

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

Специальность 13.02.11

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Изучение импульсного генератора

по дисциплине: "Измерительная техника"

Методические рекомендации
АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

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.....	9
6	Содержание отчёта.....	14
7	Контрольные вопросы.....	14
8	Литература.....	14
	Приложение А. Генератор Г5-54.....	15
	Приложение Б. Осциллограф С1-72.....	16
	Приложение В. Частотомер ЧЗ-34А.....	17

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Ине. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Ине. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Цепляев			
Пров.	Ветлугин			
Н.контр.				
Утв.				

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

**Изучение
импульсного генератора**
Методические рекомендации

Лит.	Лист	Листов
	2	17

АКВТ

1 Цель работы

1.1 Изучить принцип действия и структурную схему импульсного генератора.

1.2 Получить навыки работы с импульсным генератором и измерения его выходных параметров.

1.3 Дать анализ полученных результатов и сделать вывод о проделанной работе.

2 Приборы и оборудование

2.1 Генератор импульсов Г5-54.

2.2 Электронносчетный частотомер ЧЗ-34А.

2.3 Осциллограф С1-72.

3 Правила техники безопасности

3.1 Приборы заземлить перед началом работы.

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

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

4 Теоретическая часть

4.1 Измерительные генераторы импульсных сигналов обычно выдают импульсы прямоугольной формы, основные параметры которых можно регулировать в некоторых пределах.

4.2 Генераторы используются для проверки и настройки различной электронной аппаратуры, работающей в импульсном режиме.

Кроме того, генераторы импульсов могут быть использованы при измерении параметров интегральных микросхем.

4.3 Основные параметры импульсного сигнала (см. рисунки 1 и 2).

Метрологические характеристики импульса устанавливаются в соответствии с ГОСТ 16465-70:

- длительность импульса на уровне 0,5 его высоты, τ ;
- фронт, τ_{ϕ} - соответствует времени нарастания импульса от $0,1U_m$ до $0,9U_m$;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
3

- срез, τ_c - соответствует времени убывания импульса от $0,9U_m$ до $0,1U_m$;
- амплитуда, U_m ;
- период следования, T_n ;
- частота, F_n ;
- задержка, t_3 ;
- неравномерность вершины, h_n ;
- скважность импульсов, $q = \frac{T_n}{\tau}$;
- коэффициент заполнения, $\gamma = \frac{\tau}{T_n}$;
- выбросы на вершине h_1 и в паузе h_2 импульса - кратковременные изменения мгновенного значения импульсного напряжения на участке установления вершины и на участке спада импульса от линий, определяющих вершину импульса и его основание соответственно.

Они выражаются в процентах от значения амплитуды импульса.

4.4 Импульс считается прямоугольными, если выполняется условие:

$$\tau_{\phi} + \tau_c < \tau$$

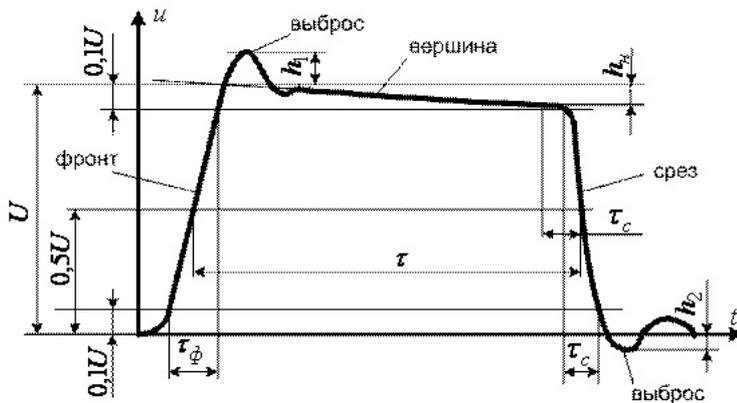


Рисунок 1- Реальная форма одиночного импульса

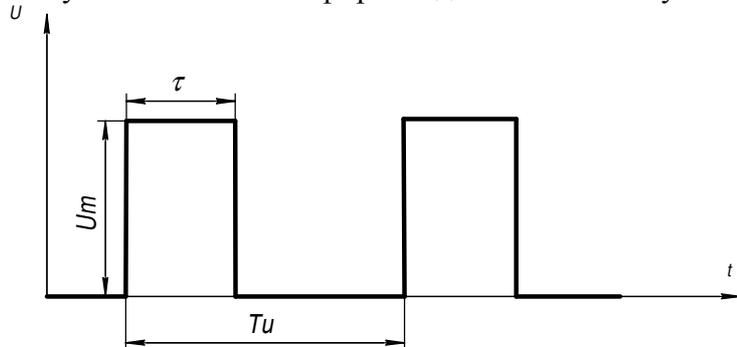


Рисунок 2 - Последовательность импульсного сигнала

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

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

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
4

4.5 Классификация генераторов импульсов.

В зависимости от выходной последовательности основных импульсов генераторы импульсных сигналов делятся на генераторы:

- одинарных импульсов;
- парных импульсов;
- кодовых пакетов;
- кодовых комбинаций;
- псевдослучайных последовательностей импульсов с программным и ручным управлением параметрами.

По числу каналов генераторы подразделяются на:

- одноканальные;
- многоканальные.

4.6 Структурная схема генератора импульсов.

4.6.1 Структурная схема одноканального генератора импульсов приведена на рисунке 3.

4.6.2 Выходная последовательность импульсов с заданными параметрами формируется на выходе основные импульсы - ОИ.

Кроме этой последовательности, на выходе СИ формируется другая последовательность импульсов синхроимпульсов.

4.6.3 Возможны три режима запуска генератора импульсов:

- внутренний;
- внешний;
- однократный.

Первые два режима обеспечивают формирование на выходе генератора периодических импульсных последовательностей, третий - формирование только одного импульса.

4.6.4 При внутреннем запуске верхний ключ на входе блока синхронизации, обозначенный квадратом с точкой, замкнут, остальные разомкнуты. К блоку синхронизации будет подключен задающий (внутренний) генератор.

4.6.5 Режим внешней синхронизации устанавливается при нажатии соответствующего ключа с обозначением импульса положительной полярности, отрицательной полярности или синусоиды. В этом случае задающий генератор отключается, а на вход СИ блока синхронизации должен быть подан сигнал от внешнего генератора, например, аналогичного генератора импульсов.

Име. № подл.	Подп. и дата
Взам. име. №	Име. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
5

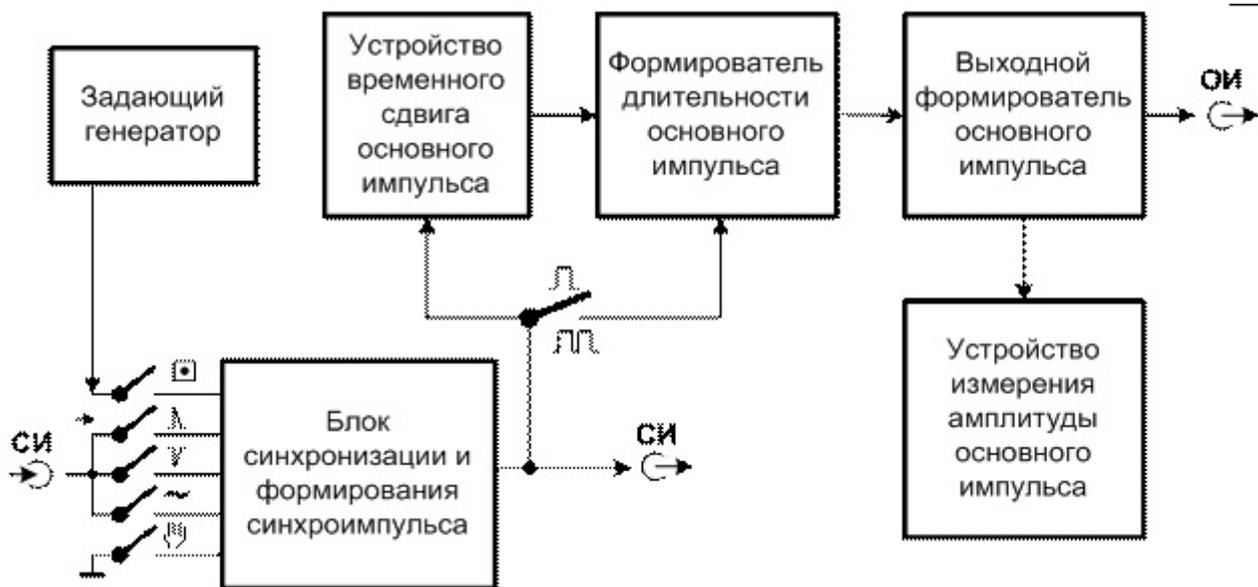


Рисунок 3 - Структурная схема генератора импульсов

4.6.6 Форма сигнала, поступающего от внутреннего или внешнего генератора, может быть синусоидальной или импульсной.

Частота колебаний этого сигнала определяет частоту (период T) повторения основных импульсов и импульсов синхронизации.

4.6.7 Блок синхронизации преобразует сигналы, поступающие на его вход, в последовательность коротких импульсов, частота следования которых равна частоте входного сигнала.

При этом из напряжения от внешнего генератора короткие импульсы формируются:

- по фронту импульса положительной полярности;
- по фронту импульса отрицательной полярности;
- по перепаду напряжения синусоидальной формы.

4.6.8 Формирование только одного периода выходного сигнала осуществляется путем кратковременного нажатия кнопки ручного запуска на входе блока синхронизации, обозначенной в виде руки.

4.6.9 Импульсы с выхода блока синхронизации используются для формирования основных импульсов, а также поступают на выход синхроимпульсов СИ для синхронизации внешних устройств, например, генераторов, осциллографов.

4.6.10 Устройство временного сдвига в режиме формирования последовательности одиночных импульсов обеспечивает появление основного

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

импульса на выходе ОИ относительно синхроимпульса на выходе СИ, в режиме формирования последовательности парных импульсов задержку второго основного импульса пары относительно синхроимпульса.

Надо помнить, что значение временного сдвига не должно превышать при формировании последовательности одиночных импульсов периода основных импульсов. При формировании последовательности парных импульсов величина должна принимать значения в пределах .

4.6.11 Устройство формирования длительности основного импульса обеспечивает формирование основных импульсов необходимой регулируемой длительности. Иногда регулируются также длительность фронта и среза.

4.6.12 Выходной формирователь обеспечивает требуемую (регулируемую) амплитуду основных импульсов на выходе, изменение их полярности и согласование устройства формирования длительности основного импульса и нагрузки.

4.6.13 Контроль установленного значения амплитуды основных импульсов на выходе осуществляется с помощью устройства измерения амплитуды, которое обычно представляет собой амплитудный вольтметр.

4.6.14 С помощью аттенюатора в схеме выходного формирователя осуществляется уменьшение установленной амплитуды импульсов в необходимое число раз. Обычно аттенюатор позволяет ослабить сигнал до 40 - 50 дБ, а в некоторых генераторах до 100 дБ.

4.6.15 Одним из важных параметров генераторов импульсов является выходное сопротивление, которое может составлять 50, 75, 500 и 1000 Ом, что должно учитываться при подборе их нагрузки во избежание искажения формы импульсов.

4.6.16 Двухканальный генератор имеет общие для каждого канала задающий генератор и блок синхронизации и отдельные устройства формирования временного сдвига, формирователи длительности импульса и его амплитуды.

Кроме того, двухканальный генератор импульсов можно создать с использованием двух рассмотренных выше одноканальных генераторов. Для этого первый генератор работает в режиме внутреннего запуска. Синхроимпульс первого генератора подается на вход СИ второго генератора, включенного в режим внешнего запуска. Таким образом, оба генератора будут работать от одного задающего генератора, то есть синхронно. Схемы регулируемых задержек, имеющих в обоих каналах, позволяют регулировать временной сдвиг между выходными импульсами первого и второго каналов.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
7

4.6.17 Диапазон основных технических характеристик импульсных генераторов:

- длительность импульсов от долей наносекунд до единиц секунд;
- частота повторения от сотых долей герца до сотен мегагерц;
- амплитуда импульса от долей вольта до десятков вольт;
- погрешность установки параметров импульсных сигналов в большинстве моделей 10 %, у некоторых прецизионных генераторов 10^{-2} - 10^{-4} % по временным параметрам.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<i>АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

5 Порядок выполнения работы

5.1 Провести измерения частоты следования выходных импульсов генератора в следующем порядке.

5.1.1 Собрать схему измерения согласно рисунку 4.

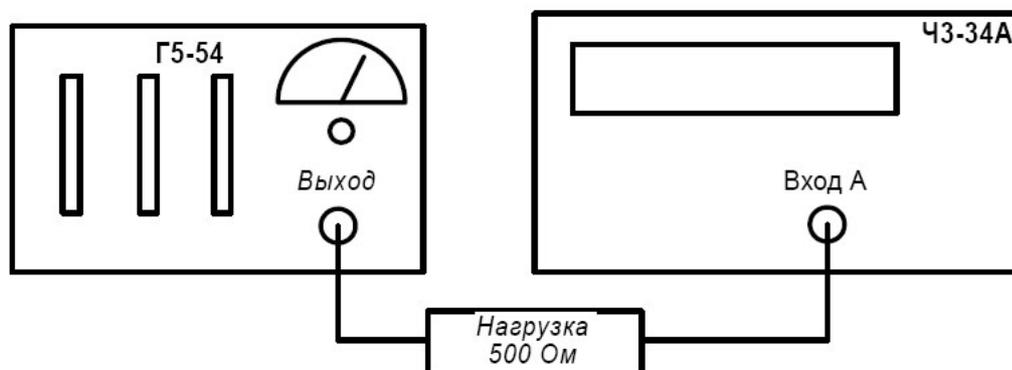


Рисунок 4 - Схема измерения частоты следования выходных импульсов генератора

5.1.2 Устанавливая значения частот выходных импульсов на генераторе Г5-54 указанные в таблице 1, снять показания частотомера ЧЗ-34А.

Длительность выходного импульса положительной полярности установить в пределах 5- 10 мкс.

Таблица 1- Результаты измерения частоты выходного сигнала

Параметр	Частота выходных импульсов генератора F_r , кГц								
	0,1	0,5	1,0	12,0	30,0	40,0	50,0	70,0	90,0
$F_{изм}$, кГц									
ΔF , кГц									
δ_F , %									

5.1.3 Расчётные формулы:

а) вычисление абсолютной погрешности Δ_F измерения частоты:

$$\Delta_F = F_r - F_{изм}$$

где F_r - частота выходных импульсов генератора Г5-54;

$F_{изм}$ - показания цифрового частотомера ЧЗ-34А.

б) вычисление относительной погрешности δ_F измерения частоты:

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

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

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
9

$$\delta_F = \frac{\Delta F}{F_r} 100$$

5.1.4 Построить график зависимости относительной погрешности δ_F от частоты F .

5.2 Провести измерения амплитуды и длительности выходного сигнала генератора электронным осциллографом.

5.2.1 Собрать схему измерения согласно рисунку 5.

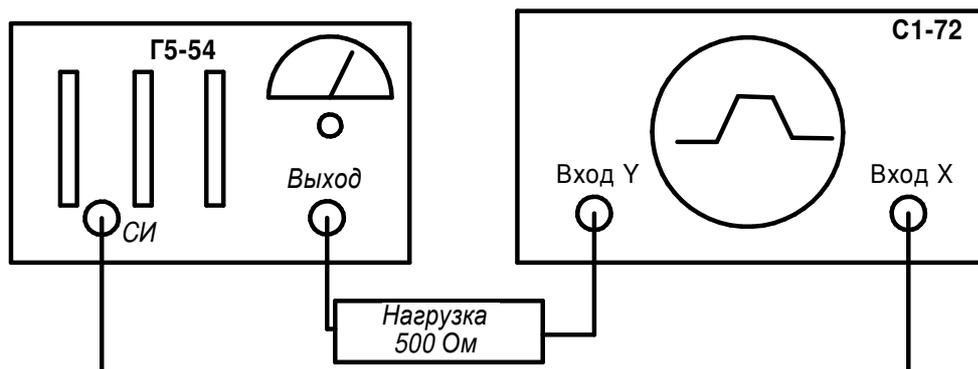


Рисунок 5 - Схема измерения амплитуды и длительности выходного сигнала

5.2.2 Получить на экране осциллографа изображение импульсной последовательности с генератора импульсов, установив на нем параметры, применив внешний запуск развертки осциллографа импульсом с гнезда “синхроимпульсы” генератора Г5-54:

а) при измерении амплитуды импульса - частота F_r - 10 кГц, длительность импульса $\tau = 5$ мкс;

б) при измерении длительности импульса - амплитуды импульса $U_r = 2$ В, частота F_r - 1 кГц.

5.2.3 Провести измерение следующих параметров импульсной последовательности генератора:

а) амплитуду импульса, используя калиброванные значения коэффициентов отклонения.

Сравнить ее с показанием вольтметра генератора с учетом включенного коэффициента ослабления.

Отклонение луча l_y на экране будет пропорционально подаваемому на вход Y сигнала и будет характеризоваться коэффициентом отклонения $K_{откл}$, используя который можно определить амплитуду (размах) входного сигнала (см. рисунок 6):

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
10

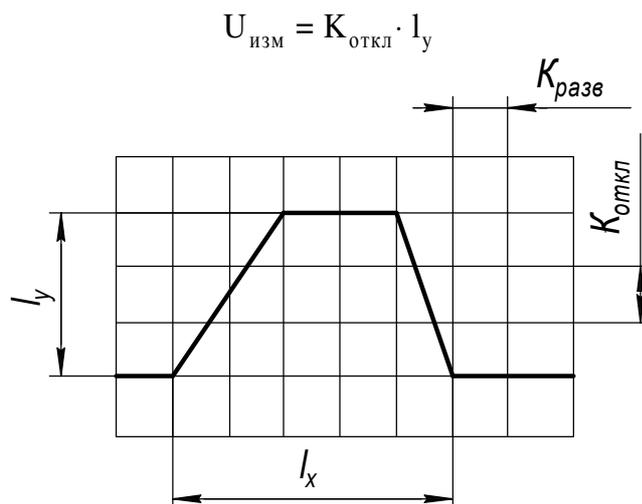


Рисунок 6 - Измерение амплитуды и длительности выходного импульса осциллографом

Оценить точность измерения.

Результат измерения представить в виде $U_{\text{имп}} = U_{\text{из}} \pm \Delta U$ с учетом правила округления. Результаты измерений свести в таблицу 2.

Таблица 2- Результаты измерения амплитуды выходного сигнала

Параметр	Амплитуда выходного импульсного сигнала по шкале генератора $U_r, В$			
	0,6	2,0	6,0	20,0
$K_{\text{откл}}, В/дел$				
$I_y, дел.$				
$U_{\text{изм}}, В$				
$\Delta_A, В$				
$\delta_A, \%$				

б) длительности импульсов с помощью калиброванной развертки.

При измерении длительности импульса необходимо “растянуть” его по горизонтали до величины не менее 0,4 размера экрана и, измерив на экране размер импульса I_x по уровню 0,5 амплитуды, определить длительность импульса (см. рисунок 5):

$$\tau_{\text{имп}} = K_{\text{разв}} \cdot I_x$$

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

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист 11

Данные измерений свести в таблицу 3, соблюдая правила округления.

Таблица 3 - Результаты измерения длительности выходных импульсов

Параметр	Длительность выходных импульсов по шкале генератора τ , мкс				
	1.0	10.0	30.0	100.0	300.0
$K_{\text{разв}}$, мкс\дел					
I_x , дел.					
$\tau_{\text{изм}}$, мкс					
Δ_{τ} , мкс					
δ_{τ} , %					

5.2.4 Оценка погрешностей измерений.

а) Измерение амплитуды импульса

Поскольку определение амплитуды импульса относится к косвенным измерениям и определение погрешности производится на основании узаконенных правил.

Вычисляя частные погрешности путем нахождения частных производных, и переходя к относительным погрешностям, получим

$$\delta_A = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_K^2}$$

где δ_A - относительная погрешность измерения амплитуды импульса,

δ_1 - относительная погрешность измерения отклонения (размер импульса по вертикали,

δ_K - предел допустимой основной погрешности коэффициента канала вертикального отклонения (см. технические данные на осциллограф).

В свою очередь визуальная погрешность измерения отрезка по ГОСТ на электронно-лучевые осциллографы составляет:

$$\delta_1 = \frac{0,4q}{l}$$

где q - толщина луча на экране осциллографа, мм;

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

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

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
12

l - измеренное отклонение, мм.

Абсолютное значение погрешности определить по формуле:

$$\Delta_A = \delta_A \cdot U_{\text{изм}}$$

б) Измерение длительности импульса.

Относительная погрешность измерения временного интервала определится:

$$\delta_\tau = \sqrt{\delta_l^2 + \delta_K^2}$$

где δ_l – относительная погрешность измерения отклонения луча (длительности импульса);

δ_K – предел допускаемой основной погрешности коэффициента развертки.

Значение абсолютной погрешности измерения длительности импульса, периода повторения определится:

$$\Delta_\tau = \delta_\tau \cdot \tau_{\text{изм}}$$

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата	АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6 Содержание отчёта

6.1 Наименование работы.

6.2 Цель работы.

6.3 Приборы и оборудование.

6.4 Выполнение работы:

6.4.1 Схемы измерений.

6.4.2 Таблицы результатов измерений.

6.4.3 Расчётные формулы и осциллограммы сигнала при измерении амплитуды и длительности импульса.

6.4.5 График зависимости относительной погрешности δ_F от частоты F.

6.5 Основные технические характеристики измерительных приборов, применённых в работе.

6.6 Выводы о проделанной работе.

7 Контрольные вопросы

7.1 Классификация импульсных генераторов.

7.2 Структурная схема импульсного генератора, назначение основных узлов.

7.3 Применение импульсных генераторов.

7.4 Параметры прямоугольных импульсов.

7.5 Основные технические данные генератора Г5-54

7.6 Назначение органов управления генератора Г5-54.

8 Литература

8.1 Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. - М. Дрофа, 2005.

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.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Приложение Б

Осциллограф С1-72

Б.1 Осциллограф С1-72 предназначен для исследования сигналов с амплитудой 40 мВ - 60 В и длительностью 0,2 мкс - 0,5 с.

Б.2 Портативность прибора позволяет широко использовать его для ремонта и обслуживания различных радиотехнических и электронных устройств.

Б.3 Технические данные осциллографа С1-72

Б3.1 Канал вертикального отклонения:

- а) полоса пропускания - 0-10 МГц;
- б) время нарастания переходной характеристики - 35 нс;
- в) коэффициент отклонения - 20мВ/дел. -10В/дел.;
- г) погрешность - $\pm 5\%$;
- д) входное сопротивление - 1 МОм, 40 нФ; 10 МОм, 15 пФ (с выносным делителем).

Б3.2 Канал горизонтального отклонения:

- а) коэффициент развёртки - 0,05мкс/дел. -50мс/дел.;
- б) погрешность - $\pm 5\%$.

Б3.3 Канал синхронизации:

- а) внутренняя - при изображении 6 мм и более (до 10 МГц);
- б) внешняя - сигналами амплитудой 0,3-3 В и частотой до 10 МГц;
- в) погрешность - $\pm 5\%$.

Б3.4 Тип индикатора - электронно-лучевая трубка 8ЛО4И, рабочая часть экрана - 30x60 мм.

Б3.5 Питание - от сети 220 В, 50 Гц; 115 или 220 В, 400 Гц; от источника постоянного тока 24 В; 0,75 А.

Б3.6 Потребляемая мощность - 35 ВА.

Б3.7 Габаритные размеры - 225x140x60 мм.

Б3.8 Масса - 8,5 кг.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

АКВТ.13.02.11.ЛР34.0009МР

Лист
16

Приложение В
Частотомер ЧЗ-34А

В.1 Назначение частотомера ЧЗ-34А:

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

В.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

В.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.ЛР34.0009МР