

Федеральное агентство связи

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Кафедра ЛС и ИТС

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой ЛС и ИТС

_____ д.т.н., проф. Андреев В.А.

«_____» _____ 2010 г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 2**

по учебной дисциплине: М,С и С

Тема: «Проверка измерительных генераторов низкой частоты»

Обсуждено на заседании кафедры

«___» _____ 2010 г.

протокол №

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение основных технических характеристик и устройства измерительных генераторов основной частоты и на биениях. Приобретение навыков поверки генераторов.

2. ЛИТЕРАТУРА

1. 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. ГОСТ 8.324 — 78 ГСИ. Генераторы низкочастотные измерительные. Методы и средства проверки.
- 3 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., 2005 с. 158-168

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

- 3.1. Изучить технические характеристики и устройство генераторов основной частоты и на биениях по литературе. Методической разработке и лекциям.
- 3.2. Подготовить конспект с краткими ответами на контрольные вопросы.
- 3.3. Подготовить бланк отчета, содержащий таблицы и схемы измерений.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 4.1. Для чего предназначены измерительные генераторы?
- 4.2. Каковы основные требования, предъявляемые к измерительным генераторам?
- 4.3. Какова структурная схема генератора основной частоты?
- 4.4. Какова структурная схема генератора на биениях?
- 4.5. Как работает задающий генератор?
- 4.6. Для чего предназначен аттенюатор?
- 4.7. Для чего служит согласующий трансформатор?
- 4.8. Когда используется внутренняя нагрузка генератора?
- 4.9. Каким образом определяется абсолютная, относительная погрешности? 4.10. Каковы основные технические характеристики генераторов ГЗ-33 и ГЗ-104, касающиеся диапазона частоты, погрешности генератора по частоте,

основной приведенной погрешности стрелочного прибора, погрешности деления аттенюатора?

4.11. Какова методика проверки измерительных генераторов?

5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

5.1. Произвести проверку генераторов основной частоты и на биениях (ГЗ-33 и ГЗ-104).

5.1.1. Внешний осмотр.

5.1.2. Опробирование.

5.1.3. Определение метрологических характеристик по частоте, уровню выходного сигнала и величине вносимого затухания для генераторов двух типов.

5.2. Сравнить полученные экспериментально характеристики с допускаемыми по норме и сделать вывод о пригодности генераторов к эксплуатации.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать следующее:

6.1. Титульный лист с указанием кафедры, наименованием работы, Ф.И.О. студента, номер учебной группы.

6.2. Цель работы.

6.3. Перечень приборов, используемых в работе.

6.4. Структурные схемы измерений.

6.5. Расчетные формулы.

6.6. Результаты расчетов.

6.7. Таблицы с результатами измерений.

6.8. Выводы.

6.9. Подпись и дата выполнения работы.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

7.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть проверено; отсутствие механических повреждений, наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений наличие плавких вставок четкость маркировки.

При наличии дефектов генератор отправляется в ремонт.

7.2. Опробование

Для опробования генератора его необходимо включить в сеть напряжением 220 В. частотой 50 Гц и после 30 — минутного прогрева проверить наличие выходного напряжения. При вращении ручки РЕГ.ВЫХ по часовой стрелке

показания встроенного в генератор измерителя уровня должны плавно увеличиваться.

При обнаружении неисправности генератор направляется в ремонт.

7.3. Определение метрологических характеристик

В процессе эксплуатации (периодически), а также после ремонта генератор подлежит проверке в соответствии с правилами Комитета стандартов, мер и измерительных приборов. При этом, все измерения производятся при нормальных условиях, основными параметрами которых являются;

- температура (20±5)С
- атмосферное давление (750±30)мм рт.ст.
- относительная влажность (65±15)%
- напряжение питающей сети (220±5)В
- частота питающей сети (50,0±0,5)Гц

7.3.1. Перед проведением проверки генератор на биениях необходимо настроить по нулевым биениям. Например, для генератора ГЗ — 104 это производится следующим образом:

— шкалу частот устанавливают на отметку "20 Гц" в секторе множителя "x1", шкалу расстройки на нулевую отметку, ручку "РЕГ. ВЫХ.1.2" — в среднее положение

— при нажатой кнопке "20 Гц" переключателя "УСТАНОВКА ШКАЛЫ" при помощи ручек "ГРУБО" и "ПЛАВНО" устанавливаются нулевые биения, фиксируемые по медленным колебаниям стрелки указателя выходного уровня (период колебаний должен составлять 3 - 10 сек).

7.3.2. Определение основной погрешности установки частоты Погрешность установки частоты определяется методом сличения показаний отсчетных устройств генератора и электронно-счетного частотомера (например 43-34) при включенной внутренней нагрузке (для генератора ГЗ-33 переключатель выходного сопротивления переводится в положение "АтТ"), и выходном напряжении $U_{\text{вых}}=10.0$ В.

Абсолютная погрешность установки частоты генератора определяется соотношением

$$\Delta f = f_r - f_0$$

Где f_r - частота, установленная на шкале генератора, Гц

f_0 - истинное значение частоты на выходе генератора (измеренное с помощью частотомера).

Относительная погрешность определяется соотношением

$$\delta_f = ((f_r - f_0) / f_0) 100\%$$

Абсолютные и относительные погрешности определяются в каждой оцифрованной точке частотного поддиапазона выбранного согласно табл.1 и сравниваются с величиной погрешности допускаемой по норме.

Табл.1

№ бригады	1	2	3	4	5	6	7	8
Множитель поддиапазона генератора (для генераторов основной частоты)	1	10	1	100	10	1	1000	100
Множитель поддиапазона (для генераторов на биениях)	10	1	100	1	10	100	1	10

Результат сравнения формулируется в виде вывода о пригодности генератора к эксплуатации.

Результаты измерений и вычислений сводятся в таблицы 2 и 3.

Определение погрешности установки частоты генератора основной частоты

Табл.2

Частота по шкале f_r ; Гц								
Измеренная частота f_0 ; Гц								
Абсолютная погрешность Δf ; Гц								
Допускаемая по норме погрешность $\Delta f_H = (0,02f+1)$; Гц (для ГЗ-33)								

Вывод:

Определение основной погрешности установки частоты генератора на биениях

Табл.3

Частота по шкале f_r ; Гц								
Измеренная частота f_0 ; Гц								
Абсолютная погрешность δ_f ; %								
Допускаемая по норме погрешность $\delta_f = (1+200/f_r); \%$ (для ГЗ-104)								

Вывод:

Для генераторов двух типов произвести записи результатов измерения частот в заданных точках шкалы. Записи результатов измерений свести в таблицу 4.

Табл.4

Частота по шкале f_r ; Гц	Абсолютная погрешность Δf ; Гц	Запись результата измерения

Определение основной погрешности измерения выходного уровня.

Погрешность измерения выходного напряжения определяется методом сличения показаний вольтметра генератора и образцового вольтметра (например, универсального цифрового В7-16) при выключенной внутренней нагрузке (переключатель выходного сопротивления генератора ГЗ-33 перево-

дится в положение "АТТ") на частоте сигнала = 50 Гц. Приведенная погрешность измерения выходного напряжения определится из соотношения

где U_r - показания вольтметра генератора

U_0 - истинное значение измеряемого напряжения (показания образцового вольтметра).

U - предельное значение шкалы вольтметра генератора, на которой осуществляется проверка.

Приведенные погрешности определяются в каждой оцифрованной точке исследуемой шкалы. Выбор предела шкалы производится согласно

Табл.5.

№ бригады	1	2	3	4	5	6	7	8
Предел шкалы вольтметра генератора ;В	1,0	3,0	0,5	10	0,3	0,1	30	10

Максимальная приведенная погрешность $\gamma_{\text{н}}$ сравнивается с допускаемой по норме $\gamma_{\text{н}}$. Результат сравнения формулируется в виде вывода о пригодности генератора к эксплуатации. Результаты измерений и вычислений сводятся в таблицы 6 и 7.

Определение погрешности измерения выходного уровня генератора основной частоты

Табл.6

Показания вольтметра генератора U_r ;В								
Показания образцового вольтметра U_0 ;В								
Приведенная погрешность γ ;%								

Допускаемая по норме приведенная погрешность $\gamma_{\text{н}} = 2.5 \%$ (для ГЗ-33)

$\gamma_{\text{max}} =$

Вывод:

Определение основной погрешности измерения выходного уровня генератора на биениях

Табл.7

Показания вольтметра генератора $U_r; В$								
Показания образцового вольтметра $U_o; В$								
Приведенная погрешность $\gamma; \%$								

Допускаемая по норме приведенная погрешность $\gamma_H = 4.0 \%$ (для ГЗ-104)

$\gamma_{max} =$

Вывод:

Для генераторов двух типов произвести записи результатов измерения выходного напряжения в заданных точках. Записи результатов измерений свести в таблицу 8.

Табл.8

Показания вольтметра генератора $U_r; В$	Абсолютная погрешность измерения $\Delta U ; В$	Запись результата измерения

7.3.4. Определение погрешности деления аттенюатора Данная погрешность определяется путем непосредственного измерения выходного напряжения генератора цифровым вольтметром (например В7-16) на частоте 1000 Гц при включенной внутренней нагрузке. Измерения выполняются в следующем порядке (на примере ГЗ-33). В положении аттенюатора " + 30 дБ ", соответст-

вующее вносимому ослаблению " 0 дБ ", по цифровому вольтметру, подключенному к выходу ГНЧ. устанавливается выходное напряжение 30 В. Затем, не изменяя положения ручек регулировки уровня, измеряют напряжение на выходе генератора во всех дискретных (оцифрованных) положениях аттенюатора. Ослабление аттенюатора рассчитывается по формуле

$$A_{\text{изм}} = 20 \lg (U_1 / U_2)$$

где U_1 - напряжение на выходе ГНЧ. соответствующее ослаблению " 0 дБ " (первоначальное положение)

U_2 - напряжение на выходе ГНЧ. соответствующее дискретным положениям аттенюатора.

Абсолютная погрешность деления (ослабления) аттенюатора определится как

$$\Delta A = A - A_{\text{изм}} \quad (\text{дБ})$$

где A - считанное по шкале значение ослабления аттенюатора дБ.

$A_{\text{изм}}$ - измеренное значение ослабления дБ. Результаты измерений и вычислений сводятся в таблицы 9 и 10.

Определение погрешности деления аттенюатора генератора основной частоты

Табл.9

Положение переключателя АТТ;дБ	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30
Величина ослабления АТТ;дБ	0	10	20	30	40	50	60
Напряжение на выходе генератора ;В							
Измеренное ослабление $A_{\text{изм}}$;дБ							
Погрешность ослабления ΔA ;дБ							

Норма погрешности ослабления аттенюатора $\mp 0,5$ дБ.

Определение погрешности деления аттенюатора генератора на биениях

Табл.10

Положение переключателя АТТ; дБ							
Величина ослабления АТТ; дБ							
Напряжение на выходе генератора ; В							
Измеренное ослабление Аизм ; дБ							
Погрешность ослабления ΔА ; дБ							

Норма погрешности ослабления аттенюатора ± 0.5 дБ (для ГЗ-104)

Вывод:

Результаты сравнения измеренных погрешностей деления с допускаемыми по норме формулируются в виде выводов к таблицам 9 и 10 о пригодности соответствующего генератора к работе.

7.3.5. Определение индексов классов точности

Полученные при проверке максимальные величины погрешностей установки частоты и выходного напряжения δ_f и γ определяют классы точности исследуемого генератора по частоте и напряжению соответственно. Значения классов точности выбирается из следующих рядов:

- по частоте $F_{0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0}$

- по напряжению $U_{1,0; 2,0; 3,5; 4,0; 6,0}$

Запись вида $F_{0,5} U_{4,0}$ носит название индекса класса точности и в приведенном примере означает, что для данного ГНЧ основная относительная погрешность установки частоты не превышает 0,5%, а приведенная погрешность измерения уровня выходного сигнала не превышает 4.0%.

7.3.5.1. Определить и записать индексы классов точности для генераторов двух типов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

П.1. Измерительный генератор ГЗ-33

П.1.1. Основные технические данные

1. Диапазон частот генератора от 2.0 до 200000 Гц покрывается 4 поддиапазонами.
2. Номинальная выходная мощность 0.5 Вт.
3. Максимальная выходная мощность 5 Вт.

4. Потребляемая мощность не более 150 ВА.
5. Погрешность генератора по частоте составляет $\mp (0.02f + 1)$ Гц.
6. Пределы плавной расстройки составляют $\mp 0,015$ Гц.
7. Выходное сопротивление генератора рассчитано на согласование нагрузки 5, 50 и 600 Ом.
8. Изменение выходного напряжения осуществляется плавно, а также с помощью аттенюатора ступенями через 10 дБ до 100 дБ относительно выходного уровня.
9. Погрешность деления аттенюатора при активной нагрузке 600 Ом не превышает:
 - а) ∓ 0.5 дБ в диапазоне частот 20-20000 Гц для затуханий от + 30 до -70 дБ;
 - б) $\mp 0,5$ дБ в диапазоне частот от 20000 до 200000 Гц для затуханий от + 30 до - 30 дБ;
 - в) ∓ 1 дБ в диапазоне частот 20000-200000 Гц для затуханий от - 40 до - 70 дБ.
10. Основная погрешность градуировки стрелочного прибора не более ∓ 2.5 % от верхнего предела измерений на частоте 50 Гц.
11. Нелинейные искажения при нагрузке 600 Ом не превышают 0.3 % при выходной мощности 0.5 Вт на частоте 400-5000 Гц.

П.1.2. Устройство и работа генератора (рис.П.1)

Генератор ГЗ-33 состоит из следующих блоков:

- а) задающий генератор;
- б) выходной усилитель;
- в) выходное устройство и аттенюатор;
- г) вольтметр;
- д) блок питания.

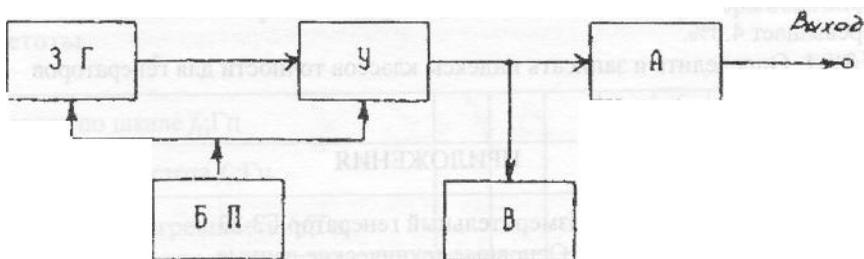


Рис.П.1. Структурная схема генератора ГЗ-33

Задающий генератор собран по реостатно-емкостной схеме и представляет собой двухламповый усилитель на резисторах, охваченный положительный

ной обратной связью, обеспечивающей баланс фаз и амплитуд. Для повышения устойчивости и уменьшения нелинейных искажений в схему введена отрицательная обратная связь. Установка частоты осуществляется конденсатором переменной емкости "ЧАСТОТА".

Плавная расстройка - потенциометром в фазировующей цепи "РАССТРОЙКА %".

Выходной усилитель имеет два каскада. Первый каскад представляет собой фазоинверсный каскад, собранный по симметричной автобалансной схеме. Второй каскад - усилитель мощности - собран по двухтактной схеме. Плавная регулировка уровня осуществляется потенциометром "РЕГУЛИРОВКА ВЫХОДА".

Выходное устройство содержит согласующий трансформатор и аттенуатор. Согласующий трансформатор служит для согласования выхода генератора с нагрузками 5,50 и 600 Ом. Переключение выхода генератора на различные нагрузки производится переключателем. При работе на сопротивление нагрузки значительно больше 600 Ом нормальная работа аттенуатора обеспечивается включением внутренней нагрузки 600 Ом при помощи тумблера. Согласующий трансформатор в это время отключается (положение "АТТ").

Вольтметр подключается ко входу аттенуатора и служит для контроля и установки напряжения. Прибор имеет две шкалы: основную на 30 В и дополнительную на 60 В. Шкалы вольтметра коммутируются переключателем.

Блок питания состоит из полупроводникового выпрямителя и электронного стабилизатора на 220 В.

П.2. Измерительный генератор ГЗ-104

П.2.1. Основные технические данные

1. Диапазон частот генератора от 20 до 40 000 Гц перекрывается одной непрерывной шкалой.
2. Основная погрешность по частоте не превышает $\pm (1 + 200/f) \%$.
3. Генератор обеспечивает расстройку по частоте в любой точке основной шкалы частот в пределах ± 100 Гц.
4. Номинальная выходная мощность 1.5 Вт.
5. Ослабление выходного напряжения осуществляется аттенуатором до 100 дБ ступенями через 10 дБ и плавно потенциометром на выходе усилителя низкой частоты.
6. Погрешность коэффициента деления аттенуатора при работе на активную нагрузку 600 Ом не превышает:
 - а) $\pm 0,5$ дБ от +30 до -30 дБ:

б) $\pm 0,8$ дБ от - 40 до -70 дБ.

7. Основная приведенная погрешность градуировки вольтметра не превышает 4% в рабочем диапазоне частот (Выход 1).

8. Коэффициент гармоник при номинальной выходной мощности не превышает 1% в диапазоне 100-4000 Гц.

9. Перестройка по частоте может производиться в ручную и автоматически от встроенного двигателя.

П.2.2. Устройство и работа генератора (рис.П.2)

Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-104 построен на принципе биений сигналов двух близких частот с выделением разностной частоты.

Перестройка частоты осуществляется изменением частоты одного из смешиваемых напряжений.

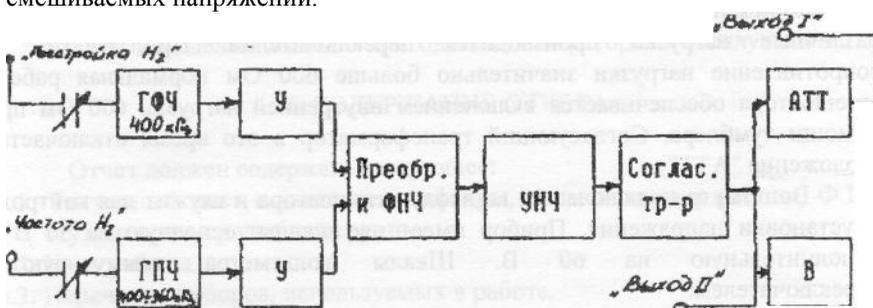


Рис.П.2. Структурная схема генератора

Источниками высокочастотных колебаний являются гетеродины. Частота генерации гетеродина 1 фиксированная и равна 400 кГц. Частота гетеродина 2 перестраивается в пределах 400-360 кГц. В генераторе имеется возможность автоматической перестройки частотного диапазона за определенное время, что позволяет автоматизировать процесс снятия частотных характеристик радиотехнических устройств.

Напряжения с выходов гетеродинов поступает на усилители.

Формирование низкочастотного сигнала происходит в преобразователе и в фильтре, который выделяет сигнал разностной частоты. Этот сигнал усиливается в УНЧ и подается на согласующий трансформатор. Переключая обмотки трансформатора, можно согласовывать выход генератора с нагрузкой 5,50,600 Ом.

Ослабление сигнала осуществляется плавно регулятором уровня, расположенного на входе усилителя, и ступенчатым аттенюатором, находящимся на выходе усилителя и работающим на 600-Омную нагрузку. Контроль выходного напряжения осуществляется при помощи встроенного вольтметра, контролирующего сигнал на входе аттенюатора или на выходе.

П.2.3. Назначение основных ручек управления

- 1) Ручка "ЧАСТОТА Гц" - для установки частоты;
- 2) ручка "РАССТРОЙКА Гц" — для расстройки частоты;
- 3) ручка "ГРУБО" - для установки шкалы грубо;
- 4) ручка "ПЛАВНО" - для установки шкалы плавно;
- 5) кнопка "20 Гц" - для установки нулевых биений на отметке "20 Гц" шкалы;
- 6) кнопка "50 Гц" - для установки нулевых биений на отметке "50 Гц" шкалы;
- 7) кнопка "РУЧН." - для работы в режиме ручной перестройки частоты;
- 8) кнопка "АВТ." - для работы в режиме автоматической перестройки частоты;
- 9) ручка "РЕГ.ВЫХ.1 и 11" — для установки выходного напряжения;
- 10) ручка "РЕГУЛИРОВКА ВЫХОДА 1 - для регулировки ослабления сигнала на выходе генератора.
- 11) кнопка "СОГЛАСОВАНИЕ ВЫХОДА" - для работы генератора на согласованную нагрузку 600 Ом;
- 12) кнопка "600Ω" — для включения внутренней нагрузки генератора 600 Ом;
- 13) кнопка "60Ω" — для подачи выходного напряжения на гнездо "ВЫХОД 1"
- 14) кнопка "50Ω" — для подачи выходного напряжения на вспомогательный выход — "ВЫХОД 11" при работе на нагрузку 50 Ом;
- 15) кнопка "5Ω" — для подачи выходного напряжения на вспомогательный выход — "ВЫХОД 11" при работе на нагрузку 5 Ом.