значении «Период».

Результаты измерений занести в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты измерения периода выходного напряжения

$F_{уст}, \text{кГц}$					
$T, \text{мкс}$					
$F_{расчет}, \text{кГц}$					
$\Delta F, \text{кГц}$					

По результатам измерений определить абсолютную погрешность по формулам:

$$\Delta F = F_{уст} - F_{расчет}, \text{кГц}$$

$$F_{расчет} = 1/T, \text{кГц} \quad (1)$$

где $F_{уст}$ - частота, установленная на генераторе ГЗ-118 ,

$F_{расчет}$ - частота, рассчитанная по формуле (1)

Результаты вычислений занести в таблицу 2, сравнить их с техническими данными прибора.

Методические указания к оформлению отчета.

1. Назначение и краткая техническая характеристика цифрового частотомера АСН 1310.
2. Структурная схема цифрового частотомера АСН 1310, принцип работы схемы
3. Эскиз передней панели цифрового частотомера АСН 1310 с указанием назначения элементов регулировки
4. Таблица 1, таблица 2 , с результатами измерений и расчетов,
5. Выводы о проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Исследование работы измерителя нелинейных искажений

Цели: обобщить полученные знания о причинах появления нелинейных искажений, устройстве и принципе действия приборов для измерения нелинейных искажений; научиться проводить измерения величины нелинейных искажений.

Оборудование и принадлежности: измеритель нелинейных искажений, аналоговая система передачи.

Краткие теоретические сведения

В канале связи всегда присутствуют нелинейные искажения, причиной возникновения которых служат нелинейные элементы систем передачи.

Нелинейные искажения оцениваются коэффициентом гармоник:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1}, \quad (8.1)$$

где K_{Γ} - коэффициент гармоник;

U_1, U_2, U_n – амплитуда 1-ой, 2-ой, ..., n-ой гармоники соответственно, В.

Для измерения нелинейных искажений широко применяется способ подавления первой гармоники. Этот способ реализован в измерителях нелинейных искажений.

В случае отсутствия измерителя нелинейных искажений коэффициент нелинейности можно измерить с помощью избирательного измерителя уровня. Гармонический сигнал от генератора подается на вход измеряемой линии, на выходе линии включается избирательный измеритель уровня, с помощью которого измеряются абсолютные уровни напряжения первой и высшей гармоник. Коэффициент гармоник равен:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sqrt{10^{0,1p_2} + 10^{0,1p_3} + \dots + 10^{0,1p_n}}}{10^{0,05p_1}}, \quad (8.2)$$

где K_{Γ} - коэффициент гармоник,

$p_1 \dots p_n$ - уровень соответствующей гармоники.

Для оценки нелинейности трактов используется понятие затухания нелинейности по гармонике:

$$a_{2Г} = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}, \quad (8.3)$$

где $a_{2Г}$ - затухание нелинейности по второй гармонике.

Порядок выполнения работы

Изучить причины появления нелинейных искажений и порядок их оценки и расчета.

Ознакомиться с устройством и принципом действия измерителя нелинейных искажений.

Провести измерения коэффициента нелинейных искажений, следуя указаниям технического описания прибора. По полученным результатам сделать выводы.

Ответить на контрольные вопросы и оформить отчет по работе.

Методические указания к оформлению отчета.

1. Эскиз лицевой панели измерительного прибора с назначением управляющих элементов.
2. Результаты измерений и выводы по работе.
3. Ответы на контрольные вопросы..

Контрольные вопросы

1. Каковы причины появления нелинейных искажений?
 1. Чему равен коэффициент гармоник, если коэффициент нелинейности: 15%; 116%; 134%; 13%; 19%.
 2. Какие требования предъявляются к генератору при измерении нелинейных искажений?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Исследование работы измерителя модуляции.

Цель: научиться определять глубину модуляции и рассчитывать коэффициент глубины модуляции различными методами.

Оборудование и принадлежности: генератор модулированных сигналов, осциллограф.

Краткие теоретические сведения

Коэффициент глубины модуляции определяется осциллографическим методом. Для этого на вход канала Y подается модулированное колебание, а частота линейной развертки устанавливается в 2-3 раза ниже модулирующей частоты. На полученном изображении измеряются максимальное отклонение луча $A = 2U_{\text{max}}$ и минимальное отклонение $B = 2U_{\text{min}}$, затем рассчитывается коэффициент глубины модуляции:

$$m = \frac{A - B}{A + B} \cdot 100, \quad (9.1)$$

где m – коэффициент глубины модуляции;

A – величина максимального отклонения луча, В;

B – величина минимального отклонения луча, В.

Параметры импульсной модуляции определяются аналогичным образом с вычислением амплитуды максимального нарастания импульса и спада. Параметры амплитудно-импульсной модуляции измеряются импульсными осциллографами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методами измерения глубины модуляции.
1. Изучить порядок измерения глубины амплитудной и импульсной модуляции, порядок расчета глубины модуляции.
2. Подключить и настроить генератор по заданным параметрам.
3. Подать сигнал с генератора на осциллограф и получить стабильное изображение.

4. Измерить необходимые параметры полученного сигнала и результаты занести в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 Измерение глубины модуляции

U_{max}	U_{min}	A	B	m

5. Рассчитать коэффициент глубины модуляции.

6. Оформить отчет по работе.

Методические указания к оформлению отчета.

1. Схема измерений.
2. Рисунок изображения, полученного на экране осциллографа.
3. Таблица с результатами измерений.
4. Вывод

Лабораторная работа №10

Тема: Исследование работы генератора низких частот.

Цель: Изучить особенности конструкции и принцип работы генератора низких частот ГЗ-118.

Оборудование:

1. Генератор низких частот ГЗ-118.
2. Милливольтметр ВЗ-38.
3. Вольтметр В7-40/1.
4. Частотомер ЧЗ-38
5. Соединительные провода, техническая документация.

Назначение и технико - эксплуатационные характеристики (ТЭХ).

НАЗНАЧЕНИЕ

- 1.1. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118 представляет собой источник синусоидального сигнала прецизионной формы волны и предназначен для исследования, настройки и испытаний систем и приборов.
- 1.2. Генератор ГЗ-118 применяется в области радиоэлектроники, связи, автоматики, вычислительной и измерительной техники, приборостроении. Возможность работы с КОП (канал общего пользования) и в ЛИС (автоматизированная измерительная система) не предусмотрена.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

- 2.1. Частота выходного сигнала устанавливается в диапазоне от 10 Гц до 200 кГц. Установка частоты осуществляется дискретно на пяти поддиапазонах:
10—100 Гц через 0,1 Гц—I поддиапазон;
100—1000 Гц через 1 Гц — II поддиапазон;
1 —10 кГц через 10 Гц — III поддиапазон;
10—100 кГц через 100 Гц — IV поддиапазон;
100—200 кГц через 100 Гц —V поддиапазон.
- 2.2. Основная погрешность установки частоты не превышает $\pm 0,50 \pm (1 + T) \%$ в диапазоне частот 10 Гц — 20 кГц и $\pm 1,5 \%$ в остальном диапазоне частот, где $f_{\text{в}}$ — установленное значение частоты, Гц.
- 2.3. Дополнительная погрешность установки частоты, обусловленная изменением температуры окружающей среды на каждые 10°С в диапазоне рабочих температур, не превышает $\pm 3 \cdot 10^{-3} / f_{\text{н}}$ (0,3%).
- 2.4. Дополнительная погрешность установки частоты, обусловленная повышенной влажностью окружающей среды, не превышает $\pm 5 \cdot 10^{-3} / f_{\text{н}}$ (0,5%).
- 2.5 Пределы плавной некалиброванной расстройки частоты не менее:

$\pm 0,15$ Гц в диапазоне частот 10—100 Гц (I поддиапазон);

$\pm 1,5$ Гц в диапазоне частот 100—1000 Гц (II поддиапазон);

± 15 Гц в диапазоне частот 1 — 10 кГц (III поддиапазон);

± 150 Гц в диапазоне частот 10—200 кГц (IV—V поддиапазоны).

2.6. Нестабильность частоты генератора по истечении времени установления рабочего режима не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3} /_{\text{н}}$ (0,1%) за любые 15 минут работы.

2.7. Наибольшее значение уровня выходного напряжения генератора на нагрузке (600 ± 6) Ом не менее:

10 В на гнезде «ВЫХОД I»;

5 В на гнезде «ВЫХОД II» при затухании 0 дБ.

2.8. Плавная регулировка уровня выходного напряжения генератора осуществляется от напряжения 10 В на гнезде «ВЫХОД I» или от 5 В на гнезде «ВЫХОД II» до уровня— 12 дБ.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Генератор ГЗ-118 представляет собой RC-генератор с дискретной установкой частоты и системой стабилизации уровня выходного напряжения. В частотоподающей цепи генератора использован активный режекторный фильтр; стабилизация амплитуды осуществляется системой автоматического регулирования

Основой прибора является задающий генератор (ЗГ), представляющий собой усилитель, охваченный цепью регулируемой частотонезависимой положительной обратной связи и двумя цепями отрицательной обратной связи.

Одна из цепей отрицательной обратной связи частотонезависимая, другая, содержащая активный режекторный фильтр (АРФ), является частотоподающей RC-цепью.

На частоте режекции коэффициент передачи цепи, содержащий АРФ, стремится к нулю. В этом случае усилитель остается охваченным положительной и отрицательной частотонезависимыми обратными связями, коэффициенты, передачи которых обеспечивают генерирование схемой синусоидального сигнала с частотой, равной частоте режекции АРФ. На частотах, отличных от частоты режекции, глубина отрицательной обратной связи возрастает и тем самым обеспечивает подавление в выходном сигнале ЗГ высших гармонических составляющих.

Перестройка частоты осуществляется коммутацией элементов режекторного фильтра.

Переменное напряжение с выхода выходного усилителя (ВУ) одновременно с опорным напряжением от источника опорного напряжения (ИОН) поступает на усилитель-ограничитель (УО). На выходе УО возникают импульсы из отсеченных вершин синусоиды, которые преобразуются пиковым детектором (ПД) в постоянное напряжение с уровнем, пропорциональным амплитуде импульсов. Полученное постоянное напряжение управляет

сопротивлением канала полевого транзистора и, следовательно, глубиной положительной обратной связи ЗГ.

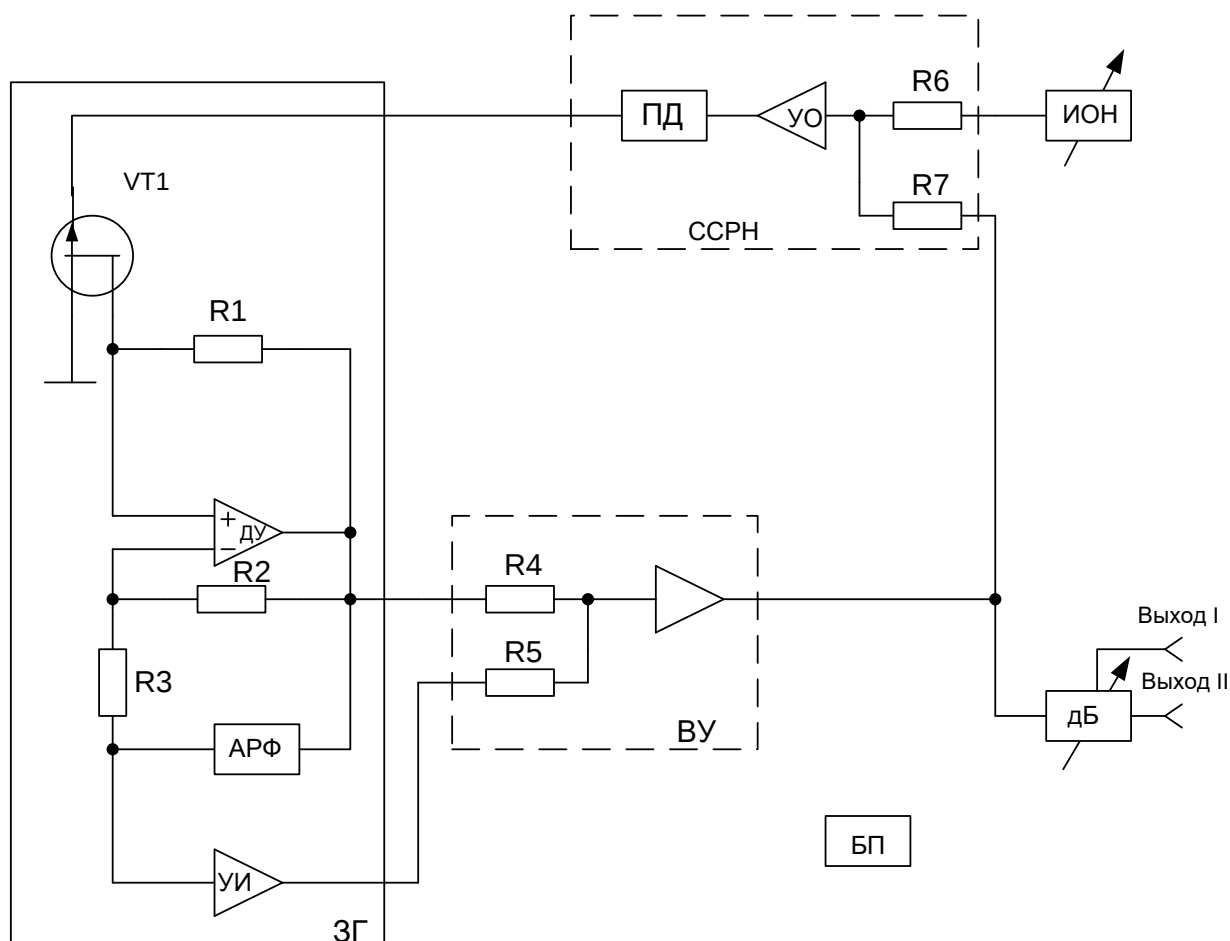


Рисунок 1 Структурная схема генератора НЧ ГЗ-118

Плавная регулировка выходного напряжения обеспечивается изменением уровня опорного напряжения, подаваемого на УО.

Выходной сигнал ЗГ поступает на основной вход ВУ. На второй вход через инвертор подается напряжение высших гармоник, выделенное АРФ из выходного сигнала ЗГ.

Таким образом, на входе ВУ (происходит частичная компенсация спектральных составляющих, что приводит к снижению коэффициента гармоник на входе ВУ),

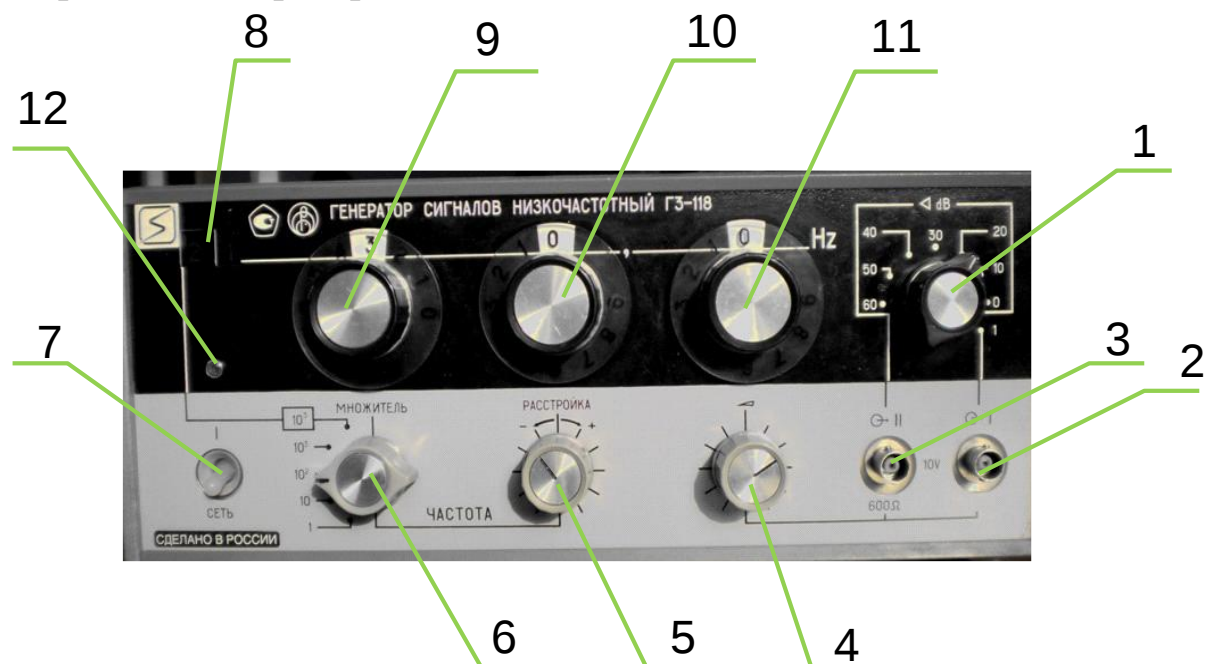
С выхода усилителя напряжение подается на аттенюатор с общим ослаблением 60 дБ ступенями через 10 дБ и далее на гнездо «ВЫХОД II». Выходное сопротивление генератора на гнезде «ВЫХОД II» 600 Ом при всех значениях ослабления; номинальное сопротивление нагрузки также 600 Ом. При нагрузке, отличающейся от номинальной, и в случае ненагруженного выхода ступенчатая регулировка сохраняется.

На выходное гнездо «ВЫХОД I» сигнал подается непосредственно с ВУ. При этом обеспечивается низкоомный выход генератора (менее 5 Ом) и максимальное значение выходной мощности. Номинальное значение

сопротивления нагрузки для этого выхода 600 Ом; при других значениях сопротивления величина тока в нагрузке не должна превышать 16 мА. Низкоомный выход на гнезде «ВЫХОД I» обеспечивается в положении переключателя «ОСЛАБЛЕНИЕ, дБ» — «I». Во всех остальных положениях переключателя «ОСЛАБЛЕНИЕ, дБ» гнездо «ВЫХОД I» подключается к ВУ через резистор 1,2 кОм и может быть использовано для присоединения частотомера, осциллографа, в качестве источника сигнала синхронизации и т. д.

Наибольшее значение уровня выходного напряжения при нагрузке 600 Ом — не менее 10 В на гнезде «ВЫХОД I» и не менее 5 В на гнезде «ВЫХОД II».

Устройство генератора сигналов низкой частоты:



1.- Переключатель аттенюатора; 2- Выход генератора с $R_{\text{вых}}=5 \text{ Ом}$; 3- Выход генератора с $R_{\text{вых}}=600 \text{ Ом}$; 4- Плавная регулировка выхода в пределах ослабления аттенюатора; 5- Расстройка – плавный регулятор расстройки частоты $\pm 10\%$; 6- Переключатель множителя частоты; 7- Включатель; 8- Окно указания частот; 9,10,11- переключатель установки частоты десятков герц, единиц герц, дольных значений соответственно; 12- индикатор включения сети.

Ход работы:

1. Производим измерение частоты, данные занесем в таблицу 1

Таблица 1 Результаты измерений и расчетов частоты выходного сигнала

$F_{\text{уст}}, \text{ кГц}$						
$F_{\text{д}}, \text{ кГц}$						
$\Delta F, \text{ кГц}$						
$\delta, \%$						

2. По результатам измерений произведем расчеты, данные заносим в таблицу 1:

$$1) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$2) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$3) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$4) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$5) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$6) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

3. Произведем измерение напряжения, данные запишем в таблицу 2

Для измерения напряжения установить $F_{уст} = 1$ кГц

Таблица 2 Результаты измерений и расчетов напряжения выходного сигнала

$U_{аттн}, \text{dB}$	0	10	20	30	40	50
$U_{уст}, \text{В}$						
$U_d, \text{В}$						
$\Delta U, \text{В}$						
$\delta, \%$						

4. По результатам измерений произведем расчеты, данные заносим в таблицу 2:
:

$$14) \quad U_{аттн} = 0$$

$$\Delta U = U_d - U_{уст} = \text{В}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_d} = 2,24\%$$

$$15) \quad U_{аттн} = 10$$

$$\Delta U = U_d - U_{уст} = \text{В}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_d} = \%$$

$$16) \quad U_{аттн} = 20$$

$$\Delta U = U_d - U_{уст} = \text{В}$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\delta}} = \%$$

$$17) \quad U_{\text{аттн}} = 30$$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} = B$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\delta}} = 0\%$$

$$18) \quad U_{\text{аттн}} = 40$$

$$\Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} = B$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\delta}} = \%$$

Методические указания к оформлению отчета

1. Произвести измерения частоты (напряжения), данные занести таблицу №1, 2.
2. По результатам измерений произвести расчеты.
3. Назначение и ТЭХ генератора.
4. Привести структурную схему, пояснить принцип работы.
5. Привести эскиз передней панели с указанием назначения органов управления.
6. Вывод.

Вывод: Исследовали генератор низких частот. Изучили особенности конструкции и принцип работы генератора низких частот ГЗ-118.

Произвели измерения частоты (напряжения), данные занесли таблицу №1, 2. По результатам измерений произвели расчеты. Привели назначение и ТЭХ генератора. Привели структурную схему, пояснили принцип работы. Привели эскиз передней панели с указанием назначения органов управления.

Лабораторная работа №11

Тема: «Исследование работы высокочастотного генератора»

Цель работы: Изучить особенности конструкции и принципы работы высокочастотного генератора.

Оборудование:

1. Генератор Г4-158
2. Генератор Г4-102
3. Вольтметр В7-40
4. Вольтметр В3-38
5. Соединительные провода
6. Техническая документация

Назначение:

Генератор сигналов высокочастотный Г4 – 158 предназначен для настройки, регулировки и испытаний различных радиотехнических устройств. Прибор Г4 – 158 обеспечивает измерение частотных и амплитудных характеристик различных устройств, реальной чувствительности и кривой верности приемников.

Прибор может служить источником немодулированного и некалиброванного сигнала и использоваться в качестве гетеродина при различных преобразованиях частоты.

Прибор Г4-158 предназначен для работы в поверочных органах, ремонтных мастерских, в том числе и подвижных, в лабораториях и цехах.

Внешний вид прибора Г4-158 приведен на рис.1.

Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающей среды от минус 10 до плюс 50 °С (от 263 до 323 К);

относительная влажность воздуха до (95+3) % при температуре 40 °С (313 К);

напряжения сети (220+22) В частотой (50+0,5) Гц и (115+5,75) В частотой (400+10) Гц с

содержанием гармоник до 5 %.

Основная область применения - радиовещание, радиосвязь.

Технические данные:

1) Частотные параметры (Г - параметры) ^/3.2.1. Прибор обеспечивает диапазон частот 0,01 - 99,999 МГц со следующей дискретностью перестройки: 0,001 кГц в диапазоне (10-100) кГц;

0,01 кГц в диапазоне (100-1000) кГц;

0,1 кГц в диапазоне (1-10) МГц;

1,0 кГц в диапазоне (10-99,999) МГц.

В пределах дискретности обеспечивается возможность плавной перестройки частоты.

Запас по краям диапазона не менее 0,002 %. уз.2.2. Основная погрешность установки частоты по цифровому индикатору при установке ручки РАССТР. 0-0,01 % на риск не более +0,001 % в нормальных условиях после самопрогрева в течение

2) Выходное напряжение на конце кабеля с нагрузкой (50+0,5) Ом и на конце кабеля с переходом 2.236.004 и нагрузкой (75+0,75) Ом регулируется в номинальных пределах от $I \cdot 10$ В до 2 В.

Регулировка производится ступенями через 1 дБ от 0 до минус 119 дБ плавно в пределах 1 дБ и ступенью на +6 дБ. С выносным аттенюатором возможна регулировка на минус 20 дБ до $1 \cdot 10^{-7}$ В.

3) Дополнительная погрешность установки опорного значения выходного напряжения при изменении окружающей температуры на каждые 10 °С в пределах рабочих условий не превышает +0,2 дБ.

4) Нестабильность опорного уровня выходного напряжения прибора за любые 15 мин работы после самопрогрева прибора в течение 1 часа не превышает +0,1 дБ.

При перестройке с одной частоты на другую требуется дополнительное время самопрогрева не менее 5 мин.

Номинальное значение выходного сопротивления прибора по калиброванному выходу 50 Ом (разъема типа III ГОСТ 13317-80). Коэффициент стоячей волны по напряжению калиброванного выхода ($K_{ст}$ ц) на частотах свыше 30 МГц не превышает 1,2.'

Содержание каждой из гармоник несущей частоты в режиме немодулированных колебаний на основном выходе прибора не превышает минус 30 дБ и не превышает минус 25 дБ при работе прибора в режиме +6 дБ (2 В).

5) Выходное напряжение на некалиброванном выходе прибора на полной нагрузке (50+5) Ом не менее 0,5 В и не более 1,5 В.

На этом выходе гарантируются только частотные параметры.

6) Амплитудная модуляция сигнала прибора осуществляется от внутреннего источника модуляции с частотой 1000 Гц и от внешнего источника модуляции с частотами (30-20000) Гц.

Погрешность установки частоты внутреннего модулирующего источника не превышает +10 %.

Частота модуляции от источника не должна быть более $0,02^*_{н}$.

7) Основная погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции при частоте модулирующего сигнала (1000+100) Гц при коэффициенте амплитудной модуляции от 5 до 90 % не превышает ± 5 % (в процентах модуляции).

8) Коэффициент гармоник огибающей АМ сигнала не превышает:

3 % при коэффициенте модуляции до 90 % и во всем диапазоне несущих и модулирующих частот;

1 %* при коэффициенте модуляции до 80 % в диапазоне несущих частот (0,1-10) МГц и при модулирующей частоте 1000 Гц. Коэффициент гармоник внешнего модулирующего сигнала при этом не должен быть более 0,2

9). Напряжение внешнего модулирующего сигнала, необходимое для обеспечения коэффициента амплитудной модуляции 99 %, должно быть $(1,0 \pm 0,03)$ В при сопротивлении входа внешней модуляции не менее 2,0 кОм.

10) Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм при питании его от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц с содержанием гармоник до 5 % и $(115 \pm 5,75)$ В частотой (400 ± 10) Гц с содержанием гармоник до 5 %.

11) Мощность, потребляемая от сети прибором при номинальном напряжении, не превышает 60 В·А.

12) Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 16 ч в сутки при сохранении своих технических характеристик в пределах норм.

При этом обеспечиваются нормальные режимы электровакуумных, полупроводниковых приборов, электрорадиоэлементов в пределах норм стандартов и ТУ на них.

Напряженность электрического поля в пространстве вокруг прибора на расстоянии 10 м от прибора при установке наименьшего гарантируемого значения уровня выходного сигнала не превышает 1-10 В/м в диапазоне до 100 МГц.

Напряжение радиопомех в проводах питания не более, дБ:

80 на частотах от 0,15 до 0,5 МГц; 74 на частотах выше 0,5 до 2,5 МГц; 65 на частотах выше 2,5 до 30 МГц.

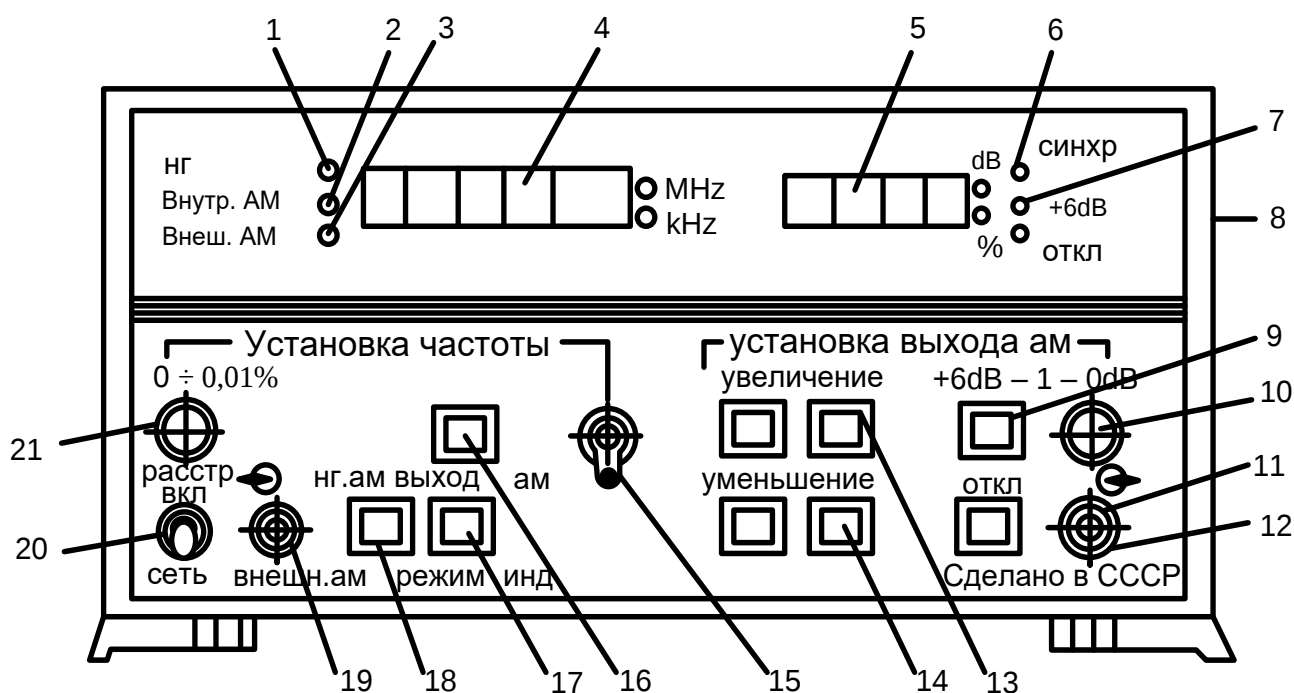


Рисунок2 Внешний вид генератора

Описание:

1. *НГ* - индикатор работы прибора в режиме непрерывной генерации;
2. *ВНУТР. АМ* - индикатор работы прибора в режиме внутренней амплитудной модуляции;
3. *ВНЕШН. АМ* - индикатор работы прибора в режиме амплитудной модуляции от внешнего модулирующего сигнала;
4. *MHz* - - пятиразрядное отсчетное устройство кГц частоты;
5. *%/дБ* - трехразрядное отсчетное устройство уровня выхода и коэффициента модуляции;
6. *СИНХР.* - индикатор встроенного контроля наличия синхронизации частоты;
7. *+6дБ* индикатор увеличения напряжения на +6 дБ;
8. *ОТКЛ.* - индикатор отключения выходного ВЧ сигнала на основном выходе прибора;
9. *+6 дБ*- кнопка включения удвоенного выходного напряжения;
10. *-1-0 дБ* - ручка плавной регулировки выходного напряжения;
11. *ОТКЛ.* - кнопка выключения выходного ВЧ сигнала на основном выходе;
12. *О"* - разъем основного выхода;
13. *УВЕЛИЧЕНИЕ* - кнопки поразрядного увеличения выходного напряжения или коэффициента АМ;
14. *УМЕНЬШЕНИЕ* - кнопки поразрядного уменьшения величины выходного напряжения или коэффициента АМ;
15. *УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ* - ручка установки частоты;
16. *УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ* - кнопка изменения скорости перестройки частоты;
17. *ВЫХОД. АМ ИНД.*- кнопка переключения установки и индикации выходного напряжения или коэффициента АМ;
18. *НГ. АМ РЕЖИМ* - кнопка переключения режимов работы прибора;
19. *О . ВНЕШН.АМ* - разъем для подачи внешнего модулирующего сигнала;
20. *ВКЛ. СЕТЬ* - тумблер включения сети;
21. *0-0,01 % РАССТР* - ручка расстройки частоты выходного сигнала.



Рис. 2 Структурная схема генератора Г4-158

Принцип работы генератора Г4-158.

Принцип действия прибора поясняется структурной схемой прибора, изображенной на рисунке 2.

На этой схеме представлены состав прибора по функциональным узлам, печатным платам, блокам и основные взаимодействия между ними.

Большинство функциональных узлов прибора размещено на одиннадцати печатных платах: генератор ВЧ (ЗГ), фильтр, усилитель-модулятор, делитель программируемый, детектор фазовый, устройство управления, индикатор цифровой, дешифратор выхода, модулятор НЧ, выпрямитель, усилитель стабилизатора. Печатные платы генератора ВЧ, фильтра, усилителя-модулятора, делителя программируемого, детектора фазового расположены в приборе в экранированном отсеке, обозначенном на структурной схеме пунктирной линией. Подача питающих напряжений, сигналов управления в экранированный отсек и вывод информационных сигналов из экранированного отсека осуществляются через устройство соединительное, выполненное на основе пятнадцати двухзвенных фильтров нижних частот.

Печатные платы выпрямителя, усилителя-стабилизатора входят в состав блока питания. Атенюатор выполнен в виде самостоятельного блока.

На структурной схеме показаны все органы управления и индикации, входные и выходные разъемы и их связи с функциональными узлами.

Генератор ВЧ генерирует синусоидальный сигнал в диапазоне 10 -100 МГц. Перестройка генератора ВЧ осуществляется посредством коммутации контуров Кр 1С., Кд, К₄ и плавной перестройки их. Установка и синхронизация частоты генератора ВЧ осуществляются посредством устройства поиска и кольца фазовой автоподстройки (ФАЛ), элементы которой размещены на платах делителя программируемого и детектора фазового. В регистр частоты на плате делителя программируемого переписывается число с регистра частоты на плате устройства управления, соответствующее устанавливаемой частоте.

Дешифратор дешифрирует код старших разрядов числа в регистре частоты и вырабатывает сигналы, под действием которых в генераторе ВЧ включается комбинация контуров, обеспечивающая поддиапазон перестройки, в котором находится устанавливаемая частота. Одновременно полный ход регистра частоты поступает на делитель с переменным коэффициентом деления частоты (**ДПКД**) и устанавливает требуемый коэффициент деления для устанавливаемой частоты. Вырабатываемый генератором ВЧ сигнал делится **ДПКД** по частоте и поступает на детектор фазовый (**ДФ**) и детектор частотно-фазовый (**ДЧФ**). На вторые входы **ДФ** и **ДЧФ** поступает опорный сигнал с генератора опорной частоты (**ГОЧ**). В результате сравнения двух частот **ДЧФ** вырабатывает сигнал для запуска счетчика реверсивного либо по прямому счету, либо по обратному счету в зависимости от знака разности частот. Изменение выходного кода счетчика реверсивного приводит к изменению выходного напряжения цифроаналогового преобразователя (**ЦАП**) на плате генератора ВЧ. Под действием этого напряжения генератор ВЧ перестраивается, и в результате разность сравниваемых частот на **ДФ** и **ДЧФ** уменьшается.

При дальнейшем уменьшении разности сравниваемых частот до величины полосы захвата фазовой автоподстройки на выходе **ДФ** вырабатывается сигнал, под действием которого через **ЦАП** генератор ВЧ синхронизируется по фазе с опорным сигналом **ГОЧ**.

Таким образом, по окончании процесса поиска и синхронизации генератор **ВЧ** вырабатывает сигнал, по частоте соответствующий числу, записанному в регистр частоты, и синхронизированный с опорной частотой **ГОЧ**.

Сигнал, вырабатываемый **ГОЧ** и поделенный до 1 МГц, выводится на разъем задней панели прибора с гравировкой "1 Шг". **ГОЧ** имеет вход плавной перестройки, на который через устройство соединительное поступает управляющее напряжение с устройства расстройки на плате индикатора цифрового. Посредством ручки **РАССТР.** 0-0,01 %, находящейся на передней панели, осуществляется плавное изменение частоты **ГОЧ**, а следовательно, и частоты выходного сигнала прибора в пределах 0-0,01 %. Через устройство расстройки на плате индикатора цифрового плавная перестройка **ГОЧ** может осуществляться под действием внешнего управляющего напряжения, которое подается через разъем с гравировкой **СИНХР.** на задней панели прибора.

ГОЧ имеет вход управления, который через устройство соединительное выведен на переключатель **ВНЕШ., ВНУТР.** на задней стенке прибора. При переключении этого переключателя в положение **ВНЕШ.** генерация **ГОЧ** срывается. В этом режиме в качестве сигнала опорной частоты может использоваться сигнал от внешних устройств с частотой 1 МГц, который подается на тот же разъем на задней панели с гравировкой "1 MHz". Для контроля наличия синхронизации один из выходов счетчика реверсивного на плате детектора фазового через устройство соединительное подключен к устройству индикатора **СИНХР.** на плате индикатора цифрового.

Сигнал с выхода генератора ВЧ далее поступает на плату фильтров. На плате фильтров посредством трех декадных делителей и трех фильтров нижних

частот (ФНЧ) осуществляется формирование сигнала на поддиапазонах 1-10 МГц; 0,1-1 МГц; 0,01-0,1 МГц.

При работе прибора в режиме НГ подачей постоянного напряжения на модулирующий вход МА с модулятора НЧ осуществляется регулирование уровня сигнала ВЧ на +6 дБ.

Сигнал ВЧ платы усилителя-модулятора снимается с выхода усилителя высокой частоты (**УВЧ**), который подключен к повторителю одного из каналов. Этот сигнал ВЧ поступает на аттенюатор и через аттенюатор - на калиброванный выход прибора. Аттенюатор осуществляет регулирование уровня сигнала ВЧ на выходе прибора на 115 дБ ступенями через 5 дБ. Ручная установка частоты осуществляется датчиком частоты. Датчик находится на плате индикатора цифрового, ручка которого выведена на переднюю панель с надписью **УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ**. При вращении ручки датчика частоты по часовой стрелке на одном из его выходов вырабатываются импульсы, при вращении против часовой стрелки - на другом выходе. Эти импульсы считываются регистром частоты на плате устройства управления соответственно в прямом и обратном направлениях. Регистр частоты имеет шесть двоично-десятичных разрядов. В пять младших разрядов записывается число, соответствующее устанавливаемой частоте, в шестой разряд записывается число, которым кодируется устанавливаемый декадный поддиапазон (в шестом десятичном разряде имеются только два двоичных разряда).

Переключателем скорости перестройки на плате индикатора цифрового, кнопка которого выведена на переднюю панель с гравировкой **УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ**, осуществляется коммутация записи сигнала в регистр частоты от датчика частоты либо в три младших разряда, либо в два старших разряда. Таким образом, обеспечивается высокая разрешающая способность перестройки и установки частоты и возможность быстрой перестройки с минимальной до максимальной частоты диапазона и наоборот. Установка частоты в приборе может осуществляться и дистанционно-логическими сигналами. Для этого через разъем дистанционного управления, находящийся на задней панели прибора, и устройство дистанционного управления на плате устройства управления в регистр частоты записывается число, соответствующее устанавливаемой частоте. Код числа, записанного в регистре частоты устройства управления, далее переписывается в регистр частоты делителя программируемого. Одновременно этот код поступает на индикаторы частоты на плате индикатора цифрового, посредством которых на передней панели индицируется установленная частота. Полный код в регистре частоты на плате управления имеет двадцать два двоичных разряда. Подача этого кода в регистр частоты на плате делителя программируемого и на индикаторы частоты на плате индикатора цифрового осуществляется по четырем шинам, то есть по одному десятичному разряду с распределением по времени.

Код об установленных декадных поддиапазонах в шестом разряде регистра частоты по двум шинам поступает на индикатор декад на плате индикатора цифрового. Под действием этого кода в индикаторе декад вырабатывается сигнал для включения светодиодов и запятой индикаторов

частоты. Светодиоды подсвечивают надписи "MHz " и " kHz " установленной частоты.

Функциональные узлы для установки и индикации величины выходного напряжения и коэффициента АМ расположены в основном на платах индикатора цифрового, дешифратора выхода и модулятора НЧ.

При установке выходного напряжения в регистр установки выхода на плате дешифратора выхода записывается код, соответствующий значению числа устанавливаемого выходного напряжения в децибелах (дБ).

Этот код может быть записан либо посредством кнопок **УСТАНОВКА ВЫХОДА**, находящихся на плате индикатора цифрового и выходящих на переднюю, панель с обозначением **УВЕЛИЧЕНИЕ**, **УМЕНЬШЕНИЕ**, либо под действием логических сигналов напряжения, подаваемых через разъем дистанционного управления ДТ и устройство дистанционного управления на плате устройства управления.

Записанный код поступает на дешифратор, цифроаналоговый преобразователь (**ПАП**) и через мультиплексор на индикаторы выхода на плате индикатора цифрового. Под действием кода дешифратор вырабатывает сигналы включения соответствующих комбинаций из ячеек ослабления аттенюатора 10; 20; 40 и 40 дБ. Таким - образом, осуществляется регулирование выходного напряжения через 10 дБ.

Под действием кода регистра установки выхода **ЦАП** вырабатывает сигнал для включения ячейки аттенюатора 5 дБ и напряжение сравнения для регулирования выходного напряжения на 1; 2; 3; 4 дБ на плате модулятора. При включении и выключении ячейки аттенюатора 5 дБ и регулировании через 1 дБ до 4 дБ обеспечивается суммарное регулирование выходного напряжения через 1 дБ в пределах 0-9 дБ.

На индикаторе выхода код с регистра установки выхода поступает поразрядно с распределением во времени, сначала код младшего разряда, затем код старшего разряда.

Такое распределение кода во времени обеспечивает мультиплексор под действием сигнала, поступающего с тактового генератора.

Одновременно под действием сигналов с тактового генератора осуществляется стробирование разрядов индикатора выхода. Когда через мультиплекс проходит код младшего разряда регистра установки выхода, стробируется первый разряд индикатора вы да, когда проходит код старшего разряда, стробируется второй разряд. Третий разряд индикатора выхода может принимать значения только 0 и 1. Этот разряд работает под действием сигнала, поступают с регистра установки выхода, и без стробирования.

Работа устройств установки индикации коэффициента **АМ** происходит аналогичным образом.

В регистр установки коэффициента **АМ** на плат дешифратора выхода записывается код, соответствующий значению числа устанавливаемого коэффициента **АМ**. Этот код также может быть записан либо посредством кнопок **УСТАНОВИ АМ** (кнопки являются общим; и для установки выходного напряжения и для коэффициента АМ), либо дистанционно под действием логических сигналов напряжений, подаваемых через разъем **ДУ**.

Полный код с регистра установки АМ поступает на цифроаналоговый преобразователь (**ЦАП**) на плате модулятора **НЧ**. Под действием кода в **ЦАП** устанавливается соответствующий этому коду коэффициент передачи модулирующего напряжения. Модулирующее напряжение на **ЦАП** поступает в режиме внутренней амплитудной модуляции через коммутатор с генератора I кГц, в режиме внешней амплитудной модуляции - через коммутатор с гнезда **ВНЕШН.АМ**.

С выхода **ЦАП** модулирующее напряжение поступает на модулятор амплитудный, на плате усилитель-модулятор. Коммутатор на плате модулятора **НЧ** управляется сигналами, поступающими с коммутатора режимов на плате индикатора цифрового. Переключение режимов работы прибора осуществляется кнопкой РЕЖИМ НГ, АМ.

При работе прибора в режиме НГ при включении кнопки "+6 дБ" в коммутаторе на плате модулятора **НЧ** вырабатывается напряжение, которое подается на модулятор амплитудный, на плате усилителя модулятора. Под действием этого напряжения в основном канале усилителя модулятора величина сигнала ВЧ удваивается, в результате чего выходное напряжение прибора увеличивается на +6 дБ.

Ход работы:

1. Произведем измерение частоты на выходе генератора Г4-102, результаты заносим в таблицу 1

Таблица 1 Результаты измерений и расчетов

F _{уст} , МГц					
F _д , МГц					
ΔF, МГц					
δ%					

2. По результатам измерений произведем расчеты:

$$\Delta F = F_{уст} - F_{д} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_{д}} = \%$$

3. Произведем измерение частоты на выходе генератора Г4-158, результаты заносим в таблицу 2

Таблица №2 Результаты измерений и расчетов

F _{уст} , МГц					
F _д , МГц					
ΔF, МГц					
δ%					

4. По результатам измерений произведем расчеты:

$$\Delta F = F_{\text{уст}} - F_{\text{д}} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_{\text{д}}} = \%$$

5. Произведем измерение напряжения вольтметром ВЗ-38 на частоте 50КГц, , результаты заносим в таблицу 3

Таблица №3 Результаты измерений и расчетов

U _{аттен} dB	0	10	20	30	40
U _у , В					
U _д , В					
ΔU, В					
δ%					

6. По результатам измерений произведем расчеты:

$$1. \Delta U = U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} =$$

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} = \%$$

Методические указания к оформлению отчета

1. Произвести измерения частоты (напряжения), данные занести таблицы №1; 2; 3.
2. По результатам измерений произвести расчеты.
3. Назначение и ТЭХ генератора.
4. Привести структурную схему, пояснить принцип работы.
5. Привести эскиз передней панели с указанием назначения органов управления.
6. Вывод.

Вывод: Изучили особенности конструкции и принципы работы высокочастотного генератора. Произвели измерения частоты (напряжения), данные занесли в таблицу № 1,2,3. По результатам измерения произвели расчеты. Привели назначение ТЭХ генератора (техника эксплуатационной характеристики). Привели структурную схему генератора, пояснили принцип работы. Привели эскиз передней панели с указанием назначения органов управления генератора.

Лабораторная работа №12

Тема: Исследование работы генератора импульсных сигналов.

Цель: Изучить особенности конструкции и принцип работы генератора импульсных сигналов Г5-118.

Оборудование:

6. Генератор импульсных сигналов Г5-118.
7. Милливольтметр В3-38.
8. Вольтметр В7-40/1.
9. Частотомер ЧЗ-38
10. Соединительные провода, техническая документация.

Назначение и технико - эксплуатационные характеристики (ТЭХ).

НАЗНАЧЕНИЕ

- 1.1. Генератор сигналов низкочастотный Г5-118 представляет собой источник импульсных сигналов и предназначен для исследования, настройки и испытаний систем и приборов.
- 1.2. Генератор Г5-118 применяется в области радиоэлектроники, связи, автоматики, вычислительной и измерительной техники, приборостроении.

Возможность работы с КОП (канал общего пользования) и в ЛИС (автоматизированная измерительная система) не предусмотрена.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

- 2.1. Частота выходного сигнала устанавливается в диапазоне от 10 Гц до 200 кГц. Установка частоты осуществляется дискретно на пяти поддиапазонах:
10—100 Гц через 0,1 Гц—I поддиапазон;
100—1000 Гц через 1 Гц — II поддиапазон;
1 —10 кГц через 10 Гц — III поддиапазон;
10—100 кГц через 100 Гц — IV поддиапазон;
100—200 кГц через 100 Гц —V поддиапазон.
- 2.2. Основная погрешность установки частоты не превышает $\pm 50 \pm (1 + T) \%$ в диапазоне частот 10 Гц — 20 кГц и $\pm 1,5 \%$ в остальном диапазоне частот, где f_v — установленное значение частоты, Гц.
- 2.5. Дополнительная погрешность установки частоты, обусловленная изменением температуры окружающей среды на каждые 10°С в диапазоне рабочих температур, не превышает $\pm 3 \cdot 10^{-3} / n$ (0,3%).
- 2.6. Дополнительная погрешность установки частоты, обусловленная повышенной влажностью окружающей среды, не превышает $\pm 5 \cdot 10^{-3} / n$ (0,5%).
- 2.5 Пределы плавной некалиброванной расстройки частоты не менее:
- $\pm 0,15$ Гц в диапазоне частот 10—100 Гц (I поддиапазон);
- $\pm 1,5$ Гц в диапазоне частот 100—1000 Гц (II поддиапазон);
- ± 15 Гц в диапазоне частот 1 — 10 кГц (III поддиапазон);
- ± 150 Гц в диапазоне частот 10—200 кГц (IV—V поддиапазоны).
- 2.6. Нестабильность частоты генератора по истечении времени установления рабочего режима не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-3} / n$ (0,1%) за любые 15 минут работы.
- 2.7. Наибольшее значение уровня выходного напряжения генератора на нагрузке (600 ± 6) Ом не менее:
10 В на гнезде «ВЫХОД I»;
5 В на гнезде «ВЫХОД II» при затухании 0 дБ.
- 2.8. Плавная регулировка уровня выходного напряжения генератора осуществляется от напряжения 10 В на гнезде «ВЫХОД I» или от 5 В на гнезде «ВЫХОД II» до уровня— 12 дБ.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Генератор Г5-118 представляет собой RC-генератор с дискретной установкой частоты и системой стабилизации уровня выходного напряжения. В частотообразующей цепи генератора использован активный режекторный фильтр; стабилизация амплитуды осуществляется системой автоматического регулирования

Основой прибора является задающий генератор (ЗГ), представляющий собой усилитель, охваченный цепью регулируемой частотонезависимой положительной обратной связи и двумя цепями отрицательной обратной связи.

Одна из цепей отрицательной обратной связи частотонезависимая, другая, содержащая активный режекторный фильтр (АРФ), является частотозадающей RC-цепью.

На частоте режекции коэффициент передачи цепи, содержащий АРФ, стремится к нулю. В этом случае усилитель остается охваченным положительной и отрицательной частотонезависимыми обратными связями, коэффициенты, передачи которых обеспечивают генерирование схемой синусоидального сигнала с частотой, равной частоте режекции АРФ. На частотах, отличных от частоты режекции, глубина отрицательной обратной связи возрастает и тем самым обеспечивает подавление в выходном сигнале ЗГ высших гармонических составляющих.

Перестройка частоты осуществляется коммутацией элементов режекторного фильтра.

Переменное напряжение с выхода выходного усилителя (ВУ) одновременно с опорным напряжением от источника опорного напряжения (ИОН) поступает на усилитель-ограничитель (УО). На выходе УО возникают импульсы из отсеченных вершин синусоиды, которые преобразуются пиковым детектором (ПД) в постоянное напряжение с уровнем, пропорциональным амплитуде импульсов. Полученное постоянное напряжение управляет сопротивлением канала полевого транзистора и, следовательно, глубиной положительной обратной связи ЗГ.

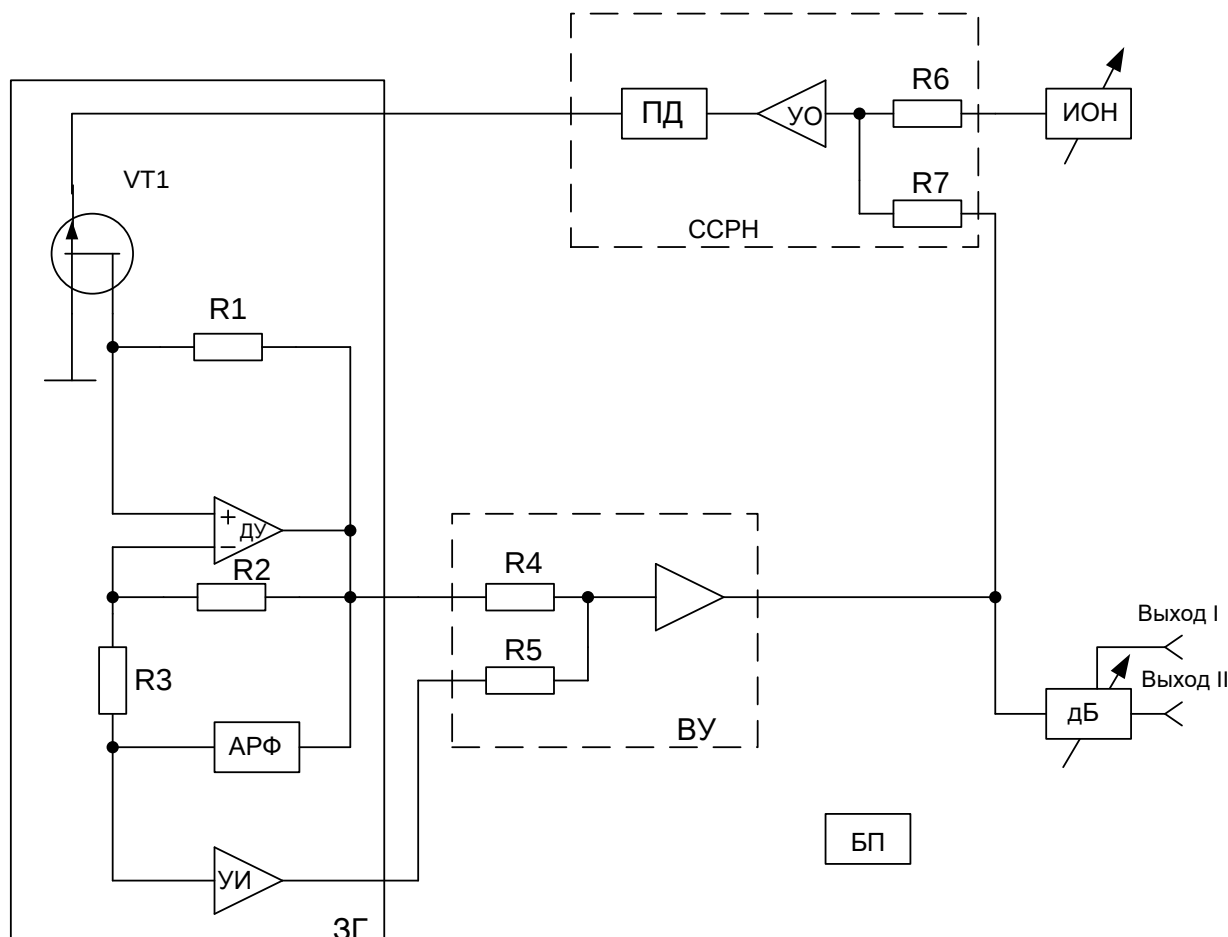


Рисунок 1 Структурная схема генератора импульсных сигналов Г5-118

Плавная регулировка выходного напряжения обеспечивается изменением уровня опорного напряжения, подаваемого на УО.

Выходной сигнал ЗГ поступает на основной вход ВУ. На второй вход через инвертор подается напряжение высших гармоник, выделенное АРФ из выходного сигнала ЗГ.

Таким образом, на входе ВУ (происходит частичная компенсация спектральных составляющих, что приводит к снижению коэффициента гармоник на входе ВУ),

С выхода усилителя напряжение подается на аттенюатор с общим ослаблением 60 дБ ступенями через 10 дБ и далее на гнездо «ВЫХОД II». Выходное сопротивление генератора на гнезде «ВЫХОД II» 600 Ом при всех значениях ослабления; номинальное сопротивление нагрузки также 600 Ом. При нагрузке, отличающейся от номинальной, и в случае ненагруженного выхода ступенчатая регулировка сохраняется.

На выходное гнездо «ВЫХОД I» сигнал подается непосредственно с ВУ. При этом обеспечивается низкоомный выход генератора (менее 5 Ом) и максимальное значение выходной мощности. Номинальное значение сопротивления нагрузки для этого выхода 600 Ом; при других значениях сопротивления величина тока в нагрузке не должна превышать 16 мА. Низкоомный выход на гнезде «ВЫХОД I» обеспечивается в положении

переключателя «ОСЛАБЛЕНИЕ, дБ» — «I». Во всех остальных положениях переключателя «ОСЛАБЛЕНИЕ, дБ» гнездо «ВЫХОД I» подключается к ВУ через резистор 1,2 кОм и может быть использовано для присоединения частотомера, осциллографа, в качестве источника сигнала синхронизации и т. д.

Ход работы:

1. Производим измерение частоты, данные занесем в таблицу 1

Таблица 1 Результаты измерений и расчетов частоты выходного сигнала

$F_{уст}, \text{кГц}$						
$F_d, \text{кГц}$						
$\Delta F, \text{кГц}$						
$\delta, \%$						

2. По результатам измерений произведем расчеты, данные заносим в таблицу 1:

$$7) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$8) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$9) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$10) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$11) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

$$12) \Delta F = F_d - F_{уст} =$$

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} = \%$$

3. Произведем измерение напряжения, данные запишем в таблицу 2

Для измерения напряжения установить $F_{уст} = 1 \text{ кГц}$

Таблица 2 Результаты измерений и расчетов напряжения выходного сигнала

$U_{атт}, \text{дБ}$	0	10	20	30	40	50
$U_{уст}, \text{В}$						
$U_d, \text{В}$						
$\Delta U, \text{В}$						
$\delta, \%$						

4. По результатам измерений произведем расчеты, данные заносим в таблицу 2:
:

$$\begin{aligned} 19) \quad & U_{\text{аттн}} = 0 \\ \Delta U &= U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} = B \\ \delta &= \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} = 2,24\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20) \quad & U_{\text{аттн}} = 10 \\ \Delta U &= U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} = B \\ \delta &= \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} = \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 21) \quad & U_{\text{аттн}} = 20 \\ \Delta U &= U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} = B \\ \delta &= \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} = \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 22) \quad & U_{\text{аттн}} = 30 \\ \Delta U &= U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} = B \\ \delta &= \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} = 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 23) \quad & U_{\text{аттн}} = 40 \\ \Delta U &= U_{\text{д}} - U_{\text{уст}} = B \\ \delta &= \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} = \% \end{aligned}$$

1. Произвести измерения частоты (напряжения), данные занести таблицу №1, 2.
2. По результатам измерений произвести расчеты.
3. Назначение и ТЭХ генератора.
4. Привести структурную схему, пояснить принцип работы.
5. Привести эскиз передней панели с указанием назначения органов управления.
6. Вывод.

Вывод: Исследовали генератор низких частот. Изучили особенности конструкции и принцип работы генератора низких частот Г5-118.

Произвели измерения частоты (напряжения), данные занесли таблицу №1, 2. По результатам измерений произвели расчеты. Привели назначение и ТЭХ генератора. Привели структурную схему, пояснили принцип работы. Привели эскиз передней панели с указанием назначения органов управления.

Тема: Исследование работы аналоговых осциллографов.

Цель: Изучить особенности работы осциллографа в режиме непрерывной развертки. Научиться измерять параметры непрерывного сигнала.

Оборудование:

1. Генератор ГЗ-118
2. Вольтметр ВЗ-38
3. Осциллограф С1-137/1
4. Осциллограф GOS 620
5. Частотомер ЧЗ-38
6. техническая документация, соединительные провода

Принцип работы:

Приводиться из описания в пособии

ТЭХ:

1. Полоса пропускания на уровень 3дБ относительно опорной частоте 100кГц.
2. Открытый вход от 0 до 25мГц, закрытый вход от 10 до 25мГц.
3. Пределы перемещения луча по вертикале - не менее ± 8 делений.
4. Погрешность коэффициента отклонения обусловлена перемещением луча не более 5х.
5. Параметры входа. Виды входа. Вид входа- открытый вход (по постоянному напряжению), закрытый вход (по переменному току), непосредственного входа-вход сопротивлением от $1\pm 0,02$ мОм, входная емкость не более 17пФ, допустимое суммарное значение постоянного и переменного напряжения на закрытых входах не более 250В, допустимое входное напряжение не более 100В при работе с делителем 1/110-300В.
6. Режимы работы развертки ждущая развертка запускается внутренним или внешним сигналом синхронизации. Автоколебательная линия развертки изображается при отсутствии сигнала синхронизации, развертка нормально синхронизируется при частоте сигнала звука выше 10Гц.
7. Внутренняя синхронизация осуществляется сигналом частотой от 10Гц до 5мГц. При размере изображения сигнала 0,8 деления и более, до 25мГц при размере изображения 2 деления и телевизионным сигналом при размере изображения не менее 5 делений. Обеспечивается выбор синхронизации сигналом с частотой, равной частоте сети питания.
8. Внешняя синхронизация осуществляется сигналом частотой повторения от 10Гц до 5мГц, амплитудой 200мВ, сигналом частотой повторения до 25мГц амплитуды 500мУ и более: входное сопротивление ($1\pm 0,02$ мОм). Допускаемое входное напряжение равно 30В при открытом входном и 250В, при закрытом входном: виды входов - открытое, закрытое. Открытый вход – для сигналов частотой повторения от 0 до 25мГц. Закрытый вход – для сигналов частотой повторения более 1мГц. Нестабильность синхронизации не более $0,02T+1\text{п}8\text{г}$, где Т – длительность развертки п8г. Автоматическая синхронизация осуществляется сигналом с частотой повторения до 1мГц.

9. Калибратор. Форма выхода импульса – полярность положительная частота, частота следования выхода импульса 1кГц. Пределы допускаемого значения погрешности частоты $\pm 1,5\%$. Напряжение 1В пределы допускаемого значения погрешность напряжения не более $\pm 1,5\%$.

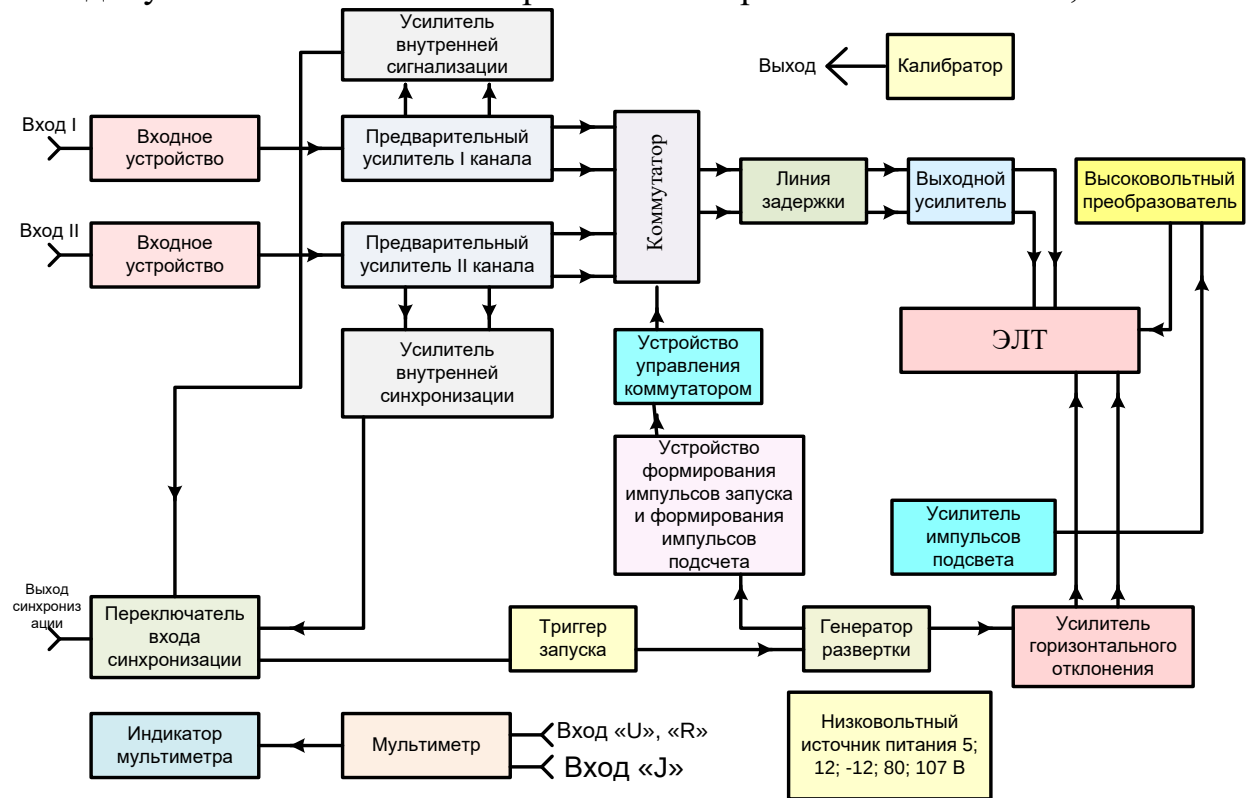


Рисунок.1 Структурная схема осциллографа С1- 137/1

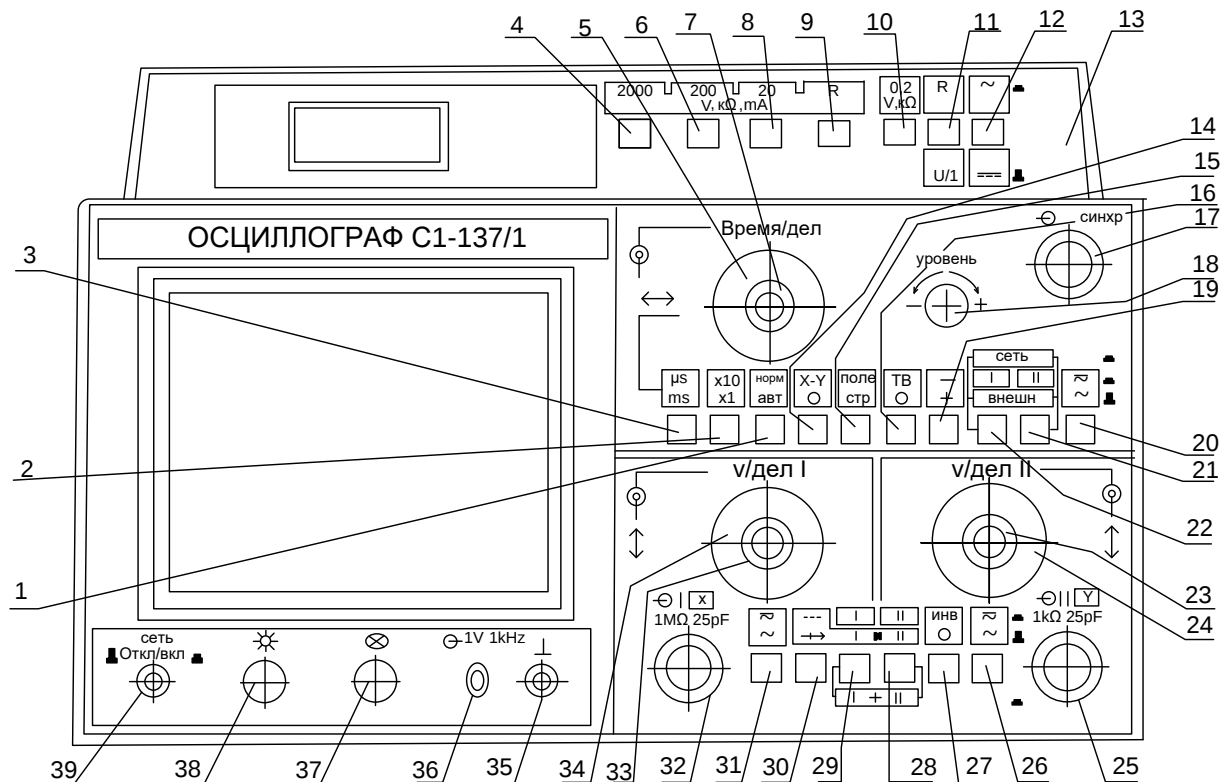


Рисунок2 Внешний вид осциллографа С1-137/1

Органы управления:

- 1**-выбор режима работы развертки: ждущего(НОРМ) или автоматического(АВТ).
В автоматическом режиме развертка запускается без сигнала. В ждущем режиме- при наличии сигнала запуска.
- 2**-вкл/выкл. Десятикратной растяжки развертки.
- 3**-выбор частоты коэффициентов развертки.
- 4,6,8,9**- выбор пределов измерения, эти пределы измерения действуют при измерении напряжения, сопротивления и тока.
- 5**-устройство коэффициента развертки.
- 10**-выбор предела измерения 0,2В при измерении напряжения или 0,2Ом при измерении сопротивления.
- 11**-выбор рода работы: измерения сопротивления(К), напряжения или тока.
- 12**-выбор тока измеряемого напряжения и тока, постоянного и переменного
- 14**-выбор режима работы «х у».
- 15**-выбор синхронизации сигнала телевизионной строки (СТР) или кадра(ПОЛЕ).
- 16**-выбор синхронизации развертки телевизионным сигналом.
- 17**-вход сигналов внешней синхронизации
- 18**-регулировка уровня синхронизации развертки.
- 19**-выбор полярности(наклона) сигнала синхронизации для запуска развертки.
- 20**-выбор закрытого(переменного) и открытого(переменного, постоянного) входа синхронизации.
- 21,22**-выбор сигнала, синхронизация развертки от канала 1 или канала 2, сигналом сети питания(сеть) или внешним сигналом.
- 23,33**-перемещение луча(изображения) по вертикале каналов 1 и 2.
- 24,34**-установка коэффициентов канала токов.
- 25,32**-вход исследуемых сигналов канала 1 или канала 2 устройства вертикального отклонения.
- 26,31**-выбор вида входа канала 1 и 2: открытый вход (постоянный, переменный), закрытый вход (переменный).
- 27**-инвертирование сигналов в канале 2.
- 28,29**-вкл. канала 1, канала 2, двухканального режима, алгебраического суммирования сигналов каналов 1 и 2.
- 30**-вкл. поочередного или прерывного режима работы (двухканальный режим) тракта вертикального отклонения.
- 35**-гнездо подключения к корпусу осциллографа.
- 36**-гнездо выходного сигнала калибратора.
- 37**-регулировка фокусировки луча.
- 38**-регулировка яркости луча(изображения).
- 39**- вкл/выкл. осциллографа.

Ход работы:

1. Произведем измерения напряжения с помощью ЭО С1-137/1, при $F=1\text{ кГц}$, результаты заносим в таблицу 1

Таблица 1 Результаты измерений и расчетов напряжения

№	dB	Число делений (N)	Положение вольт/деление (K)	$U_{\text{уст}}, \text{ В}$	$U_{\text{изм}}, \text{ В}$
1					
2					
3					
4					
5					

2. По результатам измерений произведем расчеты по формуле:

$$U_{\text{изм}1} = \frac{N * K}{\sqrt{2}} =$$

3. Произведем измерения частоты с помощью ЭО С1-137/1, результаты заносим в таблицу 2

Таблица 2 Результаты измерений и расчетов частоты

№	$F_{\text{уст}}, \text{ кГц}$	Положение время/деление (P)	Число делений (N)	Период (T), с	$F_{\text{изм}}, \text{ кГц}$
1					
2					
3					
4					
5					

4. По результатам измерений произведем расчеты по формулам:

$$T = P * N;$$

$$F_{\text{изм}} = 1/T;$$

5. Произведем измерения напряжения с помощью ЭО GOS 620, при $F=1\text{ кГц}$, результаты заносим в таблицу 3

Таблица 3 Результаты измерений и расчетов напряжения

№	dB	Число делений (N)	Положение вольт/деление (K)	U _{уст} , В	U _{изм} , В
1					
2					
3					
4					
5					

6. По результатам измерений произведем расчеты по формуле:

$$U_{изм1} = \frac{N * K}{\sqrt{2}} =$$

7. Произведем измерения частоты с помощью ЭО GOS 620, результаты заносим в таблицу 4

Таблица 4 Результаты измерений и расчетов частоты

№	F _{изм} , кГц	Положение время/деление (P)	Число делений (N)	Период (T), с	F _{уст} , кГц
1					
2					
3					
4					
5					

8. По результатам измерений произведем расчеты по формулам:

$$T = P * N;$$

$$F_{изм} = 1/T:$$

Методические указания к оформлению отчета

1. Назначение и ТЭХ осциллографа
2. Привести эскиз передней панели с указанием органов управления.
3. Привести структурную схему и пояснить принцип работы
4. Выполнить измерения и произвести расчеты
5. Вывод

Вывод: Изучили особенности работы осциллографа в режиме непрерывной развертки. Научились измерять параметры непрерывного сигнала. Привели назначение и ТЭХ осциллографа. Привели эскиз передней панели с указанием органов управления. Привели структурную схему и принцип ее работы. Выполнили и произвели расчеты.

Лабораторная работа №14

Тема: Исследование работы цифровых осциллографов.

Цель: Изучить особенности работы осциллографа в режиме непрерывной развертки. Научиться измерять параметры непрерывного сигнала.

Оборудование:

1. Генератор ГЗ-118
2. Вольтметр ВЗ-38
3. Осциллограф С8-1021
4. Частотомер ЧЗ-38
5. Техническая документация, соединительные провода

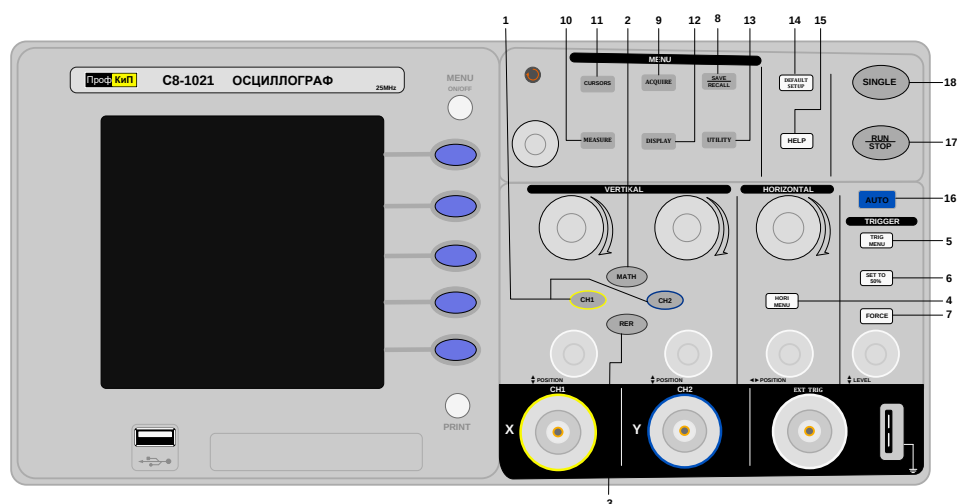
Цифровой запоминающий осциллограф - малогабаритный, портативный настольный прибор, который можно использовать для измерения напряжения относительно потенциала заземления.

1.1.1. Передняя панель

Осциллограф имеет удобную переднюю панель, обеспечивающую удобство управления оператору. Передняя панель содержит кнопки и регуляторы. Пять кнопок, расположенные вертикально рядом с экраном дисплея, являются кнопками управления меню. С их помощью можно выбирать различные установки текущего меню. Другие кнопки - это кнопки определенных функций, позволяющие вызвать на экран меню соответствующей функции или выполнить конкретное действие.

Устройство и назначение элементов управления

1. **CH1, CH2:** кнопки вызова меню настроек каналов CH1 и CH2, а также управления их отображением на дисплее.
2. **MATH:** кнопка вызова меню настроек MATH, а также управления отображением результата математической функции на дисплее.
3. **RER:** кнопка вызова меню настроек осциллограммы опорного сигнала, а также управления его отображением на дисплее.



4. HORIMENU: кнопки вызова меню горизонтальных настроек.

5. TRIGMENU: кнопки вызова меню настроек системы запуска.

6. SET TO 50%: кнопка автоматической установки уровня запуска равным половине амплитуды пускового сигнала.

7. FORCE: кнопка принудительного пуска осциллографа, игнорируя наличие или отсутствие события запуска; удобно использовать при ждущем (Normal) или однократном (Single) режимах запуска.

8. SAVE/RECALL: кнопка вызова меню сохранения/вызова настроек и осциллограмм.

9. ACQUIRE: кнопка вызова меню регистрации.

10. MEASURE: кнопка вызова меню автоматических измерений.

11. CURSORS: кнопка вызова меню курсорных измерений. При отображении на экране меню курсорных измерений и активации курсоров регуляторы вертикального положения каналов позволяют перемещать курсоры. После закрытия меню курсорных измерений (кроме случая выбора Off в пункте Mode этого меню) курсоры остаются на экране, но изменить их положения нельзя.

12. DISPLAY: кнопка вызова меню настроек системы отображения.

13. UTILITY: кнопка вызова меню сервисных функций.

14. DEFAULTSETUP: кнопка для восстановления настроек изготовителя.

15. HELP: кнопка вызова контекстной помощи.

16. AUTO: кнопка вызова меню автоматической настройки осциллографа для получения готовой осциллограммы входных сигналов.

17. RUN/STOP: кнопка для остановки или запуска регистрации.

18. SINGLE: кнопка включения режима регистрации однократного сигнала с последующей остановкой.

Ход работы:

1. Произведем измерения напряжения с помощью ЦО С8-1021, при $F=1\text{ кГц}$, результаты заносим в таблицу 1

Таблица 1 Результаты измерений и расчетов напряжения

№	dB	Число делений (N)	Положение вольт/деление (K)	$U_{\text{уст}}, \text{ В}$	$U_{\text{изм}}, \text{ В}$
1					
2					
3					
4					
5					

2. По результатам измерений произведем расчеты по формуле:

$$U_{\text{изм1}} = \frac{N * K}{\sqrt{2}} =$$

3. Произведем измерения частоты с помощью ЦО С8-1021, результаты заносим в таблицу 2

Таблица 2 Результаты измерений и расчетов частоты

№	$F_{\text{уст}}, \text{ кГц}$	Положение время/деление (P)	Число делений (N)	Период (T), с	$F_{\text{изм}}, \text{ кГц}$
1					
2					
3					
4					
5					

4. По результатам измерений произведем расчеты по формулам:

$$T = P * N;$$

$$F_{\text{изм}} = 1/T:$$

Методические указания к оформлению отчета

1. Назначение и ТЭХ осциллографа
2. Привести эскиз передней панели с указанием органов управления.
3. Привести структурную схему и пояснить принцип работы
4. Выполнить измерения и произвести расчеты
5. Вывод

Вывод: Изучили особенности работы осциллографа в режиме непрерывной развертки. Научились измерять параметры непрерывного сигнала. Привели назначение и ТЭХ осциллографа. Привели эскиз передней панели с указанием органов управления.. Выполнили и произвели расчеты.

Лабораторная работа № 15

Тема: Исследование работы измерительного стенда КИС-КРП.

Цель: Изучить особенности работы измерительного стенда КИС-КРП .

Научиться измерять параметры сигналов радиоустройств.

Оборудование:

1. Генератор ГЗ-118
2. Вольтметр ВЗ-38
3. Осциллограф С8-1021
4. Частотомер ЧЗ-38
5. Измерительный стенд
6. Техническая документация, соединительные провода

Перечень использованных источников

Основные

1. В.И. Шанин, П.Ю. Шишмарев «Электрорадиоизмерения» М. 2010 «Академия».

Дополнительные

2. А.А. Дайлидко. Стандартизация, метрология и сертификация на железнодорожном транспорте. М. 2010 г.

3. «Единая система конструкторской документации» Справочное пособие. М. «Издательство стандартов» 2010 г.

4. «Государственная система стандартизации» ГОСТ Р 1.0-92, ГОСТ Р 1.2-92, ГОСТ Р 1.4-93, ГОСТ Р 1.5-92, ГОСТ Р 1.8-95, ГОСТ Р 10-95. М. «Госстандарт России» 2001.

5. И.М. Белкин. Допуски и посадки. М. 2011.

7. Интернет – ресурсы: www.rostest.ru, www.all-certification.ru; www.MCSM.ru, www.univer-opd.ru; Metrolog.ntm.ru.

Рецензия

«Методические указания к выполнению лабораторных работ»

по дисциплине

ОП05 «Электрорадиоизмерения»

специальность 11.02.06

преподавателя Саратовского техникума железнодорожного

транспорта – филиала СамГУПС

Ханина Владимира Михайловича.

Цель данной методической разработки – повысить уровень мобилизации студентов при выполнении заданий и оформлении и отчетов по лабораторным работам.

В разработке представлены инструкционные карт с вариантами заданий, указанных в таблицах, описанием хода выполнения работы и указаниями по порядку выполнения работы.

В инструкционные карты введены формулы для расчета заданных по условию величин, подробные рекомендации к выполнению схем, графических изображений и вопросы для самоконтроля по каждой теме.

В данной работе осуществлена более тесная связь с теоретическим материалом и с общепрофессиональными дисциплинами. Таким образом, данная методика направлена на дальнейшее закрепление лекционного материала, что способствует повышению уровня полученных студентами профессиональных навыков и умений.

Положительной стороной следует отметить тематику лабораторных работ, при выполнении которых проявляется аналитическое мышление, логический анализ, применение государственных стандартов, нормативных документов, необходимой справочной литературы.

В методических указаниях учтен профиль подготовки специалистов, прослеживается четкая связь с некоторыми темами специальных дисциплин. Применение данных указаний поможет студентам более оперативно выполнять лабораторные задания по данной дисциплине.

Преподаватель СТЖТ- филиала СамГУПС:

В.М.Крутихин.