



УДК31.221 Лабораторная работа №2 по курсу «Аналоговые измерительные устройства». Методические указания для студентов-бакалавров направления «Приборостроение». – Томск: Изд. ТПУ., 2007.

Составитель: доцент, к.т.н. Д.В. Миляев.

Рецензент: доцент, к.т.н. Б.Б. Винокуров.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры информационно-измерительной техники 15.10.2007г.

Зав. кафедры ИИТ

\_\_\_\_\_ профессор Гольдштейн А.Е.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2  
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
АИУ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ СХЕМОЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1.1 На практике подтвердить расчетные динамические характеристики последовательных структур 1-го и 2-го порядков.
- 1.2 Научиться исследовать АЧХ и ФЧХ.
- 1.3 Научиться работать с приборами для измерения АЧХ и ФЧХ.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

1. Исследовать RC-цепь 1-го порядка:
  - 1.1. Собрать схему RC-цепи 1-го порядка, используя расчетные данные контрольного задания.
  - 1.2. Снять амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо - частотную (ФЧХ) характеристики цепи 1-го порядка.
  - 1.3. Построить по экспериментальным данным следующие характеристики: АЧХ, ФЧХ, нормированную АЧХ и нормированную ФЧХ. Сравнить экспериментальные характеристики с характеристиками, полученными по расчетным данным индивидуального задания.
2. Исследование RC-цепи 2-го порядка:
  - 2.1. Собрать схему RC-цепи 2-го порядка.
  - 2.2. Снять амплитудно-частотную и фазо - частотную характеристики цепи 2-го порядка.
  - 2.3. Построить по экспериментальным данным следующие характеристики: АЧХ, ФЧХ, нормированную АЧХ и нормированную ФЧХ. Сравнить экспериментальные характеристики с расчетными индивидуального задания.

3. Сделать выводы по работе.

### 3. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

(Средства измерения, используемые в работе):

1. Двух лучевой осциллограф С1-55
2. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118 (Г6-27).
3. Милливольтметр ВЗ-38.
4. Цифровой фазометр Ф2-34.
5. Макет исследуемой цепи.

Технические характеристики приборов.

Осциллограф С1-55:

#### ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ

Количество лучей(каналов) ЭЛТ	Двухлучевой
Диапазон измеряемых напряжений	1 мВ – 160 В
Диапазон измеряемых интервалов времени	0,2 мкс – 0,2 сек
Полоса пропускания	0 – 10 МГц
Время нарастания ПХ	35 нс
Погрешность измерения амплитуды сигнала	Не более 10 %
Погрешность измерения интервалов времени	Не более 10 %
Выброс на ПХ	Не более 5%
Ширина линии луча	0,8 мм
Рабочая площадь экрана по горизонтали	60 мм

Рабочая площадь экрана по вертикали	48 мм
Напряжение питающей сети	220 В 50 Гц, 60 Гц
	220(115) В 400 Гц
	+ 24 В
Потребляемая мощность	75 ВА (I=1,5 А пост)
Диапазон рабочих температур	-30 + 50 град. С
Габаритные размеры	470 X 205 X 355 мм
Масса	15 кг
ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА Y	
Чувствительность канала	10 мВ/дел-20 В/дел
Входное сопротивление канала	1 Мом,
Входная емкость канала	40 пф
ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА X	
Длительность развертки минимальная	0,01 мкс/дел
Длительность развертки максимальная	0,02 сек/дел
Амплитуда сигналов внешней синхронизации	0,5 – 30 В
Диапазон частот внешней синхронизации	3 Гц – 5 МГц

Входное сопротивление внешней  
синхронизации

#### ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА Z

Диапазон частот канала 30 Гц – 1 МГц

Диапазон входных напряжений 5 В – 25 В

Входное сопротивление канала 500 Ком 70 пф

#### ПАРАМЕТРЫ КАНАЛА КАЛИБРОВКИ

Частота сигнала калибровки Меандр 2 КГц

Напряжение сигнала калибровки 0,05 – 40 В



Внешний вид осциллографа

Милливольтметр ВЗ-38:

Характеристики

Диапазон измерения напряжений 1-3-10-30-100-300 мкВ-300 мВ, 1-3-10-30-100-В с поддиапазонами 300 В

Диапазон частот 20 Гц - 5 МГц

Погрешность измерения в процентах от конечного значения установленного поддиапазона 2,5 - 6

Входная емкость 30 пФ (1-00мВ) и 15 пФ (1-300 В)

Входное сопротивление 5 МОм (1-300мВ) и 4 МОм (1-300 В)

Питание 220 В, 50 Гц

Потребляемая мощность 10 В · А

Габаритные размеры 150x205x300 мм

Масса 5 кг

Генератор ГЗ-118:

Характеристики



Диапазон частот	10 Гц - 200 кГц (5 поддиапазонов)
Нестабильность частоты	0.1% f за любые 15 минут работы.
Основная погрешность установки частоты	$\pm(1 + \frac{50}{f})$ % в диапазоне частот (10 Гц - 20 кГц); $\pm 1,5\%$ в остальном диапазоне частот, f – установленное значение частоты.
Уровень выходного напряжения на нагрузке 600 Ом	не менее 10В на выходе I и 5В на выходе II при затухании 0 дБ.
Изменение выходного напряжения на выходе II, плавная регулировка	0 – 60 дБ, ступенями через 10 дБ. До 12 дБ
Коэффициент гармоник, %	0.05% (10 Гц - 20Гц); 0,05% (100 Гц - 200Гц), 0,02% в диапазоне 200Гц-10кГц, 0,05% в диапазоне 100Гц – 200кГц
Уровень составляющих с частотой сети и ее гармоник от установленного выходного напряжения	0,001%



Потребляемая мощность 50 В · А

Габариты 312X133X322 мм

Масса 8 кг

### Фазометр Ф2-34

#### Характеристики

Диапазон частот 0,5 Гц – 5 МГц

Диапазон измерения углов фазового сдвига 0 – 360°

Диапазон входных напряжений на частотах более 5Гц От 2 мВ до 2 В

Погрешность измерения на частотах более 20 Гц, град.  $\pm (0,1 + 10^{-7}F)$

При равных уровнях входных напряжений  $+(0,5 + 10^{-7}F)$

Потребляемая мощность 30 В · А

Габариты

317X95X320 мм

Масса

4,8кг



#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОГРАММЫ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

##### 1. Исследование RC-цепи 1-го порядка.

Параметры цепи, по указанию преподавателя, выбираются либо в соответствии с расчетными данными индивидуального задания, либо выбираются из условий, что частота среза ( $f$  - циклическая частота) должна быть в пределах 5 - 10 кГц. По формуле для круговой частоты определяются R и C:

$$\omega_{cp} = \frac{1}{RC},$$

причем одним из элементов необходимо задаться, выбрав, например, резистор из номинального ряда E24 или другого ряда. Так как генератор имеет ограниченную мощность, то суммарное сопротивление цепи должно быть более 600 Ом. Рекомендуется выбирать резистор порядка 1- 10 кОм. Емкость конденсатора определяется из формулы для частоты среза, а затем расчетная величина емкости округляется до ближайшего номинального значения. По выбранным параметрам необходимо определить по формуле точное значение (погрешность округления не более 1%) частоты среза.

Собираем схему исследования *RC-цепи* первого порядка (рис. 1).

С помощью этой схемы проверяется правильность монтажа собранной схемы и подключения измерительных приборов. На экране осциллографа должны наблюдаться две синусоиды, сдвинутые между

собой во времени. Частоту генератора необходимо установить равной частоте среза. Добиваемся появления устойчивого изображения обоих сигналов на экране осциллографа, а ручками регулировки коэффициентов отклонения грубо и плавно изображения синусоид на экране устанавливаются, равными (близкими) по амплитуде.

По осциллограммам (Рис. 2) необходимо убедиться в том, что выходное напряжение сдвинуто относительно входного напряжения на угол, близкий к  $45^\circ$ .

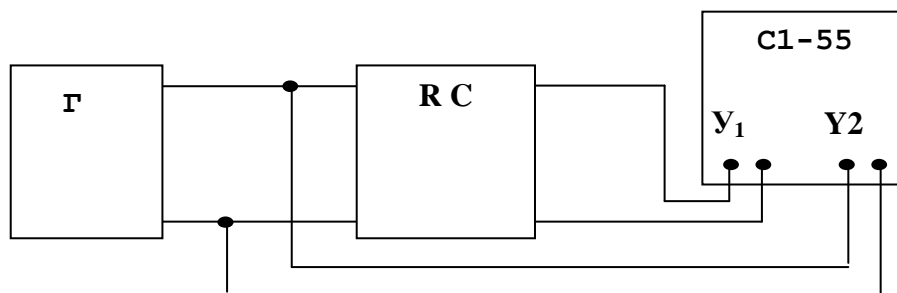


Рис.1

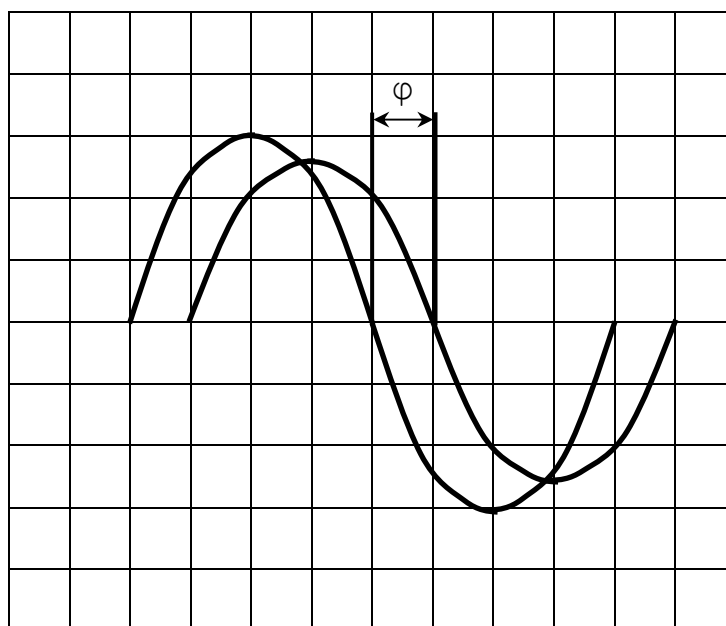


Рис.2

Фазовый сдвиг между сигналами определяем из пропорции: весь период синусоидального сигнала составляет  $360^\circ$  или  $2\pi$  (в нашем случае занимает 8 делений), а сдвиг сигналов (неизвестная величина) в нашем случае составляет 1 деление. Таким образом, фазовый сдвиг равен  $2\pi$

/ 8 или  $\frac{\pi}{4}$ .

Для построения амплитудной характеристики необходимо найти зависимость амплитуды выходного напряжения от амплитуды входного сигнала. Для измерения напряжений используем один и тот же прибор – вольтметр ВЗ-38, показания последнего соответствуют действующим значениям. Входное напряжение устанавливается постоянным. Рекомендуется устанавливать входное напряжение максимальным, которое выдает генератор. Так как при регулировке частоты выходное напряжение у генератора (напряжение на входе исследуемой цепи) может изменяться, необходимо напряжение периодически контролировать, либо измерять при каждой установленной частоте (рис. 3 А).

Для исследования АЧХ можно воспользоваться схемами, представленными на рис. 3: с одним или двумя приборами.

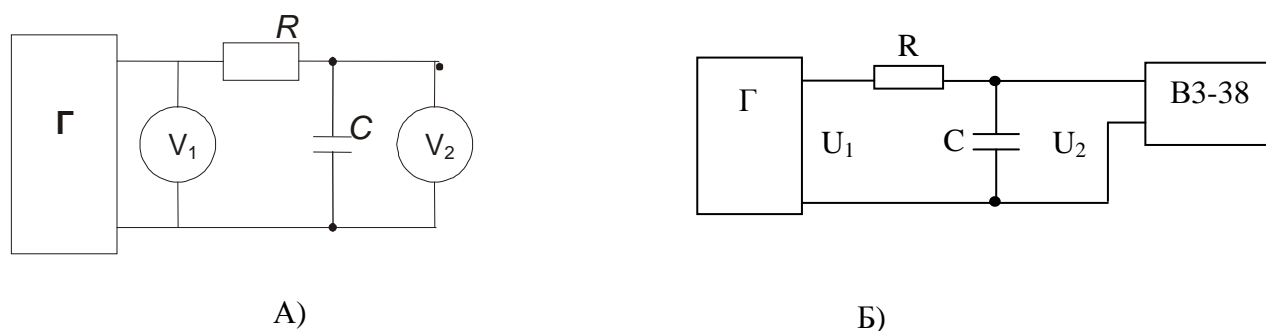


Рис 3. Схемы исследования АЧХ  
RC-цепи 1-го порядка

Данные экспериментальных исследований заносятся в таблицу 1. На частоте среза выходное напряжение составляет 0,707 от входного напряжения. Если при установке расчетной частоты среза выходное напряжения не соответствует этому значению, необходимо изменяя частоту генератора по прибору установить это соотношение.

Далее можно снять АЧХ на частотах до и после частоты среза. Для получения корректной зависимости АЧХ необходимо знать характер теоретической зависимости. Кроме того, следует придерживаться одного правила: большее число точек должно быть снято на тех участках АЧХ, где наблюдается заметные изменения выходного напряжения.

Данные экспериментальных исследований заносятся в таблицу 1 и строятся графики  $K=F(f)$  и  $K=F(f/f_{cp})$ .

Таблица 1

<b>№</b>	<b><math>U_{ex} (В)</math></b>	<b><math>U_{вых} (В)</math></b>	<b><math>f(Гц)</math></b>	<b><math>K</math></b>	<b><math>f/f_{cp}</math></b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
<b>№</b>					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Результаты экспериментальных графиков АЧХ сравниваются с АЧХ, построенных по расчетным данным. По графикам АЧХ определяется максимальная скорость спада характеристики в размерностях децибел на декаду. Известно, что для цепи первого порядка максимальная скорость спада характеристики должна составлять 20 децибел на декаду. По построенному графику необходимо определить тангенс угла наклона характеристики. Для нашей цепи угол наклона больше  $90^\circ$ , что означает уменьшение коэффициента передачи с ростом частоты.

Фазочастотная характеристика - ФЧХ, определяющая зависимость сдвига фаз между выходным и входным напряжением от частоты

экспериментально определяется с помощью фазометра Ф2-34. Схема установки для исследования ФЧХ представлена на рис. 4.

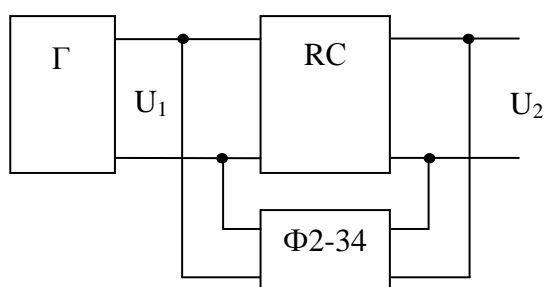


Рис.4.Схема для исследования фазо - частотной характеристики RC- цепи.

До подключения фазометра к исследуемой цепи необходимо ознакомиться с описанием прибора и следовать основным его указаниям. Обязательным требованием является требование к величине входного напряжения – оно не должно превышать 2В. Исследуемый четырех-полюсник является пассивным, а поэтому выходное напряжение всегда меньше входного. Таким образом, контролируется только напряжение с выхода генератора (вольтметра ВЗ-38), напряжение устанавливается на одной частоте и далее это напряжение можно не контролировать. Фазометр Ф2-34 имеет всего два режима работы и соответственно две регулировки: 1 - измерение разности фаз «φ» и 2 - измерение приращения разности фаз «Δφ».

После подключения к фазометру входных напряжений необходимо нажать на кнопку «φ» и в течении одной минуты будет производиться калибровка прибора. По истечению этого времени на цифровом табло высветится  $180^{\circ}$  - «179.xx». Результат измерения фазового сдвига появится на табло через следующую минуту. Не следует нажимать на кнопку «Δφ» и многократно на кнопку «φ». Данные исследования ФЧХ заносятся в таблицу 2.

Таблица 2

<b>№</b>	<b>f</b>	<b>φ</b>	<b>f / f<sub>ср</sub></b>
----------	----------	----------	---------------------------

1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

По данным таблицы 2 строятся фазочастотные характеристики и результаты эксперимента сравниваются с расчетными характеристиками, делаются выводы по работе.

Аналогично провести эксперимент для исследования АЧХ и ФЧХ цепи второго порядка.

Перед тем, как выполнять экспериментальные исследования, необходимо изучить приборы, используемые в эксперименте. Описание приборов (их характеристики, структурные и принципиальные схемы) даны в приложении.

Приложение 1

### Цифровой фазометр Ф2 - 34

#### Назначение.

1. Измеритель разности фаз Ф2-34 предназначен для измерения разности фаз между двумя синхронными синусоидальными сигналами с цифровым отображением информации.

2. Прибор может быть использован для снятия фазовых характеристик радиотехнических цепей, фильтров, усилителей, определения последовательного резонанса кварцевых фильтров и резонаторов и т.д.

3. Прибор предназначен для работы в цеховых и лабораторных условиях при температуре окружающей среды от 278 до 313 К, относительной влажности до 98% при 298К, может храниться при температуре от 223 до 323 К.

Условия эксплуатации, при которых реализуется основная погрешность прибора:

- |                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| 1) напряжение питающей сети, В   | 220 ± 4.4;     |
| 2) относительная влажность, %    | 30-80;         |
| 3) окружающая температура, К(°С) | 293±5 (20+_5). |

### Технические данные.

1. Диапазон рабочих частот от 0.5 Гц до 5 МГц.

2. Диапазон входных напряжений соответствует значениям указанным в таблице 1:

	Диапазон входных напряжений	Диапазон входных напряжений	Диапазон входных напряжений
Частота, (F) Гц	Непосредственно на входах прибора	С выносными делителями ДН 1:15	С выносными делителями ДН 1:100
0.5 < F < 1 1 < F < 5 5 < F < 5*10 <sup>6</sup>	от 20 мВ до 2В от 10 мВ до 2В от 20 мВ до 2В	от 0.5 В до 30В от 0.15 В до 30В от 30 мВ до 30В	от 2 В до 200В от 1 В до 200В от 0.2 В до 200В

3. Диапазон измерения углов фазового сдвига сигналов в рабочем диапазоне частот от 0 до 360°. Разрешающая способность индикатора 0.01°.

4. Погрешность измерения углов фазового сдвига при равных уровнях входных напряжений непосредственно на входах прибора при нестабильности частоты сигналов не более 10<sup>-4</sup> за 1 минуту не превышает значений, указанных в таблице 2:

Частота (F), Гц	Погрешность, град
0,5 < F < 1 1 < F < 20 20 < F < 5*10 <sup>6</sup>	+ 0.25/F + (0.08+0.1/F) +(0.1+10 <sup>-7</sup> F)

5. Погрешность измерения фазового сдвига при равных уровнях входных напряжений в диапазоне от 2 мВ до 10 мВ непосредственно на входах прибора и нестабильности частоты сигналов не более 10<sup>-4</sup> за 1 минуту не превышает значений, указанных в таблице 2, в диапазоне частот 5 Гц до 5 МГц:

Частота (F), Гц	Погрешность, град
5 < F < 5*10 <sup>6</sup>	+ (0.5+10 <sup>-7</sup> F)

### Устройство и работа изделия.

1. Принцип действия

1.1 Изделие представляет собой триггерный фазометр с время-импульсным преобразованием и постоянным измерительным временем.



Прибор выполнен по двухполупериодной, двуканальной схеме с делением частоты сигнала на четыре.

Измерительная часть прибора выполнена на шести платах печатного монтажа:

- 1) формирователь опорного канала А1 (размещен на плате детектора фазового);
- 2) формирователь измерительного канала А2 (размещен на плате детектора фазового);
- 3) детектор фазовый;
- 4) индикаторное устройство 4
- 5) индикатор;
- 6) блок управления.

Принцип работы измерителя разности фаз и взаимодействия его основных функциональных узлов поясняет упрощенная структурная схема (рис.2) и временные диаграммы (рис.3).

В приборе могут быть выделены следующие функциональные узлы:

- 1) формирователь опорного канала А2;
- 2) формирователь измерительного канала А1;
- 3) коммутатор К1;
- 4) коммутатор К2;
- 5) импульсный фильтр ИФ1;
- 6) импульсный фильтр ИФ2;
- 7) формирователь фазовых интервалов ФФИ;
- 8) узел квантования;
- 9) узел динамического суммирования;
- 10) измерительный счетчик;
- 11) корректирующий счетчик;
- 12) узел динамической индикации;
- 13) индикатор;
- 14) частотный дискриминатор ЧД;
- 15) задающий генератор;
- 16) управляемый делитель частоты;
- 17) времязадающее устройство ВЗУ;
- 18) устройство управления;
- 19) блок питания;
- 20) схема устранения кратности.

1.2 Опорный сигнал подается на вход формирователя А2, исследуемый на вход формирователя А1.

Формирователи имеют высокое входное сопротивление  $R_{вх} \geq 1 \text{ Мом}$ , малую входную емкость  $C_{вх} \geq 25 \text{ пФ}$  и обеспечивают в частотном диапазоне от 0.5 Гц до 5 МГц и амплитудном диапазоне от 2мВ до 2В малую фазоамплитудную погрешность прибора.

На выходе формирователей присутствуют прямоугольные импульсы фронт и срез которых привязаны к нуль-переходам входных сигналов.

1.3 Коммутаторы К1 и К2 передают на входы формирователя фазовых интервалы сигналы с выхода импульсных фильтров либо сигналы с формирователей А1, А2 и осуществляют фильтрацию последних на частотах выше 200кГц.

Переключение сигналов производится по сигналам управления частотного дискриминатора ЧД.

1.4. Импульсные фильтры ИФ1 и ИФ2 предназначены для исключения погрешности из-за многократных переходов через нулевой уровень напряжения сигнала на выходе формирователя в моменты времени, соответствующие нулю - переходам входного сигнала. Причиной их появления является наличие широкополостного шума во входном сигнале и генерация дополнительного широкополостного шума во входных каскадах формирователя.

Импульсные фильтры работоспособны до частоты 200кГц в то же время на частотах выше 100кГц влияние широкополостного шума незначительно, поэтому на частотах 100-200кГц ИФ1 и ИФ2 отключаются сигналом управления частотного дискриминатора.

1.5 Формирователь фазовых интервалов ФФИ предназначен для формирования четырех фазовых интервалов, представляющих собой импульсы положительной полярности, скважность которых пропорциональна измеряемому фазовому сдвигу, а частота следования равна половине частоты входного сигнала. Помимо этого в ФФИ формируются два интервала коррекции, представляющие собой импульсы положительной полярности, длительность которых пропорциональна времени задержки сигналов в ИФ1 и ИФ2, а частота равна половине частоты входного сигнала.

1.6. С выхода ФФИ четыре фазовых интервала и два интервала коррекции подаются на входы узла квантования, где заполняются квантуемыми импульсами, т.е. формируется шесть импульсных последовательностей фазовых и корректирующих интервалов. Общее число импульсов всех импульсных последовательностей за цикл измерения пропорционально измеряемому фазовому сдвигу.

1.7. Назначение узла динамического суммирования состоит в предварительном делении частоты шести импульсных последовательностей фазовых и корректирующих интервалов и объединении их в одну импульсную последовательность с сохранением общего числа импульсов.

Установка необходимого коэффициента деления и синхронизация работы узла динамического суммирования осуществляется по сигналам устройства управления.

1.8. С выхода узла динамического суммирования сигнал подается в измерительный счетчик. Измерительный счетчик подсчитывает общее число импульсов, поступающих за цикл измерения и выдает результат в устройство индикации.

1.9.Корректирующий счетчик предназначен для хранения кода фазового сдвига, измеренного в режиме калибровки и выдачи его на измерительный счетчик.

1.10.Узел динамической индикации предназначен для регистрации измерительной информации и выдачи данных на разъем ЦПУ.

## УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ИЗДЕЛИЯ

### 1.Формирователь

1.1. Схема принципиальная электрическая формирователей А1 и А2 приведена в приложении 2.

Формирователи А1 и А2 входят, в детектор фазовый.

По схемотехническому и конструктивному решению формирователи одинаковы и отличаются лишь порядком подключения сигнала к реле К1. Посредством реле на входы потоковых повторителей формирователей в режиме установки нуля ( в течение 28-32 с после нажатия кнопки “ φ”)

подается один и тот же сигнал с входа "⊕1" прибора.

В режиме измерения на вход формирователя А1 подаётся сигнал со

входа "⊕1" прибора, а на вход формирователя А2 подается сигнал со

входа "⊕2" прибора.

Схема формирователя содержит истоковые повторители (микросхемы D1), четырехкаскадный усилитель-ограничитель (микросхемы D2, D3, D4), дифференциальный транслятор уровней сигналов (транзисторы V 6, V7), цепь стабилизации режима усилителя -ограничителя (микросхема D7; резисторы R37, R38, R3, R6, R4; конденсаторы C20, C19) и стабилизаторы напряжения питания (микросхемы D.5, D 6, транзисторы V 3, V 5; диод V4 с цепями установки уровней напряжений питания (резисторы R25, R6, R27, R30, R31, R32). RC цепочки между каскадами усилителя -ограничителя (резисторы R21, R22, R28, R29, R35, R36", R41, R42; конденсаторы C9, C10, C12, C13, C16 C17, C23, C24) служат для предотвращения самовозбуждения усилителя-ограничителя.

Форма напряжений сигнала в контрольных точках 2, 3, 6 и 7 платы формирователе приведена в приложений 8.

В точке 1 наблюдается сигнал, идентичный входному.

В точках 4 ж 5 наблюдается положительный потенциал 10 В и 5 В соответственно.

1.2. Конструктивно формирователи одинаковы и выполнены в виде печатных плат..

Схема расположения элементов платы формирователя приведены в приложении 2.

Контрольные точки выполнены в виде штырей. Точки злектрического соединения с платой фазового детектора выполнены в виде контактных гнезд.

### 2. Детектор фазовый

2.1. Фазовый детектор преобразует разность фаз между опорным а исследуемым сигналами в шесть импульсных последовательностей фазовых и корректирующих интервалов. Общее число импульсов в них за цикл измерения пропорционально измеряемому фазовому сигналу.

Принцип действия фазового детектора поясняют структурная |схема (рис.4) и временные диаграммы (см. рис.3).

В фазовый детектор входят:

- 1)Формирователь А1;
- 2)Формирователь А2;
- 3)коммутатор К1;
- 4)коммутатор К2;
- 5)задающий генератор;
- 6)управляемый делитель частоты;
- 7)формирователь фазовых интервалов;
- 8)узел квантования.

Опорный сигнал подается на разъем Х2 и далее на вход формирователя А2 (.рис. 3,д).

Исследуемый сигнал подается на разъем Х1и далее на формирователя А1 (рис.3,а).

Усиленный и ограниченный опорный сигнал поступает с формирователя А2 на вход коммутатора К2 (рис. 3, е),

Усиленный и ограниченный исследуемый сигнал с выхода формирова-теля А1 поступает на вход коммутатора К1 (рис.3, б).

Опорный сигнал с коммутатора К2 поступает на вход импульсного фильтра в блоке управления, где производится фильтрация широкополосного шума сигнала. С выхода импульсного фильтра сигнал (рис. 3 ,ж) подается на другой вход коммутатора К2. С выхода коммутатора К2 отфильтрованный опорный сигнал подается на вход формирователя фазовых интервалов. Так как импульсные фильтры работают только до частоты 200 кГц., то на частотах входного сигнала до 800 кГц., по сигналу управления да частотного дискриминатора блока управления, коммутатор отключает сигнал импульсного фильтра от входа формирователя фазовых интервалов и подключает на этот вход сигнал, проходящий через RC-фильтр. На более высоких частотах ко входу формирователя фазовых интервалов подключается сигнал непосредственно с выход формирователя А2.

На другой вход формирователя фазовых интервалов скоммутатора К2 постоянно подается сигнал с выхода формирователя А2 для формирования корректирующего интервала.

## ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1. Установите прибор на рабочем месте так, чтобы обеспечивалась свободная вентиляция. Вентиляционные отверстия не должны закрываться какими-либо предметами.

Не допускается обдув прибора выходным вентиляционным потоком воздуха других приборов.

2. Установите переключатель СЕТЬ в выключенное положение. Вставьте розетку шнура питания прибора в гнездо на его задней стенке. Вставьте вилку шнура прибора в розетку питающей цепи.

Включите переключатель СЕТЬ прибора. При этом должна работать цифровая индикация прибора.

Прогрейте прибор в течение 15 мин после чего прибор готов к работе.

## ПОРЯДОК РАБОТЫ.

1. Общие указания:

1.1. Если прибор включается впервые, то до включения необходимо произвести внешний осмотр прибора, проверить переключатели, кнопки, исправность предохранителей сети и соответствие их номинальному значению.

Доступ к предохранителям открывается при вывинчивании штырей вилки прибора.

1.2. На разъемы "1" и "2", расположенные на лицевой панели, недопустимо подавать сигналы, уровень переменной составляющей напряжения в которых превышает 7В (эффе́ктивное значение), а уровень постоянной составляющей напряжения в сумме с амплитудой переменной составляющей превышает 20 В.

1.3. Измерение сигналов большого уровня необходимо производить с помощью выносных делителей ДН 1: 15 и ДН 1:100, прилагаемых в комплект прибора.

На вход делителя ДН 1: 15 недопустимо подавать сигнал, Уровень переменной составляющей напряжения в котором превышает 10В (эффе́ктивное значение), а уровень постоянной составляющей напряжения в сумме с амплитудой переменной составляющей превышает 50 В,

На вход делителя ДН 1: 100 недопустимо подавать сигнал, уровень переменной составляющей напряжения в котором превышает 200В (эффе́ктивное значение), а уровень постоянной составляющей в сумме с амплитудой переменной составляющей превышает 300В.

1.4. При подключении входов прибора к исследуемой схеме в первую очередь подключать заземленный проводник кабеля (или делителя).

2. Порядок работы с прибором в режиме измерения сдвигов между сигналами

2.1. Работа с прибором в режиме измерения фазовых сдвигов между сигналами

производится следующим образом:


1) нажимается кнопка "φ" на лицевой панели.

Цикл установки нуля длится примерно 70 с. Об окончании цикла установки нуля свидетельствует периодическое свечение сегмента символьного разряда индикатора.

2) после окончания цикла установки нуля прибор начинает индицировать значение фазового сдвига исследуемого сигнала, поданного на вход "

 1", относительно опорного сигнала на вход " 2";

3) если уровень помех и шумов в сигналах велик, то для отсчета результата с большей точностью необходимо увеличить время цикла

измерения посредством установки тумблера " " в положение 10S. При этом время цикла измерения увеличится с 1 до 10 с.

3. Порядок работы с прибором в режиме измерения приращения фазовых сдвигов.


3.1. Работа с прибором в режиме измерения приращения фазового сдвига производится следующим образом:

1) нажимается кнопка "Δφ" на лицевой панели, и момент нажатия этой кнопки не должен совпадать с моментом высвечивания нижнего сегмента символьного разряда индикатора, индицирующего окончание измерительного цикла. Если же кнопка была нажата в момент высвечивания указанного сегмента, то необходимо нажать её повторно.

Цикл установки нуля (калибровки) прибора длится от 2,5 с. на частоте 2Гц до 1,5 с. на частотах выше 1 кГц в режиме работы с малым временем измерения. В режиме работы с большим временем измерения указанные значения цикла установки нуля прибора увеличивает до 25 с. и 15с. соответственно;

2) после проведения цикла установки нуля прибор индицирует значение приращения фазового сдвига между сигналами относительно того значения фазового сдвига, которое было во время проведения цикла установки нуля;


3) если уровень помех и шумов в сигналах велик, то для отсчета результата с большей точностью, необходимо увеличить время цикла

измерения посредством установки тумблера " " в положение "10 S". При этом цикл измерения увеличивается с 1 до 10 с,

4. Порядок работы с прибором в режиме дистанционного управления.

4.1. Управление прибором в режиме дистанционного управления осуществляется подачей сигналов дистанционного управления в уровнях

ТТЛ на соответствующие контакты разъема X5 " ":

- 1) на контакт 21 X5 необходимо подать потенциал логической единицы (включение ДУ);  
потенциалу логической единицы на контакте 27 X5 соответствует время измерения 10 с, потенциалу логического нуля соответствует время измерения 1с;
- 3) установка нуля прибора в режиме измерения приращения разности фаз производится по фронту одиночного импульса положительной полярности с длительностью 0,5 с, поданного на контакты 23 разъема X5  
"  "в паузе между положительными импульсами разрешения записи на ЦПУ (контакт 19 X5);
- 4) установка нуля прибора в режиме измерения абсолютной разности фаз осуществляется подачей одиночного импульса положительной полярности длительностью не менее 1 мс на контакт 25 X5.

