

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение Астраханской области
«Астраханский колледж вычислительной техники»**

Специальность 13.02.11

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Изучение электронно-счетного частотомера

по дисциплине: "Измерительная техника"

Методические рекомендации
АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Составил преподаватель:

(Цепляев В.К.)

Рассмотрено на заседании цикловой
комиссии специальности 13.02.11
"Техническая эксплуатация и
обслуживания электрического и электро-
механического оборудования в нефтяной
и газовой промышленности"

Протокол № ____ от _____

Рекомендовано для студентов.

Председатель комиссии:

(Ветлугин В.В.)

2018

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цель работы.....	3
2	Приборы и оборудование.....	3
3	Правила техники безопасности.....	3
4	Теоретическая часть.....	3
5	Порядок выполнения работы.....	7
6	Содержание отчета.....	11
7	Контрольные вопросы.....	11
8	Литература.....	11
	Приложение А. Генератор Г5-54.....	12
	Приложение Б. Частотомер ЧЗ-34А	13

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	
Разраб.	Цепляев				
Пров.	Ветлугин				
Н.контр.					
Утв.					

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

**Изучение
электронно-счетного
частотомера**
Методические рекомендации

<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
У	2	13

АКВТ

1 Цель работы

1.1 Изучение правила эксплуатации и методы измерения частоты и интервалов времени электрических сигналов электронно-счётным частотомером.

1.2 Практическое применение частотомера при поверке импульсного генератора.

2 Приборы и оборудование

2.1 Электронно-счётный частотомер ЧЗ-34А .

2.2 Генератор ГЗ - 106.

2.3 Генератор импульсов Г5-54

3 Правила техники безопасности

3.1 Соединить клемму "↓" измерительных приборов с шиной защитного заземления.

3.2 Убедиться в наличии и исправности сетевых предохранителей измерительных приборов.

3.3 Соблюдать указания мер безопасности, приведённые в руководстве по эксплуатации приборов и оборудования, применяемых в данной работе.

3.4 Соблюдать все требования техники безопасности при работе в лаборатории электротехнических измерений.

4 Теоретическая часть

4.1 Частотомеры предназначены для измерения частоты, периода синусоидальных и импульсных сигналов, счета числа импульсов, измерения длительностей временных интервалов.

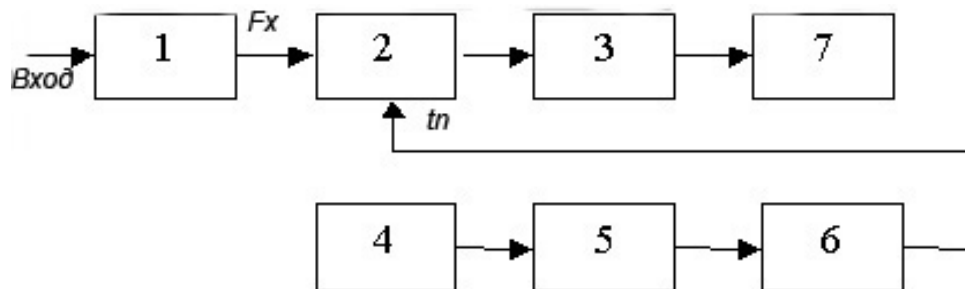
4.2 Блок-схема электронно-счетного частотомера представлена на рисунке 1.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
3



- 1 Усилитель-формирователь
- 2 Ключ
- 3 Счётчик
- 4 Задающий кварцевый генератор
- 5 Делитель частоты
- 6 Цепь управления
- 7 Цифровой индикатор

Рисунок 1 - Блок-схема электронно-счетного частотомера

4.2.1 Входной сигнал в частотомере поступает на усилитель-формирователь 1, который служит для преобразования входного напряжения в последовательности прямоугольных импульсов определенной амплитуды и длительности.

Ключ 2 предназначен для пропуска сформированных импульсов в цифровой счетчик 3 и индикатор 7 в течение определенного измерительного времени.

Длительность измерительного времени определяется цепочкой, состоящей из задающего кварцевого генератора 4, делителя частоты 5, цепи управления 6 и выбирается в зависимости от измеряемой частоты и требуемой точности измерения.

При известном измерительном времени t_n число сосчитанных импульсов N в масштабе определяет значение частоты F_x :

$$F_x = \frac{N}{t_n}$$

Измерительное время выбирается равным:

$$t_n = 10^n$$

где n - целое число.

Так, если $n = 0$, то $t_n = 1$ с и значение измеряемой частоты F_x индицируется в Гц.

4.2.2 При измерении низких частот измерительное время для получения достаточной точности должно быть выбрано очень большим, в этом случае целесообразно переходить к измерению периода.

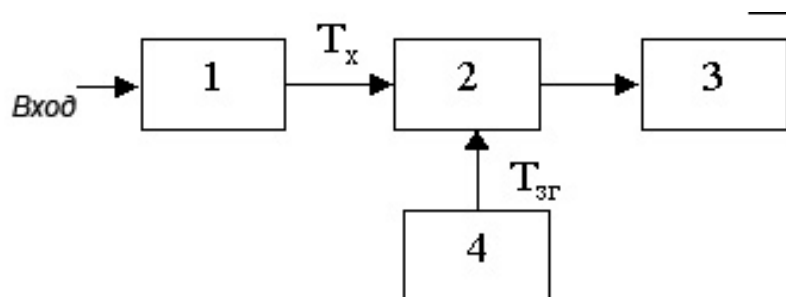
Ине. № подл.	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
4

4.3 Блок-схема электронно-счетного частотомера в режиме измерения периода представлена на рисунке 2.



- 1 Усилитель-формирователь
- 2 Ключ
- 3 Счётчик
- 4 Задающий кварцевый генератор

Рисунок 2 - Блок-схема электронно-счетного частотомера в режиме измерения периода

4.3.1 Импульсы задающего генератора 4 поступают в цифровой счетчик 3 в течение периода исследуемого сигнала

$$N = \frac{T_x}{T_{зг}} = F_{зг} \cdot T_x$$

Поскольку $F_{зг}$ - величина постоянная, число импульсов в масштабе отображает исследуемый период. Обычно для удобства выбирают $F_{зг} = 10^n$ Гц, тогда

$$N = 10^n \cdot T_x$$

4.3.2 Для уменьшения погрешностей измерения подсчитывают 10, 100, и 1000 периодов.

4.4 Многие измерительные задачи автоматики, вычислительной техники решаются измерением временных интервалов различной длительности.

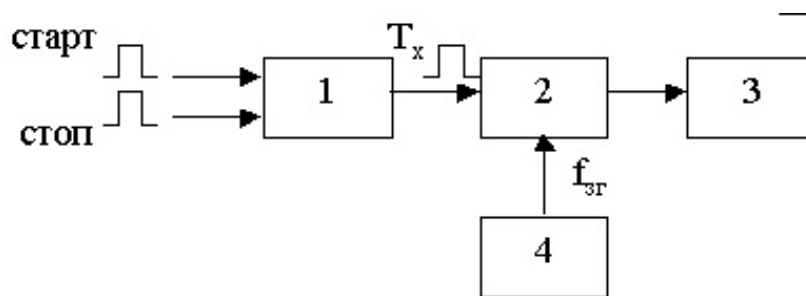
4.4.1 Измерение временных интервалов также осуществляется с помощью электронно-счетных частотомеров или измерителей временных интервалов, по блок-схеме, приведенной на рисунке 3.

4.4.2 Управляющий триггер 1 разрешает прохождение через ключ 2 в счетчик 3 импульсов задающего генератора 4 в течение измеряемого интервала времени T_x .

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР



- 1 Триггер
- 2 Ключ
- 3 Счётчик
- 4 Задающий генератор

Рисунок 3 - Блок-схема электронно-счетного частотомера в режиме измерения временных интервалов

Число импульсов, подсчитанное счетчиком, аналогичное режиму измерения периода, может быть записано как

$$N = 10^n \cdot T_x$$

4.4.3 Погрешность измерения электронносчетным частотомером в основном определяется погрешностью квантования и нестабильностью измерительного времени и в относительных единицах может быть представлена как

$$\delta = \frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta t_{и}}{t_{и}}$$

где ΔN - абсолютная погрешность счета числа импульсов N (погрешность квантования),

$\Delta t_{и}$ - нестабильность измерительного времени $t_{и}$.

4.5 Погрешность современных электронносчетных частотомеров составляет величину порядка $10^{-5} - 10^{-8} \%$.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
6

5 Порядок выполнения работы

5.1 Подготовку электронно-счетного частотомера к проведению измерений производить в следующей последовательности.

5.1.1 Включить тумблер "Сеть".

5.1.2 Переключатель режима работы поставить в положение "Контроль" и прогреть прибор.

5.1.3 Переключатель уровня входного сигнала поставить в соответствующее положение при неизвестном уровне входного сигнала, переключатель поставить в положение, допускающее прохождение входного сигнала с наибольшим уровнем.

5.1.4 Подключить на вход цифрового частотомера исследуемый сигнал, переключатель режима работы поставить в положение соответствующего режима работы:

- FA - измерение частоты;
- ТВ - измерение периода;
- непр.счет. - измерение числа импульсов;
- Δt - измерение временного интервала.

5.1.5 Длительность индикации и время измерений установить в зависимости от условий проведения измерений и необходимой точности результатов измерений.

5.1.6 Переключатель уровня входного сигнала поставить в положение, обеспечивающее стабильный режим измерения.

5.1.7 Генератор импульсов Г5-54 установить в режим внутреннего запуска.

5.2 Перечень операций, которые проводятся при поверки генератора импульсов Г5-54 с помощью электронно-счетного частотомера в данной работе:

- определение частоты повторения основных импульсов и погрешности ее установки
- определение длительности основных импульсов и погрешности их установки.

5.3 Определение частоты повторения основных импульсов и погрешности ее установки производится в следующей последовательности.

5.3.1 Собрать схему измерения, изображённую на рисунке 4.

5.3.2 Выбрать режим работы электронно-счетного частотомера - FA - измерение частоты

5.3.3 Проверка частоты повторения производится в 3 точках белой шкалы и 3 точках черной шкалы генератора на всех поддиапазонах при длительности основного импульса 1 мкс.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
7

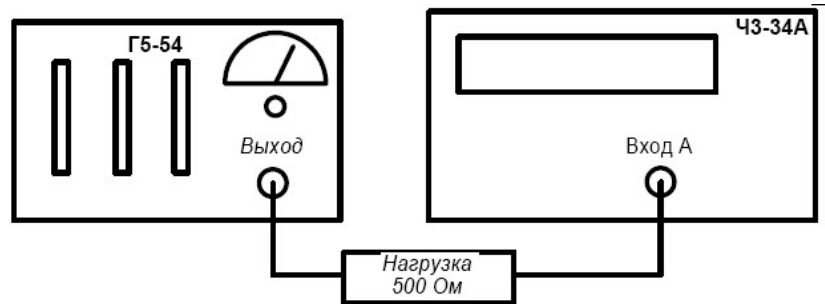


Рисунок 4 - Схема измерения частоты повторения основных импульсов

Погрешность установки частоты в процентах определяется по формулам:

$$\Delta F = (F_0 - F_{\text{изм}})$$

$$\delta F = \frac{\Delta F}{F_0} \cdot 100$$

где ΔF - разность между установленной и измеренной частотами, Гц;

$F_{\text{изм}}$ - измеренная частота, Гц.

F_0 - установленная частота, Гц.

5.3.4 Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1.

5.3.5 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если выполняются требования п. 3.10 технического описания генератора импульсов Г5-54.

5.4 Определение длительности основных импульсов и погрешности ее установки производится в следующей последовательности.

5.4.1 Собрать схему измерения, изображённую на рисунке 5.

5.4.2 Выбрать режим работы электронно-счетного частотомера -- измерение длительности импульса.

5.4.3 Длительность импульса измеряется в 3 точках белой шкалы и в 3 точках черной шкалы во всех соответствующих этим шкалам поддиапазонах на частотах повторения генератора импульсов Г5-54 согласно таблице 2.

5.4.4 Измерения производятся при среднем положении плавной регулировки амплитуды основного импульса генератора импульсов Г5-54 и нажатой кнопкой "x0,3".

5.4.5 При измерениях должна быть нажата одна из кнопок поддиапазона "x0,1" переключателя ВРЕМЕННЫЙ СДВИГ генератора импульсов Г5-54.

5.4.6 Погрешность установки длительности импульсов в процентах определяется по формулам:

$$\Delta \tau_n = (\tau_o - \tau_n)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
8

$$\delta_{\tau} = \frac{(\tau_o - \tau_{и})}{\tau_o} \cdot 100$$

где $\tau_{и}$ - измеренное значение длительности импульса, мкс;

τ_o — установленное значение длительности импульса, мкс.

5.4.7 Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 3.

Таблица 1 - Результаты измерения частоты генератора.

Установленная частота генератора $F_0, \text{Гц}$	Погрешность установки частоты генератора по ТУ, $\pm 0,1F_0$	Измеренная частота генератора $F_{изм}, \text{Гц}$	$\Delta F, \text{Гц}$	$\delta F, \%$	Заключение о соответствии

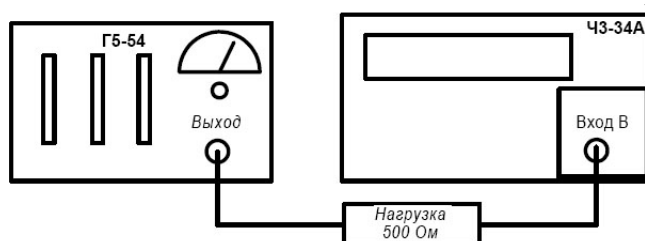


Рисунок 5 - Схема измерения длительности импульса

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
9

Таблица 2 - Соответствия шкалам поддиапазона частот повторения генератора импульсов Г5-54

Поддиапазон		Частота повторения, кГц
Множитель	Цвет кнопки	
x0,1	Белая Чёрная	1,0
x1	Белая Чёрная	1,0
x10	Белая Чёрная	0,1
x10 ²	Белая Чёрная	0,01

Таблица 3- Результаты измерения длительности импульса генератора.

Установленная длительность основного импульса генератора τ_0 , мкс	Погрешность установки длительности импульса генератора по ТУ, $\pm(0,1\tau+0,03\text{мкс})$	Измеренная длительность основного импульса генератора $\tau_{и}$, мкс	$\Delta\tau_{и}$, мкс	δ_{τ} , %	Заключение о соответствии

Ине. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
10

6 Содержание отчёта

- 6.1 Цель работы.
- 6.2 Приборы и оборудование с краткими техническими характеристиками.
- 6.3 Выполнение рабочего задания по пунктам.
 - 6.3.1 В каждом пункте необходимо отразить:
 - а) наименование раздела;
 - б) упрощённая схема проверки;
 - в) таблицы измерений;
- 6.4 Выводы о проделанной работе.

7 Контрольные вопросы

- 7.1 Что такое погрешность квантования ?
- 7.2 Почему важна высокая стабильность частоты задающего генератора в цифровом частотомере ?
- 7.3 В чем заключаются основные преимущества цифровых приборов по сравнению с аналоговыми ?
- 7.4 Какие разновидности аналого-цифрового преобразования используются в цифровых частотомерах ?

8 Литература

- 8.1 Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. - М. Высшая школа, 1982.
- 8.2 Измерения в электронике. Справочник./Под ред. В. А. Кузнецова. - М. Энергоатомиздат, 1987.
- 8.3 Хрусталева З.А. Электротехнические измерения. -М: «КноРус», 2011 г.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
11

Приложение А

Генератор Г5-54

А.1 Генератор Г5-54 источник простых видов выходных последовательностей импульсов.

А.2 Генератор Г5-54 применяется для исследования различных радиотехнических устройств.

А.3 Основные технические характеристики генератора Г5-54:

а) частота (период) повторения: 0,01 Гц-100 кГц;

б) погрешность установки частоты: 0,1F;

в) максимальная амплитуда импульса: 50 В (500 Ом);

г) погрешность установки амплитуды: $0.1U + K \times 1$ В;

д) длительность импульсов: 0,1-1000 мкс;

е) неравномерность вершины импульса и исходного уровня в паузе между импульсами: менее 5 %;

ж) временной сдвиг основного импульса относительно синхроимпульса: 0-1000 мкс;

и) потребляемая мощность: 50 ВА;

к) масса: 6 кг;

л) габариты: 370x227x185 мм.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приложение Б
Частотомер ЧЗ-34А

Б.1 Назначение частотомера ЧЗ-34А.

Частотомер электронно-счетный ЧЗ-34А предназначен для измерения частоты, периода электрических колебаний, интервалов времени, отношения частот синусоидальных и импульсных сигналов.

Б.2 Особенности частотомера ЧЗ-34А:

- а) измерение частоты синусоидальных сигналов (от 10Гц до 120МГц);
- б) измерение частоты импульсных сигналов (от 10Гц до 20МГц);
- в) измерение периода электрических колебаний (от 10мкс до 100с);
- г) измерение интервалов времени (от 0,1мкс до 100с);
- д) измерение отношения частот синусоидальных и импульсных сигналов;
- е) измерение выдачи сигнала импульсной (от 0,1Гц до 10МГц) и синусоидальной формы (10МГц);
- ж) автоматический и ручной запуск.

Б.3 Технические характеристики:

- а) диапазон измеряемых частот - 10Гц-120МГц (0,12ГГц-4ГГц с блоком ЯЗЧ-51);
- б) диапазон частот при измерении периода - 0,01Гц-100кГц;
- в) погрешность измерения:
 - частоты - $\pm\delta_0 \pm 1$ ед. сч.,
 - периода - $\pm\delta_0 \pm ((3 \cdot 10^{-3})/n \pm f_{вх}/(f_{такт} \cdot n))$;
 где $\delta_0 = \pm 10^{-7}$ - погрешность основного внутреннего генератора;
- г) диапазон измеряемых интервалов времени - 10^{-7} с- 10^2 с;
- д) пределы измерения отношения частот - (10Гц-20МГц)/(0,01Гц-100кГц);
- е) напряжение входного сигнала :
 - синусоидального - 0,1В-100В;
 - импульсного - 0,5В-100В;
- ж) нестабильность частоты кварцевого генератора за 1 сутки - $\pm 5 \cdot 10^{-9}$;
- и) входной импеданс:
 - при измерении частоты - 15 кОм/80пФ;
 - при измерении периода - 1 кОм/100пФ;
- к) потребляемая мощность - 100В·А;
- л) габаритные размеры - 480x120x420мм;
- м) масса - 22кг.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0013МР

Лист
13