

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ  
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Северо-Кавказский филиал ордена Трудового Красного  
Знамени федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

***Методические указания по выполнению  
практических занятий***

(направление подготовки 09.03.01 Информатика и  
вычислительная техника)

Ростов-на-Дону

2022 г.

Ершов В.В.

**Метрология, стандартизация и сертификация.** Методические указания по выполнению практических занятий. Предназначены для проведения занятий со студентами очно-заочной и заочной формы обучения.

#### АННОТАЦИЯ

Методические указания предназначены для проведения метрологического практикума студентами филиала, обучающимися по техническим специальностям, и обеспечивают получение базовых навыков по основополагающим вопросам измерений, обработки и представления результатов измерений и формирование опорного конспекта по метрологии.

Объем методических указаний определен программой по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов обучающихся по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Рассмотрено и одобрено  
на заседании кафедры ИТСС  
Протокол от № 5 от 19.12.2022 г.

# I ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

## 1.1 Общие правила работы в лаборатории

При работе в лаборатории студенты должны:

1) Строго соблюдать установленные правила внутреннего распорядка и техники безопасности.

2) Неукоснительно выполнять требования инженерно-технического состава лаборатории.

3) Начало любых видов работ начинать с приема исходного состояния комплекса технических средств на рабочем месте и заканчивать приведением комплекса технических средств в исходное состояние.

4) При выполнении измерительных задач строго соблюдать следующие правила работы с макетами и измерительными приборами:

а) до подачи напряжения питания на рабочее место все коммутирующие устройства должны быть подключены строго в соответствии со схемой соединения измерительных приборов согласно данной измерительной задачи, а органы управления и индикации должны быть установлены в нужное положение согласно инструкции по эксплуатации, при этом, если максимальное значение измеряемого параметра хотя бы приблизительно неизвестно, то предварительно выбирают шкалу с максимальным пределом измерения;

б) при включении в схему измерений прибора постоянного тока необходимо следить за полярностью включения;

в) после включения напряжения питания необходимо выдержать установленную для данного типа прибора норму времени предварительного прогрева до начала измерения согласно инструкции.

5) все операции с измерительными приборами необходимо проводить аккуратно при бережном отношении к приборам. Положение прибора на рабочем месте должно быть только такое, какое определено технической документацией.

При изучении инструкции по эксплуатации прибора нужно обращать особое внимание на указания, нарушение которых вызывает выход прибора из строя. Эти указания необходимо записать в рабочую тетрадь по метрологическому практикуму.

Нельзя пользоваться неисправными приборами. О любой неисправности докладывать преподавателю или технику лаборатории.

При решении измерительных задач могут возникнуть непонятные явления из-за неисправности измерительного прибора, неисправной коммутации элементов при составлении измерительного канала или неправильных действий оператора.

В таких случаях необходимо прекратить работу и выяснить причину, а в трудных случаях – обратиться к преподавателю, инженеру лаборатории или технику-инструктору.

Категорически запрещается разбирать приборы или устранять неисправности самим!

Решаемые в лаборатории измерительные задачи являются учебными. Они проводятся в строгом соответствии с алгоритмом решения измерительных задач и подготавливают обучающихся к квалифицированному решению эксплуатационных и научных измерительных задач.

## 1.2 Разработка схемы соединений

Основой для сборки схемы измерений является разработанная на базе схемы электрической функциональной измерительного процесса и правильного выбора средств измерений с требуемыми для обеспечения необходимой точности измерений метрологическими характеристиками схема соединений.

Схема соединений обеспечивает получение требуемого измерительного канала для однозначного прохождения сигнала измерительной информации от объекта измерений к используемому средству измерений.

Разработка схемы соединений является обязательным этапом подготовки к измерениям, обеспечивающим безошибочную сборку схемы измерений и предотвращающим возможные повреждения объекта измерения и измерительных приборов при неправильной подаче на них напряжения питания и сигналов измерительной информации.

При разработке и графическом построении схемы измерений используются условно-графические обозначения (УГО) прибора в виде квадрата или прямоугольника, на котором изображаются условно-графические обозначения устройств подсоединения.

В УГО вписывается буквенно-цифровое обозначение средства измерений и, если прибор комбинированный или универсальный, его режим работы, при котором обеспечивается измерение требуемой физической величины.

Устройства подключения средств измерений могут быть трех типов:

- симметричные,
- несимметричные,
- коаксиальные.

Несимметричные устройства подключения имеют два гнезда:

- один – для подачи сигнала измерительной информации;

– второй – общий, необходимый для подключения обратного проводника соединительной цепи. Он обычно обозначается знаком \*.

Симметричные устройства подключения имеют два входа, симметричные в электрическом отношении. При коаксиальном устройстве подключения на измерительных приборах устанавливается коаксиальный разъем «РОЗЕТКА», имеющий внутреннее гнездо для подключения сигнального проводника и внешний цилиндрический корпус для подключения обратного проводника.

Для коммутации элементов схемы при сборке схемы измерений могут использоваться:

- симметричные измерительные кабели;
- симметричные измерительные пары;
- коаксиальные измерительные кабели;
- комбинированные измерительные кабели, представляющие собой конструктивное объединение коаксиального кабеля и симметричной пары.

Симметричные измерительные кабели и симметричные измерительные пары имеют в своей основе симметричные в электрическом отношении (экранированные или нет) электрические проводники – жилы.

Одна из жил представляет собой прямой проводник сигнала измерительной информации, вторая – обратный.

К концам жил припаиваются устройства для подключения к гнездам средств измерений – штекеры.

Для отличия обратного проводника от прямого используются следующие технологические приемы:

- а) обратный проводник или его окончание имеет изоляцию черного цвета;
- б) окончание обратного проводника более длинное, чем прямого;
- в) корпус штекера имеет черный цвет;
- г) на корпусе штекера наносится знак \* или  $\perp$ .

Коаксиальный измерительный кабель содержит несимметричную электрическую пару, внутренний проводник которой является сигнальным, а внешний, расположенный по окружности внутреннего и изолированный от него, является обратным. Он также выполняет роль электромагнитного экрана для внутреннего сигнального проводника.

К концам коаксиального измерительного кабеля припаиваются коаксиальные разъемы, называемые «ВИЛКА». Штекер коаксиальной вилки припаивается к внутреннему проводнику кабеля, корпус - к внешнему.

Комбинированный измерительный кабель имеет с одного конца коаксиальный разъем «вилка», с другого конца - симметричную измерительную пару со штекерами.

При разработке схем соединений рекомендуется исходить из следующих требований ГОСТов:

1. Средства измерений обозначаются квадратами или прямоугольниками размером 10 x 10 мм; 10 x 15 мм или 15 x 20 мм. Допускается пропорциональное увеличение размеров всех сторон УГО.

2. В УГО вписывается буквенно-цифровое обозначение средства измерений и (для комбинированных и универсальных приборов) обозначение измеряемого параметра в виде, указанном на приборе.

3. На УГО средства измерения изображаются устройства подключения – гнезда или коаксиальные разъемы – розетки и наносится обозначение входа в соответствии с обозначением на используемом приборе.

Примеры:

1. Измерительная задача – определение величины постоянного напряжения в контрольных точках объекта связи.

Для проведения измерений решено использовать универсальный электронный вольтметр В7-58. Он имеет клеммы в количестве четырех штук, одна из них общая.

Для измерения необходимо использовать режим работы прибора – измерение напряжения постоянного тока (обозначение на переключателе режимов работы  $U=$ ).

Для подключения прибора в данном измерительном эксперименте используется несимметричная пара клемм, обозначенные на приборе « $U=$ » и «\*».

УГО прибора В7-58 на схеме соединений, предназначенной для последующей сборки схемы измерений и проведения измерений, может иметь вид, представленный на рисунке 1.

При вертикальном УГО прибора знак « \* » обозначается всегда внизу.

2. Для наблюдения формы сигнала и измерения его параметров используется, например, двухлучевой осциллограф С1-96.

Он имеет два коаксиальных входа, обозначаемые Y1 и Y2.

УГО прибора С1-96 на схеме соединений при измерении параметров одного сигнала может иметь вид, показанный на рисунке 2.

При измерении параметров двух сигналов УГО прибора С1-96 на схеме соединений может иметь вид, показанный на рисунке 3.

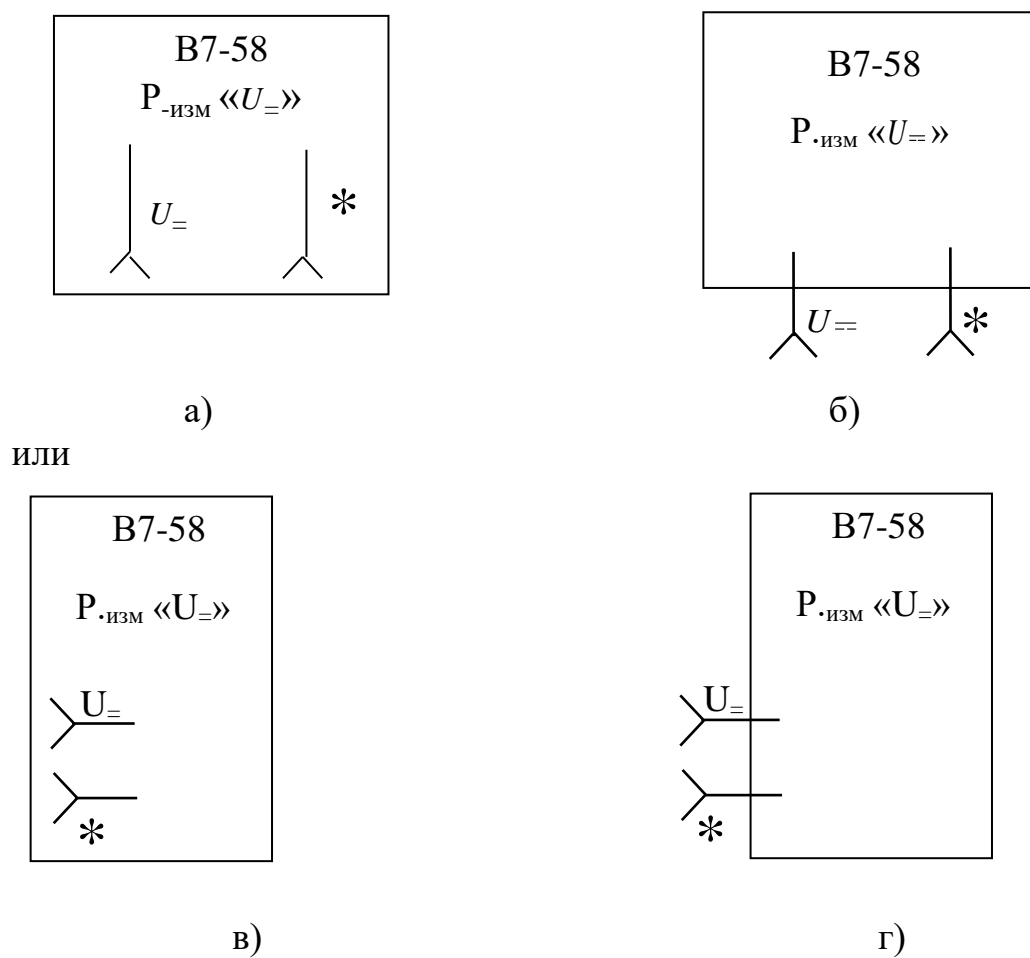


Рисунок 1

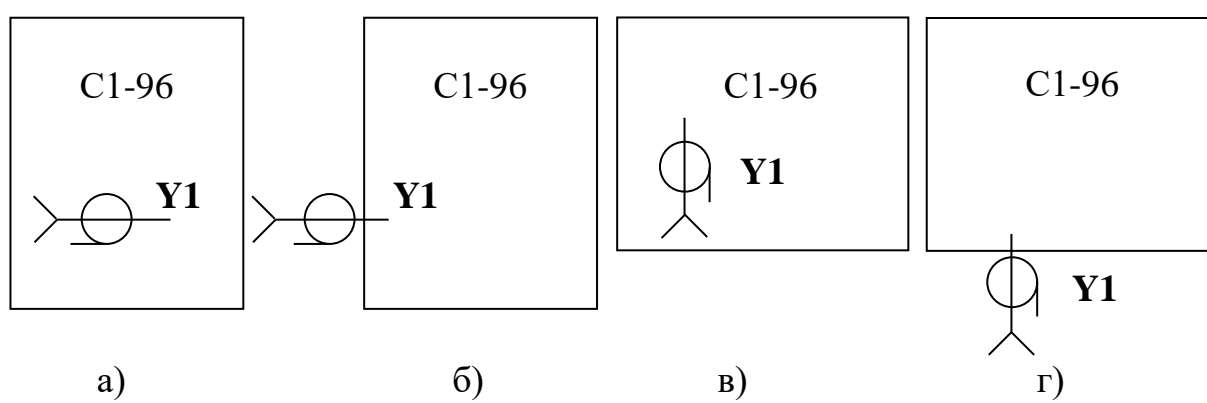


Рисунок 2

3. Схема соединений реализует схему электрическую функциональную измерительного процесса.

Пример:

Измерительная задача – определение среднеквадратического значения напряжения на выходе I генератора ГЗ-112.

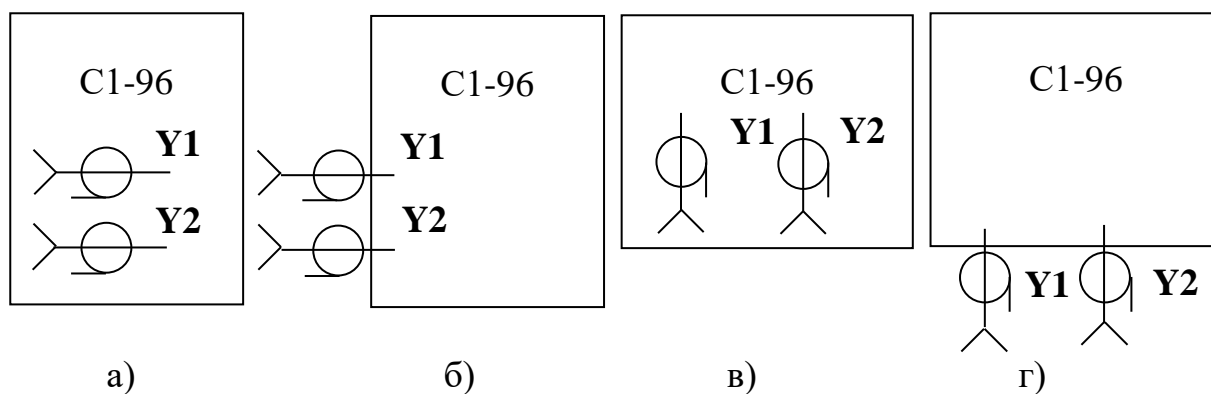


Рисунок 3

Схема электрическая функциональная измерительного процесса представлена на рис.3.

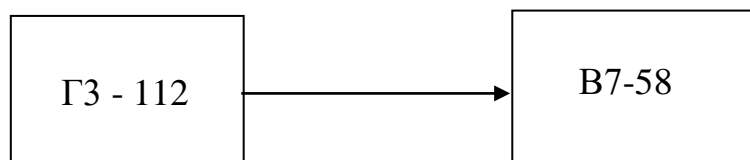


Рисунок 4

Средство измерения – универсальный электронный вольтметр В7-58.

ГЗ-112 имеет 2 коаксиальных выходных разъема, обозначенные цифрами I и II, и предусматривает подключение согласованной нагрузки с помощью коаксиальных разъемов

Вход В7-58 – несимметричный, задействуется для решения данной измерительной задачи клеммы V~ и \*.

Для соединения требуется комбинированный измерительный кабель.

Схема соединений имеет вид, показанный на рисунке 5.



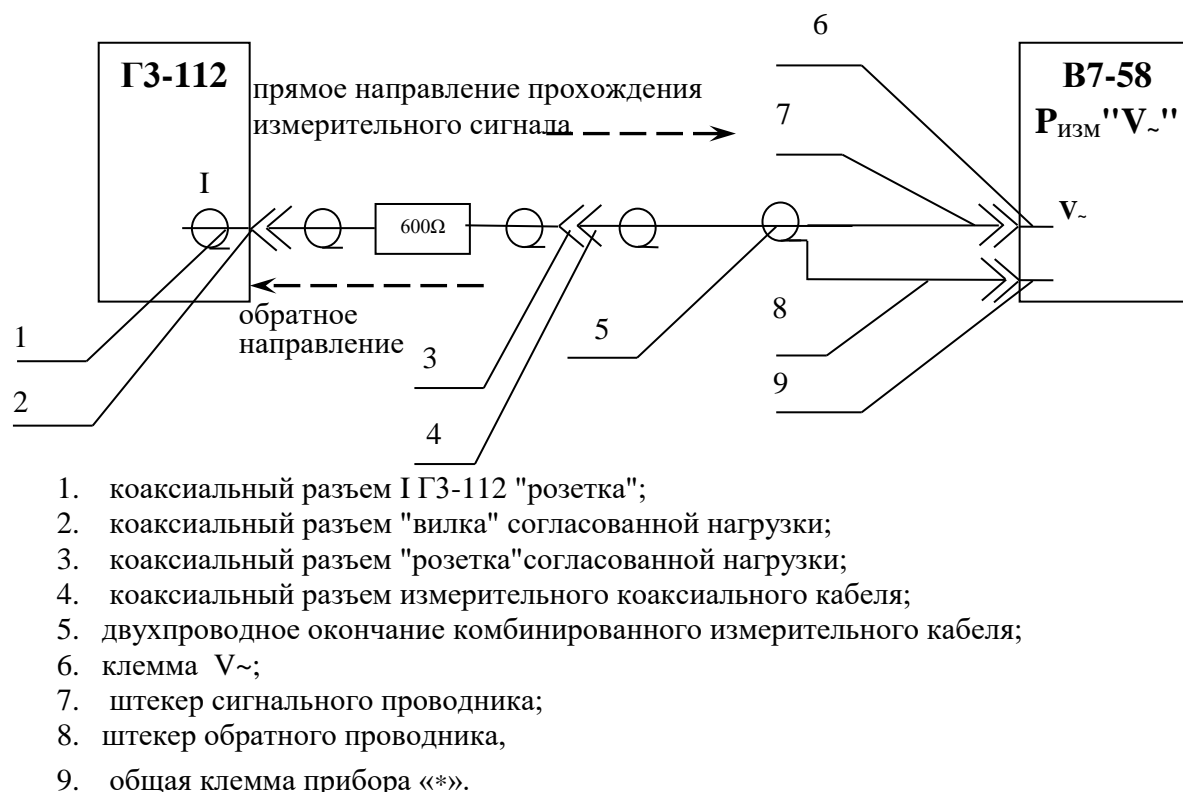


Рисунок 5

Сборка схемы выполняется строго в соответствии со схемой соединений в последовательности от источника сигнала (объекта измерений) к средству (средствам) измерений.

**Внимание!** Перед сборкой схемы надо убедиться в целостности измерительного кабеля или измерительной пары.

После сборки схемы измерений обязательно должна быть проведена проверка правильности соединений устройств и приборов.

### 1.3 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

1. Приступая к работе, следует ознакомиться с источниками питания рабочего места, способами их включения, эксплуатации и выключения.

2. Определить места подключения измерительных приборов и убедиться в целостности розеток, вилок и шнуров питания измерительных приборов.

3. Перед сборкой схемы измерений убедиться в целостности изоляции соединительных проводников и измерительных кабелей.

4. Сборку схемы измерений проводить строго в соответствии со схемой соединений, особое внимание уделяя правильному подключению сигнальных и корпусных штекеров к приборам.

5. После окончания сборки схемы преподаватель или лаборант должен ее проверить и разрешить включить источники питания.

6. Запрещается прикасаться руками к зажимам, находящимся под напряжением; наличие напряжения на зажимах элементов схемы следует проверять только измерительным прибором.

7. Запрещается оставлять без наблюдения схему и измерительные приборы, подключенные к источнику питающего напряжения.

8. Все изменения в схеме, а также устранение неисправностей производится только после отключения источников питания.

9. Разбирать схему можно только после отключения источников питания и с разрешения преподавателя.

10. Разобрав схему, необходимо аккуратно сложить соединительные провода, а приборы установить на указанные места; рабочее место в исходном состоянии сдать преподавателю.

11. Будьте осторожны при работе с высоким напряжением!  
**Соблюдайте правила техники безопасности!**

## II ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

#### СЧИТЫВАНИЕ ОТСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

##### Цели занятия

1. Научиться считывать отсчётные значения показаний СИ при прямых однократных измерениях.
2. Научиться обрабатывать отсчётные значения прямых однократных измерений.
3. Научиться обрабатывать результаты косвенных однократных измерений.
4. Научиться формировать представляемые результаты измерений по установленной форме.

##### Рассматриваемые вопросы

1. Определительный базис занятия.
2. Обработка результатов прямых однократных измерений.
3. Обработка результатов косвенных однократных измерений.
4. Формирование представляемых результатов измерений и их интерпретация.

##### Техническое обеспечение

- комбинированный измерительный прибор.....;
- универсальный вольтметр.....;
- ТО используемых приборов;
- таблица индивидуальных заданий;
- формализованные страницы опорного конспекта;

##### Информационное обеспечение

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Учебное пособие / Под общей редакцией Б.Н. Тихонова. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 360 с
2. Метрология и радиоизмерения. Под редакцией Нефедова В.И. Учебник для ВУЗов. М. «Высшая школа», 2006 г.
3. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.Я.Авдеев, В.В.Алексеев, Е.М.Антонюк и др.; под

4. “Академия”, 2008. – 384 с.
5. Конспект лекций “Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях”.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

### НАБЛЮДЕНИЕ ФОРМЫ И ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

#### Цель работы

1. Научиться применять СИ для исследования формы и измерения параметров информационных сигналов.
2. Научиться проводить измерения параметров сигналов и оценивать погрешность измерений.
3. Научиться формировать представляемый результат по установленной форме и давать физическую интерпретацию результата измерения.

#### Измерительные задачи

1. Исследование формы и измерение параметров аналогового информационного сигнала.
2. Исследование формы и измерение параметров дискретного информационного сигнала.

#### Техническое обеспечение

- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112 с согласованной нагрузкой  $R=600\text{ Ом}$ ;
- вольтметр универсальный цифровой;
- осциллограф двухлучевой \_\_\_\_\_;
- источник питания постоянного тока;
- лабораторный макет симметричного мультивибратора;
- измерительные кабели;
- соединительные проводники;
- технические описания СИ;
- таблицы индивидуальных заданий;
- формализованные страницы опорного конспекта;

#### Информационное обеспечение

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Учебное пособие / Под общей редакцией Б.Н. Тихонова. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 360 с
2. Метрология и радиоизмерения. Под редакцией Нефедова В.И. Учебник для ВУЗов. М. «Высшая школа», 2006 г.

3. учеб. заведений / Б.Я.Авдеев, В.В.Алексеев, Е.М.Антонюк и др.; под ред. В.В.Алексеева. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр “Академия”, 2008. – 384 с.
4. Конспект лекций “Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях”.

### Методические указания Решение измерительных задач

#### Измерительная задача № 1

*Источник информационного сигнала - измерительный генератор ГЗ-112.*

1.1. Провести коммутацию схемы соединений для измерения амплитудных, временных и частотных параметров сигнала.

1.2. Установить заданные номинальные значения частоты и уровня выходного сигнала, согласно индивидуальному заданию.

1.3. Получить устойчивое изображение сигнала, исследовать его форму и сравнить с теоретически ожидаемой.

1.4. Считать отсчетные значения показаний СИ и занести в таблицу. Определить значения параметров сигнала

1.5. Провести метрологическую обработку результатов измерений.

1.6. Представить результаты по установленной форме.

1.7. Провести коммутацию измерительной схемы для определения среднеквадратического значения напряжения на выходе измерительного генератора

1.8. Записать отсчетные значения показаний СИ, провести метрологическую обработку результатов измерений и представить результаты измерений по установленной форме.

1.9. Представить интерпретацию полученных результатов.

#### Измерительная задача № 2

*Источник информационного сигнала - макет симметричного мультивибратора.*

2.1. Провести коммутацию схемы соединений.

2.2. Получить устойчивое изображение сигналов на выходах симметричного мультивибратора и исследовать их формы. Сравнить с теоретически ожидаемыми.

2.3. Занести в таблицу отсчетные значения показаний СИ.

2.4. Определить значения параметров сигналов. Провести метрологическую обработку результатов измерений и представить результаты измерений по установленной форме.

### Контрольные вопросы

1. Назначение измерительных генераторов (ИГ).

2. Нормируемые параметры ИГ.
  3. ГЗ-112. Органы управления.
  4. Гармонические сигналы измерительной информации и их параметры.
  5. Видеоимпульс и его параметры.
  6. Последовательность видеоимпульсов и ее параметры.
  7. Универсальные электронные осциллографы и их классификация.
  8. Обобщенная структурная схема УЭО и назначение элементов.
- Органы управления УЭО.
9. Нормируемые характеристики УЭО.
  10. Измерение напряжений УЭО. Назначение и применение калибраторов амплитуды.
  11. Измерение длительности импульсов. Применение калибраторов длительности.
  12. Измерение временных интервалов.
  13. Измерение частоты.
  14. Измерение сдвига фаз.
  15. Правила и условия выбора УЭО.
  16. Минимизация погрешностей при снятии отсчетных значений на УЭО.

### **III ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ**

#### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

Тема занятия:

Цели занятия

Рассматриваемые вопросы

Техническое обеспечение

Информационное обеспечение

Однократные прямые измерения –

Однократные косвенные измерения -

**Отсчетное значение –**

**Определение измеренной величины по отсчетным значениям -**

**Индивидуальное задание -**

**Обработка результатов**



### Условия измерений –

[illegible]

[illegible]

## Обработка результатов

Измеряемая величина косвенным методом	Соответствующие измеренные величины прямым методом		$\Delta_{\text{оп}}$		Значение физической величины
	U	I	$\Delta U$	$\Delta I$	
$R = \frac{U}{I}$  $P = UI$					
$R = \frac{U}{I}$  $P = UI$					
$R = \frac{U}{I}$  $P = UI$					

**Расчет**

--	--	--	--

**погрешности**

## **Лист отчетности**

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2**

Тема занятия

Цель работы

Измерительные задачи

Оборудование рабочего места

Информационное обеспечение

## Измерительная

Форма сигнала	Измеряемые параметры
а) теоретическая:	1. $U_m, T$ $F = \frac{1}{T}; \quad U_{ck} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$
б) экспериментальная	2. $U_{ck}$ $U_m = \sqrt{2}U_{ck}$

Отсчетные значения влияющих факторов:	$t^{\circ}C$	P	$\varphi$
Измеренные значения влияющих факторов:	$t^{\circ}C$	P	$\varphi$
Условия измерений			

Измеряемый параметр	СИ	Схема соединений

**задача №1**

Значения параметров

1. По заданию:

 $F_H =$  ;  $U_{ck} =$ 

3. Ожидаемые значения

 $F_H =$   $\pm$  Гц $U_{ck} =$   $\pm$  В $U_m =$   $\pm$  В $T =$   $\pm$  с

Функциональные схемы

измерительного процесса

1. Наблюдения формы и измерения  
 $U_m$ ,  $T$ ,  $F_H$ .2. Измерения  $U_{ck}$ 

Отсчётные значения СИ	Измеренное значение параметра	$\delta_{оп}$ $\delta_{дп}$	$\Delta_{оп}$	$\Delta_{дп}$	$\Delta_{\Sigma}$	Представляемый результат измерений



<p><b>Мультивибратор</b></p> <p><b>Схема электрическая</b></p> <p><b>принципиальная</b></p>		<p><b>Измерительная</b></p> <p><b>Осциллограммы сигналов</b></p> <p><b>на выходах</b></p>	
<p><b>Схема электрическая</b></p> <p><b>функциональная процесса</b></p> <p><b>измерений</b></p>		<p><b>ВСИ и источник питания</b></p>	
Измеряемый параметр	СИ	Отсчётные значения	Измеренное значение параметра сигнала

задача №2

Измеряемые параметры

Ожидаемые значения  
измеряемых величин

Схема соединений

$\delta_{оп}$ $\delta_{дп}$	$\Delta_{оп}$	$\Delta_{дп}$	$\Delta_{\Sigma}$	Представляемый результат	Интерпретация результата

**Лист отчетности**

## Литература

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Учебное пособие / Под общей редакцией Б.Н. Тихонова. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 360 с
2. Метрология и радиоизмерения. Под редакцией Нефедова В.И. Учебник для ВУЗов. М. «Высшая школа», 2006 г.
3. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.Я.Авдеев, В.В.Алексеев, Е.М.Антонюк и др.; под ред. В.В.Алексеева. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр “Академия”, 2008. – 384 с.
4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К.Ким, Г.Н.Анисимов, В.Ю.Барбарович, Б.Я.Литвинович. – СПб.:Питер, 2008. – 368 с.

## Содержание

<b>Аннотация</b>	<b>2</b>
<b>I. Организация проведения метрологического практикума</b>	
1.1. Общие правила работы в лаборатории	3
1.2. Разработка схемы соединений	6
1.3. Указания по технике безопасности	9
<b>II. Лабораторные работы метрологического практикума</b>	
Практическое занятие № 1 Считывание отсчетных значений показаний средств измерений и формирование результатов измерений	11
Практическое занятие № 2 Наблюдение формы и измерение параметров информационных сигналов	13
<b>III. Формы отчетности</b>	
Практическое занятие № 1	16
Практическое занятие № 2	22
<b>Литература</b>	<b>28</b>
<b>Содержание</b>	<b>29</b>