

Перв. примен.	Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Астраханской области «Астраханский колледж вычислительной техники»				Специальность 09.02.01				
	Справ. № ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА Исследование дополнительной погрешности прибора по дисциплине: «Цифровая схемотехника» Методические рекомендации АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР								
Подп. и дата	Составил преподаватель:				(Цепляев В.К.)				
	Рассмотрено на заседании цикловой комиссии по специальности 09.02.01 Протокол № от « » _____ 201_ г. Рекомендовано для студентов								
Взам. инв. №	Председатель цикловой комиссии:				(Сботова А.Г.)				
Подп. и дата	2018								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР			
	Разраб.	Цепляев				Исследование дополнительной погрешности прибора Методические указания	Лит.	Лист	Листов
	Пров.							1	15
	Н.контр.						АКВТ		
	Утв.								
Копировал							Формат А4		

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 отчёта..... 9

7 Контрольные вопросы..... 9

8 Литература..... 9

Приложение А.Мультимер АМ-1152..... 10

Приложение Б. Генератор ГЗ-122..... 14

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР	Лист
						2

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 Изучение и анализ погрешностей измерений.
- 1.2 Исследование дополнительной погрешности измерительного прибора.

2 ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

- 2.1 Мультимер АМ-1152.
- 2.2 Генератор ГЗ-112.

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 Погрешности измерения - отклонение результатов измерения от истинного значения измеряемой величины.

В самом общем случае ошибка измерения - случайная величина. Закон распределения случайной величины получить сложно или невозможно, поэтому используют различные оценки случайной величины. Предел достижимости точности определяется принципом неопределенности и дискретным строением материи.

4.2 Инструментальная погрешность (погрешность инструмента) обуславливается погрешностью примененных средств измерений.

Например, погрешность из-за неточной градуировки измерительного прибора.

4.3 Субъективная погрешность обуславливается несовершенством органов чувств оператора.

Например, погрешность при измерении частоты методом биений со слуховым контролем.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					Лист
										3

Копировал

Формат А4

4.4 Основная погрешность - погрешность, возникающая в нормальных условиях применения средства измерения (температура, влажность, напряжение питания и др.), которые нормируются и указываются в стандартах или технических условиях.

4.5 Дополнительная погрешность обуславливается отклонением одной или нескольких влияющих величин от нормального значения.

Например, изменение температуры окружающей среды, изменение влажности, колебания напряжения питающей сети.

Значение дополнительной погрешности нормируется и указывается в технической документации на средства измерения.

Дополнительные погрешности нормируются указанием коэффициентов влияния изменения отдельных влияющих величин на изменение показаний. Часто в выражении для коэффициента влияния изменения показаний указывается в долях основной погрешности.

Хотя фактически эти функции влияния, как правило, нелинейны (на что указывает ГОСТ 8.009 84, который рекомендует указывать функцию влияния влияющих величин на дополнительную погрешность), для простоты вычислений на практике до настоящего времени их приближенно считают линейными и возникающие дополнительные погрешности определяют как

$$\Delta_{\text{доп}} = h\Delta_q$$

где h - коэффициент влияния;

Δ_q - отклонение влияющих факторов от значений, указанных в нормальных условиях.

Таким образом определяют дополнительные погрешности для всех влияющих величин.

При технических однократных измерениях параметров производственных процессов дополнительные погрешности могут задаваться своими границами с учетом возможных влияющих величин.

Пределы допускаемых дополнительных погрешностей устанавливают в виде:

- а) постоянного значения для всей рабочей области влияющей величины;
- б) отношения предела допускаемой дополнительной погрешности, соответствующего регламентированному интервалу влияющей величины, к этому интервалу;
- в) предельной функции влияния;
- г) функциональной зависимости пределов допускаемых отклонений от номинальной функции влияния.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					Лист
										4

4.6 Систематическая погрешность - постоянная или закономерно изменяющаяся погрешность при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях измерения.

Например, погрешность, возникающая при измерении сопротивления ампервольтметром, обусловленная разрядом батареи питания.

Систематическая составляющая основной погрешности при одном и том же значении информативного параметра входного сигнала в неизменных условиях применения остается постоянной или изменяется настолько медленно, что ее изменениями за время измерения можно пренебречь, или изменяется по определенному закону, если условия меняются.

4.7 Случайная погрешность - погрешность измерения, характер изменения которой при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях случайный.

Например, погрешность отсчета при нескольких повторных измерениях.

4.8 Грубая погрешность (промах) - погрешность измерения, которая существенно превышает ожидаемую в данных измерениях.

4.9 Статическая погрешность - погрешность при измерении постоянной по времени величины.

Например, погрешность измерения неизменного за время измерения напряжения постоянного тока.

4.10 Динамическая погрешность - погрешность измерения изменяющейся во времени величины.

Например, погрешность измерения коммутируемого напряжения постоянного тока, обусловленная переходными процессами при коммутации, а также ограниченным быстродействием измерительного прибора.

4.11 Абсолютная погрешность измерения абсолютная погрешность - разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{действ}}$$

$X_{\text{действ}}$ - действительное значение, полученное с помощью образцовых средств. Значение абсолютной погрешности может быть положительным и отрицательным.

Абсолютная погрешность выражается в единицах измеряемой величины.

4.12 Относительная погрешность измерения относительная погрешность - отношение абсолютной погрешности измерения абсолютная погрешность к истинному значению измеряемой величины $X_{\text{ист}}$:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					Лист
										5

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{ист}}} 100\%$$

Относительная погрешность - безразмерная величина. Поскольку истинное значение измеряемой величины неизвестно, то практически используют действительное значение измеряемой величины $X_{\text{действ}}$, и тогда погрешность определяется как разность между измеренным $X_{\text{ист}}$ и действительным значением $X_{\text{действ}}$.

Действительное значение находят экспериментально, путем применения более точных методов и средств измерений. Обычно за действительное значение принимают показания образцовых средств измерения.

Значение относительной погрешности относительная погрешность на практике определяется как отношение абсолютной погрешности к действительному значению:

4.13 Приведенная погрешность измерения - это отношение абсолютной погрешности абсолютная погрешность к нормирующему значению X_n :

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_n} 100\%$$

Нормирующее значение X_n - это установленное значение ширины диапазона или определенное значение, к которому относится выражение значения характеристики.

Нормирующее значение X_n принимается равным:

а) конечному значению диапазона измерений - для приборов с односторонней шкалой;

б) сумме конечных значений диапазона измерений - для приборов с двухсторонней шкалой;

в) разности конечного и начального значений диапазона - для приборов с безнулевой шкалой.

При логарифмическом, гиперболическом и степенном характере шкалы прибора приведенную погрешность выражают в процентах от длины шкалы.

4.14 Погрешность прибора в реальных условиях его эксплуатации называется эксплуатационной и складывается из его основной погрешности и всех дополнительных.

$$\Delta_{\text{экс}} = \Delta_0 + \sum_{i=1}^n \Delta_{i \text{ доп.}}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					Лист
										6

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1 Ознакомиться с техническим описанием приборов, применяемых в данной работе, и выписать для отчета следующие сведения:

- а) основные технические показатели;
- б) порядок подготовки работе;
- в) порядок работы.

5.2 Определение дополнительной погрешности комбинированного прибора, обусловленную влиянием частоты измеряемого напряжения.

5.2.1 Схема измерения приведена на рисунке 1.

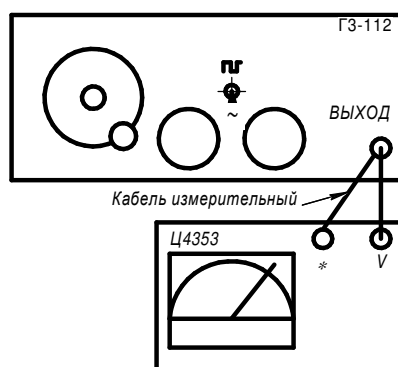


Рисунок 1 - Схема измерения напряжения синусоидального сигнала

5.2.2 Установить ручкой управления **ОСЛАБЛЕНИЕ** дБ (грубо) и потенциометром **ВЫХОД** генератора по шкале мультиметра АМ-1152 значения выходного напряжения генератора равными 5В, при этом частота выходного напряжения должна быть 50 Гц.

Эту величину напряжения 5В при дальнейших измерениях не изменять!

Установить значения частоты генератора ГЗ-122 равные значениям приведённым в таблице 1.

Произвести замеры значений выходного напряжения мультиметром АМ-1152.

5.2.3 По результатам измерений рассчитать абсолютную и относительную погрешности измерений и сравнить их со значениями, указанными в техническом описании прибора.

При этом следует предварительно определить, при какой приблизительно частоте погрешность измерения прибора будет превышать погрешность, приведённую в техническом описании.

Результаты эксперимента и расчётов заносят в таблицу 1 и построить график зависимости приведённой погрешности от частоты измеряемого напряжения.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР				
					Лист				7

Таблица 1- Зависимость приведённой погрешности от частоты измеряемого напряжения

F _г , Гц	50	100	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000	7500	10000	12500	15000	17500
U _{изм} , В														
Δ, В														
δ, %														
γ, %														
U _{ном} , В														

5.2.4 Расчётные формулы:

а) вычисление абсолютной погрешности Δ измерения напряжения:

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{г}}$$

б) вычисление относительной погрешности δ измерения напряжения:

$$\delta = \frac{\Delta}{U_{\text{г}}} \cdot 100\%$$

в) вычисление приведенной погрешности измерения:

$$\gamma = \frac{\Delta}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%$$

где U_г - напряжение на выходе генератора;

U_{изм} - показания измерительного прибора;

U_{ном} - верхний предел шкалы, на которой было произведено измерение.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					8

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

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 и график зависимости приведённой погрешности от частоты измеряемого напряжения. .

6.4.3 Расчётные формулы.

6.5 Основные технические характеристики измерительных приборов, применённых в работе.

6.6 Выводы о проделанной работе.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1 Объясните принцип действия электроизмерительного прибора выпрямительной системы.

7.2 Какие погрешности измерительных приборов вы знаете?

7.3 Что такое дополнительные погрешности?

7.4 Что называется классом точности измерительного прибора?

7.5 Как учитываются дополнительные погрешности?

7.6 Как можно установить соответствие прибора требованиям того или иного класса точности?

7.7 Что такое время установления показаний приборов?

7.8 Что такое приведенная погрешность?

7.9 Что такое абсолютная, относительная и приведенная погрешность?

7.10 Что такое класс точности прибора?

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 Переносные комбинированные приборы. Справочное пособие. -М. Радио и связь, 1991.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР	Лист
											9

Приложение А

Мультиметр АМ-1152

А.1 Назначение

Мультиметр АМ-1152 (далее - прибор) предназначены для измерения постоянного и переменного тока и напряжения, сопротивления, ёмкости, частоты, коэффициента заполнения и температуры, а так же тестирования диодов и прозвонки цепи.

А.2 Технические характеристики

А2.1 Измерение напряжения

Таблица А.1- Постоянное напряжение

Диапазон	Разрешение	Погрешность
660 мВ	0,1 мВ	$\pm(0,005 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$
6,6 В	1 мВ	$\pm(0,008 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$
66 В	10 мВ	
660 В	100 мВ	
1000 В	1 В	$\pm(0,01 \cdot U_{\text{изм}} + 2 \text{ е.м.р.})$

Таблица А2 - Переменное напряжение

Диапазон	Разрешение	Погрешность	
		50/60 Гц	40...400 Гц
660 мВ	0,1 мВ	$\pm(0,01 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$	-
6,6 В	1 мВ	-	$\pm(0,01 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$
66 В	10 мВ		
660 В	100 мВ		
1000 В	1 В		$\pm(0,015 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					
					Копировал					Формат А4

А2.2 Измерение тока

Таблица А3 - Постоянный ток

Диапазон	Разрешение	Погрешность	Макс.входной ток
660 мкА	0,1 мкА	$\pm(0,01 \cdot I_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$	600 мА
6600 мкА	1 мкА		
66 мА	0,01 мА		
600 мА	0,1 мА		
10 А	10 мА	$\pm(0,018 \cdot I_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$	10 А

Таблица А4 - Переменный ток

Диапазон	Разрешение	Погрешность	Макс, входной ток
660 мкА	0,1 мкА	$\pm(0,015 \cdot I_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$	600 мА (с.к.з.)
6600 мкА	1 мкА		
66 мА	0,01 мА	$\pm(0,018 \cdot I_{\text{изм}} + 8 \text{ е.м.р.})$	
600 мА	0,1 мА		
10 А	10 мА	$\pm(0,02 \cdot I_{\text{изм}} + 8 \text{ е.м.р.})$	10 А (с.к.з.)

А2.3 Измерение сопротивления

Таблица А5 - Измерение сопротивления

Диапазон	Разрешение	Погрешность
660,0 Ом	0,1 Ом	$\pm(0,012 \cdot R_{\text{изм}} + 2 \text{ е.м.р.})$
6,600 кОм	1 Ом	
66,00 кОм	10 Ом	
660,0 кОм	100 Ом	
6,600 МОм	1 кОм	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист 11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					
					Копировал					Формат А4

А2.4 Проверка непрерывности

Таблица А6 - Проверка непрерывности

Диапазон	Разрешение	Описание
660 Ом	0,1 Ом	Звуковой сигнал, при $R < 30 \text{ Ом}$ Напряжение разомкнутой цепи: около 0,5 В

А2.5 Проверка диодов

Таблица А7 - Проверка диодов

Диапазон	Разрешение	Условия тестирования
2 В	0,001 В	Прямой постоянный ток: около 1 мА Обратное постоянное напряжение: около 2,8 В

А2.6 Измерение ёмкости

Таблица А8 - Измерение ёмкости

Диапазон	Разрешение	Погрешность
6,6 нФ	1 пФ	$\pm(0,05 \cdot C_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$
66 нФ	10 пФ	$\pm(0,03 \cdot C_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$
660 нФ	100 пФ	
6,6 мкФ	1 нФ	
66 мкФ	10 нФ	$\pm(0,05 \cdot C_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$
660 мкФ	100 нФ	
6,6 мФ	1 мкФ	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист 12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					

А2.7 Измерение температуры

Таблица А9 - Измерение температуры

Диапазон	Разрешение	Погрешность (не включает погр. термопары)
-55...0°C	0,1 °C	$\pm(0,05 \cdot T_{\text{изм}} + 4^\circ\text{C})$
1...400°C		$\pm(0,02 \cdot T_{\text{изм}} + 3^\circ\text{C})$
401...1000°C	1°C	$\pm(0,02 \cdot T_{\text{изм}})$

А2.8 Измерение импульсной частоты

Таблица А10 - Измерение импульсной частоты

Диапазон	Разрешение	Погрешность (в пределах 10%... 100% диапазона)
66,00 Гц	0,01 Гц	$\pm(0,001 \cdot f_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$
660,0 Гц	0,1 Гц	
6,600 кГц	0,001 кГц	
66,00 кГц	0,01 кГц	
660,0 кГц	0,1 кГц	
6,600 МГц	1 кГц	
66,00 МГц	10 кГц	

А2.9 Измерение линейной частоты

Таблица А11 - Измерение линейной частоты

Диапазон	Чувствит.	Погрешность (в пределах 10%... 100% диапазона)
600 мВ	600 мкВ	$\pm(0,0005 \cdot f_{\text{изм}} + 8 \text{ е.м.р.})$
6,6 В	2 В	
66 В	10 В	
660 В	20 В	

Ине. № подл. Подп. и дата

Ине. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Ине. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР

Лист
13

Копировал

Формат А4

Генератор ГЗ-112/1

Б.1 Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112/1 представляет собой источник синусоидального и прямоугольного сигналов и предназначен для исследования, настройки и испытаний систем и приборов, используемых в радиоэлектронике, связи, автоматике, вычислительной и измерительной технике, приборостроении.

Рабочие условия эксплуатации:

- температура от -10 до +50°С
- относительная влажность воздуха до 80%
- атмосферное давление 450-800мм.рт.ст.
- возможность работы с КОП не предусмотрена.

Б2 Технические характеристики.

Диапазон частот 10Гц... 10 МГц

Поддиапазоны частот :

- 1 поддиапазон (10-100Гц)
- 2 поддиапазон (100-1000ГГц)
- 3 поддиапазон (1-10кГц)
- 4 поддиапазон (10-100кГц)
- 5 поддиапазон (100кГц-1МГц)
- 6 поддиапазон (1-10МГц)

Погрешность:

- +(2+30:fn) - с 1 по 5 поддиапазон
+3 - 6 поддиапазон,
где fn - установленное по шкале значение частоты в герцах

Нестабильность частоты:

После двухчасового времени установления рабочего режима при нормальных условиях не превышает:

- 1) $+4 \times 10^{-4}$ фн (+0.04%) за любые 15 минут работы.
- 2) $+5 \times 10^{-3}$ фн (+0.5%) за любые 3 часа работы.

Номинальное выходное сопротивление генератора - 50 Ом.

Коэфф. гармоник**(не более):

- 0.3% (100ГЦ-100кГЦ);
0.5% (10-100ГЦ, 100-200кГЦ);

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	3 поддиапазон (1-10кГц) 4 поддиапазон (10-100кГц) 5 поддиапазон (100кГц-1МГц) 6 поддиапазон (1-10МГц) Погрешность: +(2+30:fn) - с 1 по 5 поддиапазон +3 - 6 поддиапазон, где fn - установленное по шкале значение частоты в герцах Нестабильность частоты: После двухчасового времени установления рабочего режима при нормальных условиях не превышает: 1) +4х1 О*4 fn (+0.04%) за любые 15 минут работы. 2) +5х10⁻³ fn (+0.5%) за любые 3 часа работы. Номинальное выходное сопротивление генератора - 50 Ом. Коэфф. гармоник**(не более): 0.3% (100Гц-100кГц); 0.5% (10-100Гц, 100-200кГц);
					Изм. Лист № докум. Подп. Дата
АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					Лист 14

1% (200кГц-1МГц);

4% (1-1 ОМ Гц)

U_{вых.*} - 5В.

U_{вых.} без нагрузки - 10В.

Примечание:

* На сопротивлении нагрузки 50Ом;

** При наибольшем опорном уровне выходного напряжения;

Возможна плавная регулировка выходного напряжения до минус 12 дБ.

Ступенчатая регулировка встроенным аттенюатором через 10 дБ в пределах от 0 до -70дБ.

Нестабильность выходного напряжения за любые 3 часа работы не более +1%

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	АКВТ.09.02.01.ЛР29.1003МР					Лист
										15

Копировал

Формат А4