

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов направления подготовки
10.03.01 «Информационная безопасность»
Направленность (профиль)
«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере
профессиональной деятельности)»

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Структура курса. Формы проведения занятий. Основные задачи обеспечения единства и точности измерений в соответствии с законом РФ, понятие метрологического обеспечения. Погрешности измерений	
Лабораторная работа № 1-2	6
Тема 2. Нормируемые метрологические характеристики, источники погрешностей средств измерений. Расчет погрешностей измерений. Методы измерений электрических величин. Меры основных электрических величин	
Лабораторная работа № 3-4	21
Тема 3. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений	
Статистическая обработка результатов измерений Измерительные сигналы	
Лабораторная работа № 5-6	29
Тема 4. Принципы построения и особенности вольтметров, амперметров, комбинированных универсальных приборов, измерительных генераторов	
Лабораторная работа № 7-8	42
Тема 5. Средства измерений:	
1. Частоты сигналов	
2. Формы и параметров сигналов	
Лабораторная работа № 9-10	53
Тема 6. Методы измерения электрической мощности сверхвысокочастотных электрических сигналов	
Лабораторная работа № 11-12	70
Тема 7. Средства анализа сигналов	
Принципы построения цифровых средств измерений. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	
Лабораторная работа № 13-14	78
Тема 8. Автоматизация измерений	
Информационно-измерительные системы	
Лабораторная работа № 15-16	86
Тема 9. Общие сведения о государственной системе стандартизации. Цели и задачи стандартизации. Категории и виды стандартов Российской Федерации. Основные принципы и методы стандартизации	
Организационная база сертификации	
Объекты сертификации. Особенности сертификации в области защиты информации	
Лабораторная работа № 17-18	101

ВВЕДЕНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является формирование у бакалавра теоретических знаний и практических навыков по применению знаний в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации средств измерений в экспериментально-исследовательской и проектной деятельности, а также приобретение набора общекультурных и общепрофессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность.

Задачи освоения дисциплины:

1. Ознакомление с базовыми понятиями в области метрологического обеспечения будущей специальности;
2. Получение практических навыков проведения измерений измерительными приборами и оценки их точности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-6 Способен проводить контроль защищённости информации.	ИД-1ПК-6 Способен проводить контроль защищённости информации от утечки за счёт побочных электромагнитных излучений и наводок	-проводит измерения, связанные с контролем защищённости информации от утечки за счёт побочных
	ИД-2ПК-6 Способен проводить контроль защищённости информации от несанкционированного доступа	проводит выбор средств измерений любых физических величин для контроля защищённости информации от несанкционированного доступа

Тема 1. Структура курса. Формы проведения занятий. Основные задачи обеспечения единства и точности измерений в соответствии с законом РФ, понятие метрологического обеспечения. Погрешности измерений

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1-2

Источники погрешностей средств измерений

1. Цель работы

1. Изучить понятие, классификацию и сущность погрешностей измерений.
2. Уяснить источники погрешностей средств измерений.
3. Понять методы оценки погрешностей измерений.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1. Понятие погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений.	40 мин
2. Источники погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений.	30 мин
3. Случайные погрешности. Систематические погрешности.	30 мин
4. Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.
Заключительная часть	5 мин.
Всего: 180 мин	

5. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

5.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

5.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

5.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

6. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, мел (маркеры).

7. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

Вводная часть занятия

Метрология как наука и область практической деятельности человека зародилась в глубокой древности. На всем пути развития человеческого общества измерения были основой взаимоотношений людей между собой, с окружающими предметами, с природой. При этом вырабатывались определенные представления о размерах, формах, свойствах предметов и явлений, а также правила и способы их сопоставления.

С течением времени и развитием производства ужесточились требования к качеству метрологической информации, что привело в итоге к созданию системы метрологического обеспечения деятельности человека.

Погрешность измерения является характеристикой (мерой) точности измерения. Точность измерений - степень приближения измерения к действительному значению величины. Из этого следует, что для повышения точности измерений необходимо снижать погрешность измерений. Предстоящее занятие является актуальным, поскольку посвящено изучению погрешностей измерений.

8. Понятие погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений.

8.1 Понятие погрешности измерений.

Непосредственной задачей измерения является определение значений измеряемой величины. В результате измерения физической величины с истинным значением $X_{\text{и}}$ мы получаем оценку этой величины $X_{\text{изм.}}$ - результат измерений. При этом следует четко различать два понятия: **истинные значения** физических величин и их эмпирические проявления – **действительные значения**, которые являются результатами измерений и в конкретной измерительной задаче могут приниматься в качестве истинных значений. Истинное значение величины неизвестно и оно применяется только в теоретических исследованиях.

Результаты измерений являются продуктами нашего познания и представляют собой приближенные оценки значений величин, которые находятся в процессе измерений. Степень приближения полученных оценок к истинным (действительным) значениям измеряемых величин зависит от многих факторов: метода измерений, использованных средств измерений и их погрешностей, от свойств органов чувств операторов, проводящих измерения, от условий, в которых проводятся измерения и т.д. Поэтому между истинным значением физической величины и результатом измерений всегда имеется

различие, которое выражается **погрешностью измерений** (то же самое, что погрешностью результата измерений).

Погрешность результата измерения — отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины:

$$\Delta X = X_{изм} - X_{ист}.$$

Так как истинное значение измеряемой величины всегда неизвестно и на практике мы имеем дело с действительными значениями величин X_d , то формула для определения погрешности в связи с этим приобретает вид:

$$\Delta X = X_{изм} - X_d.$$

8.2 Модели объекта и погрешности измерений

Задачей измерений является получение значений физической величины, характеризующей соответствующие свойства реального объекта измерений. Однако, вследствие того, что истинное значение измеряемой величины нам неизвестно, возникает вопрос - а что же тогда мы должны измерить? Для ответа на этот вопрос вводится некий идеализированный образ объекта измерений - **модель объекта измерений**, соответствующие параметры которой можно наилучшим образом представить в качестве истинного значения измеряемой величины. Модель реального объекта измерений обычно представляет собой некоторую его **абстракцию** и ее определение формируется на основе логических, физических и математических представлений. В качестве примера рассмотрим решение часто рассматриваемой в литературе простейшей измерительной задачи - определение диаметра диска. Реальный объект измерения - диск, представляется его математической моделью - кругом. При этом делается предположение, что диаметр круга идеальным образом отражает то свойство реального диска, которое мы называем его диаметром. По определению диаметр круга одинаков во всех направлениях, поэтому, чтобы проверить соответствие нашей модели реальному объекту (диску), мы должны провести измерения диска в нескольких направлениях. Из полученных результатов измерений могут следовать два вывода. Если разброс измеренных значений, то есть разности результатов измерений между собой, не превышают заданную в измерительной задаче погрешность измерений диаметра диска, то в качестве результата измерений можно принять любое из полученных значений.

Если же разность результатов измерений превышает заданную погрешность измерений, то это означает, что для данной измерительной задачи принятая модель не подходит и необходимо ввести новую модель

объекта измерений. Такой моделью, например, может быть круг, имеющий диаметр, равный наибольшему измеренному значению (описывающий круг).

Другой пример - измерение площади комнаты. Представив пол комнаты в виде прямоугольника, ее площадь можно найти как произведение длины комнаты на ширину. Но если окажется, что ширина комнаты неодинакова по ее длине, то необходимо принять другую модель — например, представить пол комнаты в виде трапеции и определять площадь уже по другой формуле.

Аналогично модели измерений вводится и понятие **модели погрешности измерений**. Например, деление погрешностей по их происхождению, свойствам, способам выражения и т.д. Так, для выражения случайных погрешностей чаще всего используются вероятностные модели. При этом случайная погрешность характеризуется не одним значением, а тем диапазоном значений, в котором она может находиться с определенной вероятностью. Для выбранной модели погрешностей устанавливаются законы ее распределения и те параметры этих распределений, которые являются показателями погрешности, а также статистические методы оценки этих параметров по результатам измерений. Подробнее модели погрешности измерений будут рассмотрены ниже.

9 Источники погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений

9.1 Источники погрешности измерений

Погрешность результата измерения имеет много составляющих, каждая из которых обусловлена различными факторами и источниками. Типичный подход к анализу и оцениванию погрешностей состоит в выделении этих составляющих, их изучении по отдельности и суммировании по принятым правилам. Определив количественные параметры всех составляющих погрешности и зная способы их суммирования, можно правильно оценить погрешность результата измерений и при возможности скорректировать его с помощью введения поправок.

Ниже приводятся некоторые **источники** появления погрешностей измерений:

- неполное соответствие объекта измерений принятой его модели;
- неполное знание измеряемой величины;
- неполное знание влияния условий окружающей среды на измерение;
- несовершенное измерение параметров окружающей среды;

- конечная разрешающая способность прибора или порог его чувствительности;
- неточность передачи значения единицы величины от эталонов к рабочим средствам измерений;
- неточные знания констант и других параметров, используемых в алгоритме обработки результатов измерения;
- аппроксимации и предположения, реализуемые в методе измерений;
- субъективная погрешность оператора при проведении измерений;
- изменения в повторных наблюдениях измеряемой величины при очевидно одинаковых условиях и другие.

Группируя перечисленные выше и другие причины появления погрешностей измерений, их можно разделить на погрешности

- метода измерений,
- средств измерений (инструмента),
- оператора, проводящего измерения.

Несовершенство каждого этого компонента измерения вносит вклад в погрешность измерения. Поэтому в общем виде погрешность можно выразить следующей формулой:

$$\Delta X = \Delta_{\text{м}} + \Delta_{\text{ц}} + \Delta_{\text{л}},$$

где $\Delta_{\text{м}}$ – методическая погрешность (погрешность метода); $\Delta_{\text{ц}}$ – инструментальная погрешность (погрешность средств измерений); $\Delta_{\text{л}}$ – личная (субъективная) погрешность.

Основные причины возникновения инструментальной погрешности приведены в разделе о средствах измерений.

Методическая погрешность возникает из-за недостатков используемого метода измерений. Чаще всего это является следствием различных допущений при использовании эмпирических зависимостей между измеряемыми величинами или конструктивных упрощений в приборах, используемых в данном методе измерений.

Инструментальными называют погрешности, причина которых заключается в свойствах применяемых средств измерений. Эти свойства могут вызывать погрешности различного характера.

В общем случае инструментальные погрешности можно разделить на:

- инструментальные погрешности, являющиеся следствием несовершенства или неправильности технологии изготовления средств измерений;
- инструментальные погрешности, присущие данной конструкции;

– инструментальные погрешности, являющиеся следствием износа, старения или неисправности средств измерений.

Субъективная погрешность связана с такими индивидуальными особенностями операторов, как внимательность, сосредоточенность, быстрота реакции, степень профессиональной подготовленности. Такие погрешности чаще встречаются при большой доле ручного труда при проведении измерений и почти отсутствуют при использовании автоматизированных средств измерений.

9.2 Классификация погрешностей измерений

Представленная выше классификация погрешностей измерений связана с **причинами** их возникновения. Кроме этого существуют и другие признаки, по которым классифицируются погрешности.

По **характеру проявления** (свойствам погрешностей) они разделяются на систематические и случайные, по **способам выражения** - на абсолютные и относительные.

Абсолютная погрешность выражается в единицах измеряемой величины, а **относительная погрешность** представляет собой отношение абсолютной погрешности к измеренному (действительному) значению величины и ее численное значение выражается либо в процентах, либо в долях единицы.

Опыт проведения измерений показывает, что при многократных измерениях одной и той же неизменной физической величины при постоянных условиях погрешность измерений можно представить в виде двух слагаемых, которые по-разному проявляются от измерения к измерению. Существуют факторы, постоянно или закономерно изменяющиеся в процессе проведения измерений и влияющие на результат измерений и его погрешность. Погрешности, вызываемые такими факторами, называются **систематическими**.

Систематическая погрешность – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины. В зависимости от характера изменения систематические погрешности подразделяются на **постоянные, прогрессирующие, периодические, изменяющиеся по сложному закону**.

Близость к нулю систематической погрешности отражает **правильность измерений**.

Систематические погрешности обычно оцениваются либо путем теоретического **анализа условий измерения**, основываясь на известных

свойствах средств измерений, либо использованием **более точных средств измерений**. Как правило, систематические погрешности стараются исключить с помощью поправок. **Поправка** представляет собой значение величины, вводимое в неисправленный результата измерения с целью исключения систематической погрешности. Знак поправки противоположен знаку величины. На возникновение погрешностей влияют также и факторы, нерегулярно появляющиеся и неожиданно исчезающие. Причем интенсивность их тоже не остается постоянной. Результаты измерения в таких условиях имеют различия, которые индивидуально непредсказуемы, а присущие им закономерности проявляются лишь при значительном числе измерений. Погрешности, появляющиеся в результате действия таких факторов, называются **случайными погрешностями**.

Случайная погрешность – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях одной и той же величины, проведенных с одинаковой тщательностью.

Незначительность случайных погрешностей говорит о хорошей **сходимости измерений**, то есть о близости друг к другу результатов измерений, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом, в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью. Обнаруживаются случайные погрешности путем **повторных измерений** одной и той же величины в одних и тех же условиях. Они не могут быть исключены опытным путем, но могут быть оценены при обработке результатов наблюдений. Деление погрешностей измерений на случайные и систематические очень важно, т.к. учет и оценка этих составляющих погрешности требует разных подходов.

Факторы, вызывающие погрешности, как правило, можно свести к общему уровню, когда влияние их на формирование погрешности является более или менее одинаковым. Однако некоторые факторы могут проявляться неожиданно сильно, например, резкое падение напряжения в сети. В таком случае могут возникать погрешности, существенно превышающие погрешности, оправданные условиями измерений, свойствами средств измерений и метода измерений, квалификацией оператора. Такие погрешности называются **грубыми, или промахами**.

Грубая погрешность (промах) – погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных значений погрешности. Грубые погрешности необходимо всегда исключать из рассмотрения, если известно, что они являются результатом очевидных промахов при проведении измерений. Если

же причины появления резко выделяющихся наблюдений установить нельзя, то для решения вопроса об их исключении используют статистические методы. Существует несколько критериев, которые позволяют выявить грубые погрешности. Некоторые из них рассмотрены ниже в разделе об обработке результатов измерений.

10 Случайные погрешности. Систематические погрешности

10.1 Статистическая устойчивость распределения наблюдений

При наличии случайных погрешностей измерений прибегают к многократным наблюдениям и последующей статистической обработке их результатов. При этом результаты наблюдений и измерений и случайные погрешности рассматриваются как **случайные величины**, то есть величины, которые характеризуют случайное явление и в результате измерений принимают то или иное значение. Обработка результатов таких наблюдений возможна, если их рассеивание обнаруживает определенные **статистические закономерности**. Если же результаты наблюдений разбросаны произвольно, то использовать какие-либо способы обработки таких наблюдений и получить результат измерения не представляется возможным.

Поэтому при формулировании конкретной задачи измерений и при получении результатов наблюдений необходимо прежде всего проверить наличие закономерностей в распределении наблюдений. Если такие закономерности обнаруживаются, то распределение наблюдений обладает **статистической устойчивостью** и для их обработки возможно применение методов теории вероятностей и математической статистики. При этом необходимо отметить, что обнаружение статистических закономерностей в распределении результатов наблюдений проводится после исключения из них всех известных систематических погрешностей.

10.2 Дифференциальные и интегральные законы распределения случайной величины

Случайная величина наилучшим и исчерпывающим образом характеризуется в теории вероятностей **законом ее распределения**. Этот закон устанавливает связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими этим значениям вероятностям их появления. Существует две формы описания закона распределения случайной величины

- **дифференциальная и интегральная**. Причем, в метрологии в основном используется дифференциальная форма - закон распределения **плотности вероятностей** случайной величины.

Дифференциальный закон распределения характеризуется **плотностью распределения вероятностей $f(x)$** случайной величины x . Вероятность P попадания случайной величины в интервал от x_1 до x_2 при этом дается формулой:

$$P\{x_1 \leq x \leq x_2\} = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

Графически эта вероятность представляет собой отношение площади под кривой $f(x)$ в интервале от x_1 до x_2 к общей площади, ограниченной всей кривой распределения. Как правило, площадь под всей кривой распределения вероятностей нормируют на единицу.

В данном случае представлено распределение **непрерывной** случайной величины. Кроме них существуют и **дискретные** случайные величины, принимающие ряд определенных значений, которые можно пронумеровать. **Интегральный закон распределения случайной величины** представляет собой функцию $F(x)$, определяемую формулой

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

Вероятность, что случайная величина будет меньше x_1 дается значением функции $F(x)$ при $x = x_1$: $F(x_1) = P\{x < x_1\}$.

Хотя закон распределения случайных величин является их полной вероятностной характеристикой, нахождение этого закона является довольно трудной задачей и требует проведения многочисленных измерений. Поэтому на практике для описания свойств случайной величины используют различные **числовые характеристики распределений**. К ним относятся **моменты** случайных величин: **начальные и центральные**, которые представляют собой некоторые **средние значения**. При этом если усредняются величины, отсчитываемые от начала координат, то моменты называются **начальными**, а если от центра распределения – то **центральными**.

Начальный момент k -го порядка определяется формулой:

$$m_k = \int_{-\infty}^{+\infty} x^k f(x) dx$$

Наибольший практический интерес представляет начальный момент первого порядка - **математическое ожидание случайной величины** m_1 ($k=1$):

$$m_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx$$

Математическое ожидание определяет положение **центра группирования** случайной величины, вокруг которого наблюдается ее рассеяние. Экспериментальной оценкой математического ожидания при многократных измерениях является **среднее арифметическое значение** измеряемой величины.

Центральный момент k-го порядка определяется формулой:

$$\mu_k = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - m_1)^k f(x)dx$$

Особую роль играет центральный момент второго порядка. Он называется **дисперсией D** случайной величины и характеризует **рассеяние** отдельных ее значений:

$$D = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - m_1)^2 f(x)dx$$

На практике чаще используется **среднее квадратическое отклонение σ (СКО)** случайной величины, определяемое формулой:

$$\sigma = \sqrt{D}$$

При более подробном изучении распределений случайной величины используются моменты более высоких порядков. Так, любой нечетный центральный момент характеризует **асимметрию** распределения. Например, третий момент используют для нахождения **коэффициента асимметрии** кривой распределения относительно математического ожидания. Четвертый центральный момент характеризует остроту вершины кривой распределения.

10.2 Систематические погрешности

Обнаружение и исключение систематических погрешностей представляет собой сложную задачу, требующую глубокого анализа всей совокупности результатов наблюдений, используемых средств, методов и условий измерений. При этом необходимо отметить, что устранение систематических погрешностей осуществляется не путем математической обработки результатов наблюдений, а применением соответствующих **методов измерений**. В частности, проведением измерений различными

независимыми методами или выполнением измерений с параллельным применением **более точных средств измерений**. Существуют некоторые специальные **приемы проведения измерений**, которые позволяют исключить части систематических погрешностей:

- **Исключение** самого источника погрешностей.
- **Замещение** измеряемой величины равновеликой ей известной величиной так, чтобы при этом в состоянии и действии всех используемых средств измерений не происходило никаких изменений. Таким путем может быть исключена погрешность компаратора.
- **Компенсация** погрешности по знаку путем проведения измерений в прямом и обратных направлениях одним и тем же прибором. Например, определяя значение измеряемой величины при подходе к определенной точке шкалы слева и справа от нее и вычисляя среднее значение.
- Наблюдения **через период** изменения влияющей величины. Это позволяет исключить погрешности, изменяющиеся по периодическому закону.
- Измерения одной величины несколькими **независимыми методами** с последующим вычислением среднего взвешенного значения измеряемой величины.
- Измерения одной величины **несколькими приборами** с последующим вычислением среднего арифметического из показаний всех приборов.

Систематические погрешности устраняются путем введения **поправок**, которые находятся разными путями и представляют собой значения абсолютных погрешностей, которые вычитаются из результата измерений. Так, инструментальные составляющие систематической погрешности находят по результатам **поверки** средств измерений.

Поправки для учета **влияющих величин** вычисляют с использованием известных **функций или коэффициентов влияния** по результатам вспомогательных измерений этих величин. Но введение поправок не исключает полностью систематические погрешности, так как остаются, например, погрешности определения поправок. Эти неисключенные части представляют собой **неисключенные остатки систематических погрешностей (НСП)**.

Так как полностью исключить систематические погрешности невозможно, то возникает задача оценивания границ или других параметров этих погрешностей. Как правило, систематическая погрешность результата измерения оценивается по ее **составляющим**. Эти составляющие бывают либо известны заранее, либо могут быть определены с помощью

вспомогательных данных, например, вычислены для каждой из влияющих величин. В качестве их могут выступать и погрешности определения поправок. Неисключенная систематическая погрешность характеризуется **границей** каждой ее составляющей.

В связи с этим возникает задача **суммирования** составляющих систематической погрешности. При этом составляющие должны рассматриваться как случайные величины и суммироваться методами теории вероятностей, что предполагает знание функции распределения этих составляющих. Однако, закон распределения элементарных составляющих погрешности, как правило, неизвестен. Поэтому при суммировании руководствуются следующим **практическим правилом**, основанном на здравом смысле и интуиции:

- если известна оценка границ погрешности, то ее распределение следует считать **равномерным**;
- если же известна оценка СКО погрешности, распределение следует считать **нормальным**.

Применение этого правила позволяет статистически суммировать составляющие систематической погрешности. В соответствии с ним при отсутствии дополнительной информации неисключенные остатки систематической погрешности рассматриваются как случайные величины, имеющие **равномерное распределение**.

Границы неисключенной систематической погрешности Q при числе слагаемых большим или равным 4 вычисляются по формуле:

$$\Theta = k \cdot \sqrt{\sum_i Q_i^2},$$

где Q_i - граница i-ой составляющей погрешности; k - коэффициент, определяемый доверительной вероятностью. При $P = 0,95$ $k = 1,1$, при $P = 0,99$ $k = 1,4$.

При числе слагаемых меньших или равных 3 значения Q_i суммируются арифметически по модулю. Если же суммировать НСП арифметически при любом числе слагаемых, то полученная оценка будет хотя и надежной, но завышенной.

Доверительную вероятность для вычисления границ неисключенной систематической погрешности принимают той же, что при вычислении доверительных границ случайной погрешности.

Проверьте свои знания путем ответа на вопросы для самоконтроля.

Оформите отчет о лабораторной работе, в котором укажите тему занятия, цели работы, программу работы (учебные вопросы), ход работы (результаты изучения учебных вопросов), выводы по работе.

Задание

Получить результаты измерения физической величины у преподавателя. Оценить виды погрешностей по представленным результатам измерений.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

12. Контрольные вопросы

1. Дайте определение погрешности результата измерения.
2. Дайте определение модели погрешности измерений.
3. Охарактеризуйте источники появления погрешностей измерений.
4. Дайте определение методической погрешности измерений.
5. Дайте определение инструментальной погрешности измерений.
6. Дайте определение субъективной погрешности измерений.
7. Дайте определение абсолютной погрешности измерений.
8. Дайте определение систематической погрешности измерений.
9. Дайте определение случайной погрешности измерений.
10. Дайте определение грубой погрешности измерений.
11. Охарактеризуйте дифференциальный закон распределения случайной величины.
12. Охарактеризуйте интегральный закон распределения случайной величины.
13. Охарактеризуйте нормальное распределение случайной величины.
14. Охарактеризуйте равномерное распределение случайной величины.

13. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

14. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение доверительного интервала для истинного (действительного) значения измеряемой величины.
2. Способы снижения систематических погрешностей измерений.
3. Дайте определение границы неисключенной систематической погрешности.

Тема 2. Нормируемые метрологические характеристики, источники погрешностей средств измерений. Расчет погрешностей измерений. Методы измерений электрических величин. Меры основных электрических величин

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3-4

Статистическая обработка группы результатов измерений

1. Цель работы

1. Изучить порядок статистической обработки группы результатов измерений.
2. Получить навыки исследования параметров измерительного генератора.
3. Получить навыки проведения статистической обработки группы результатов наблюдений.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1 Многократное измерение частоты на выходе измерительного генератора.	40 мин
2 Статистическая обработка группы результатов наблюдений.	50 мин
3 Оформление отчета и защита у преподавателя	60 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.
Заключительная часть	5 мин.
Всего: 180 мин	

4. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, мел (маркеры).

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

7. Многократное измерение частоты на выходе измерительного

генератора

Изучите порядок использования генератора низкой частоты и цифрового частотомера (инструкции по эксплуатации в отдельном файле).

Проверьте надежность заземления приборов. Соберите измерительную цепь в соответствии с рисунком 1.

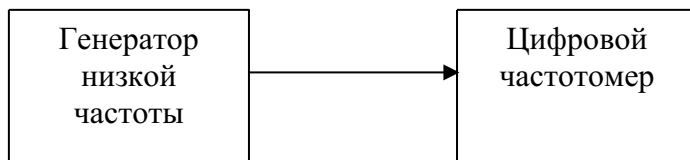


Рисунок 1- Схема измерений

Проведите многократное измерение одного и того же значения частоты на выходе измерительного генератора.

В качестве источника сигнала используется генератор низкой частоты (например ГЗ-109 или его аналог GAG-810) и его основной выход, а в качестве измерителя частоты используется электронно-счетный частотомер (например ЧЗ-54 или его аналог GFC-8010H), позволяющий свести к минимуму систематические погрешности.

1.1. На исследуемом генераторе GAG-810 установить заданное значение частоты в соответствии с номером рабочего места из таблицы 1 и выходное напряжение 1 Вольт. Частота выходного сигнала устанавливается ручкой плавной установки Hz и переключателем МНОЖИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ. Выходное напряжение на разъеме ВЫХОД 1 регулируется плавно потенциометром РЕГУЛИРОВКА ВЫХ. и ступенями при помощи аттенюатора 15mV...15V.

Таблица 1 - Значения устанавливаемой частоты на генераторе GAG-810

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значение частоты, Гц	10^3	2×10^3	3×10^3	4×10^3	5×10^3	6×10^3	7×10^3	8×10^3	9×10^3	10×10^3
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Значение частоты, Гц	11×10^3	12×10^3	13×10^3	14×10^3	15×10^3	16×10^3	17×10^3	18×10^3	19×10^3	20×10^3
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Значение	21×10^3	22×10^3	23×10^3	24×10^3	25×10^3	26×10^3	27×10^3	28×10^3	29×10^3	30×10^3

частоты, Гц	³									
----------------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.2. Подготовить электронно-счетный частотомер GFC-8010H к работе в режиме измерения частоты. Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положение ЧАСТОТА А, переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА - в положение 10; нажать кнопки: УРОВ. АВТ., 50 , 5MHz.

С разъема ВЫХОД 1 генератора GAG-810 подать сигнал на вход А частотомера GFC-8010H. Удобное для отсчета время устанавливается кнопкой ВРЕМЯ ИНДИКАЦИИ частотомера.

1.3. Произвести 20 измерений заданного значения частоты путем приведения ручки установки частоты в исходное состояние и последующей установке ее по шкале генератора на требуемое значение.

Если при какой-то установке оказалось, что заданное значение частоты пройдено, следует снова установить это значение при плавном подходе с нужной стороны.

После установки частота генератора не сразу принимает номинальное значение. Поэтому в качестве результата наблюдения необходимо брать второй или третий отсчет частоты по индикатору частотомера. Необходимо стремиться наиболее точно устанавливать значения частоты на выходе генератора, т.к. от этого будет зависеть степень соответствия результатов наблюдений нормальному закону распределения случайных величин. Все 20 измерений следует произвести за возможно более короткое время (не более 5 минут). В противном случае заметно изменяются условия проведения эксперимента. Например: напряжение сети, температура окружающей среды, и, появляющаяся при этом, переменная систематическая погрешность искажают закон распределения значений наблюдений.

Результаты наблюдений записать в таблицу 2.

Таблица 2 - Результаты статистической обработки группы результатов наблюдений

№ Измерения	f_i , Гц	$f_i - f_x$, Гц	$(f_i - f_x)^2$	№ Измерения	f_i , Гц	$f_i - f_x$, Гц	$(f_i - f_x)^2$
1				11			
2				12			
3				13			
4				14			
5				15			
6				16			
7				17			
8				18			
9				19			

№ Измере ния	f_i , Гц	$f_i - f_x$, Гц	$(f_i - f_x)^2$	№ Измере ния	f_i , Гц	$f_i - f_x$, Гц	$(f_i - f_x)^2$
10				20			

После заполнения таблицы 1 результатами измерения частоты проведите статистическую обработку.

8 Статистическая обработка группы результатов наблюдений

Задача: выполнить статистическую обработку группы результатов наблюдений.

Статистическая обработка группы результатов наблюдений осуществляется в соответствии с приложением 1.

При статистической обработке группы результатов наблюдений необходимо учитывать следующие допущения.

8.1. Систематическая погрешность в результатах произведенных наблюдений отсутствует.

8.2. Проверку гипотезы о нормальном законе распределения результатов наблюдений провести на качественном уровне по соответствию формы гистограммы результатов наблюдений форме нормального закона распределения.

Для построения гистограммы необходимо:

а) определить минимальное и максимальное значения из ряда наблюдений;

б) найти диапазон изменения погрешностей как разность между максимальным и минимальным значениями;

в) рассчитать интервал группировки погрешностей как частное от деления диапазона изменения погрешностей на число интервалов группировки (3...7).

Результаты группировки занести в таблицу 3.

Таблица 3 - Группировка результатов наблюдений

№ интервала	Интервал группировки, Гц	Количество наблюдений, входящих в данный интервал-m	Частость, m/n
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

По данным из таблицы 3 построить гистограмму. По оси ординат откладывается частость, а по оси абсцисс - интервалы группировки.

8.3. Доверительный интервал для истинного значения измеряемой величины рассчитать при доверительной вероятности

$$\alpha = 0,95.$$

Для нахождения коэффициента Стьюдента использовать [8, с. 22-24].

8.4. Границы Θ неисключенных остатков систематической погрешности определяются как

$$\Theta = f_n - f_x,$$

где f_n - номинальное значение частоты, установленное по шкале генератора.

8.5. Сравнить доверительные границы результата измерения частота на выходе генератора с допустимыми границами отклонения частоты от номинального значения при основной допустимой погрешности генератора, равной:

$$\Delta F = \pm (0,5 + 0,01F), \text{ Гц в диапазоне частот } 200\text{Гц} \dots 20\text{кГц}$$

и

$$\Delta F = \pm (0,5 + 0,02F), \text{ Гц в диапазоне частот } 20 \dots 200 \text{ Гц}; 20 \dots 200 \text{ кГц}.$$

8.6. Сделать вывод о действительном значении измеряемой частоты.

8.7. Оформите отчет о лабораторной работе. В отчете необходимо отразить тему, цель, программу и ход работы с представлением таблиц с результатами измерений и гистограммы, построенной на их основе. Также в заключительной части отчета необходимо представить выводы по работе.

8.8. Проверьте свои знания путем ответа на вопросы для самоконтроля.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

9. Контрольные вопросы

Какая обработка результатов наблюдения является статистической? Чем вызвана ее необходимость?

2. В чем отличие результата наблюдения от результата измерения?

3. Какой документ регламентирует порядок статистической обработки группы результатов наблюдений?

4. Какие исходные данные необходимы для реализации статистической обработки результатов наблюдений?

5. Что называется систематической погрешностью измерения, как она оценивается и исключается из результата наблюдения?

6. Что принимается в качестве результата измерения, и в соответствии с какой зависимостью он вычисляется?

7. Что называется среднеквадратическим отклонением (СКО) случайной величины? В чем отличие среднеквадратического отклонения результата наблюдения от результата измерения? Как они взаимосвязаны? В соответствии с какой зависимостью рассчитывается СКО результата измерения?

8. Что такое гистограмма и как она строится по результатам наблюдений. Какую форму имеет нормальный закон распределения случайной величины?

9. Что называется доверительным интервалом истинного значения величины? Что называется доверительной вероятностью? Как определить доверительный интервал для нормального распределения случайных величин?

10. Что называется неисключенным остатком систематической погрешности? Правило суммирования неисключенных остатков систематической погрешности.

11. Правило суммирования систематической и случайной погрешностей.

12. Правило записи результата измерения.

13. Порядок статистической обработки результатов наблюдений.

11. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

12. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Что называется неисключенным остатком систематической погрешности? Правило суммирования неисключенных остатков систематической погрешности.
2. Правило суммирования систематической и случайной погрешностей.
3. Правило записи результата измерения.

Тема 3. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений. Статистическая обработка результатов измерений. Измерительные сигналы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5-6

Изучение характеристик, возможностей и порядка использования измерительных приборов, применяемых для оценки напряжения и силы тока

1. Цель работы

1. Изучить назначение и возможности цифрового мультиметра серии M890G, основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G и меры безопасности при работе с прибором.
2. Изучить назначение и возможности измерительного прибора Ц4353. Основные режимы работы измерительного прибора Ц4353. Меры безопасности при работе с прибором
3. Сформировать у студентов навыки проведения измерений и оценки погрешностей цифровым мультиметром M890G и измерительным прибором Ц4353.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1 Назначение и возможности цифрового мультиметра серии M890G. Основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G. Меры безопасности при работе с прибором.	50 мин
2 Назначение и возможности измерительного прибора Ц4353. Основные режимы работы измерительного прибора Ц4353. Меры безопасности при работе с прибором.	50 мин
3 Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.

Заключительная часть
Всего: 180 мин

5 мин.

4. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

4.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

4.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

4.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

5. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, мел (маркеры).

6. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

7. Назначение и возможности цифрового мультиметра серии M890G. Основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G. Меры безопасности при работе с прибором

7.1. Назначение и возможности цифрового мультиметра серии M890G

Цифровой мультиметр серии M890G предназначен для измерения напряжения постоянного и переменного тока, сопротивления, постоянного и переменного тока, емкости, температуры, частоты, коэффициента усиления транзисторов (коэффициента передачи по току $h_{21э}$) p–n–p и n–p–n типа и прозвонка цепей.

Данный прибор имеет кнопочный выключатель ВКЛЮЧЕНИЕ–ВЫКЛЮЧЕНИЕ, а также 32–х позиционный поворотный переключатель для выбора функций и диапазона.

Основные характеристики мультиметра серии M890G:

- Чувствительность 100 мкВ.
- Автоматическая индикация полярности в диапазоне постоянного тока.
- Автоматическая индикация перегрузки с обозначением на дисплее «1».
- Все диапазоны защищены от перегрузок.
- Проверка полупроводников фиксированной величиной тока 1 мА.
- Контроль емкости в пределах 1 пФ – 20 мкФ.
- Контроль сопротивления в пределах 0,1 Ом – 200 МОм.
- Проверка $h_{21э}$ транзисторов током базы – 10 мкА.
- Контроль температуры с использованием или без использования термопары.

Внешний вид прибора представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид мультиметра серии M890G

7.2 Основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G

Основными режимами работы цифрового мультиметра серии M890G являются следующие:

Контроль тока.

1. Присоедините черный щуп к гнезду COM, а красный к гнезду mA для контроля максимального тока 200 мА. Для контроля максимального тока 10А подсоедините красный щуп к гнезду 10 А.

2. Установите поворотный переключатель в требуемый диапазон А или А~ подсоедините щупы последовательно с нагрузкой.

Полярность соединения красного щупа будет указана вместе с величиной тока при контроле постоянного тока.

3. Если дисплей показывает только «1», это указывает на перенагрузку, в этом случае должен быть выбран более высокий предел.

Примечание: В режиме контроля токов запрещается подключать мультиметр параллельно источникам напряжения (элементы питания, аккумуляторы, трансформаторы, сеть переменного тока).

Контроль напряжения.

1. Присоедините черный щуп к гнезду COM, а красный к гнезду V/Ω .
2. Установите поворотный переключатель в требуемый диапазон V или $V\sim$ и присоедините щупы к источнику напряжения. Полярность соединения красного щупа будет указана вместе с величиной напряжения при контроле напряжения постоянного тока.
3. Когда дисплей показывает только «1», это говорит о ситуации перегрузки, в таком случае необходимо выбрать более высокий предел измерений.

Контроль сопротивления.

1. Присоедините черный щуп к гнезду COM, а красный к гнезду V/Ω . (Полярность красного щупа – «+»).
2. Установите поворотный переключатель в требуемое положение и подсоедините щупы к контролируемому сопротивлению.

Примечание:

1. Если контролируемое сопротивление превышает максимальную величину выбранного предела или вход не подсоединен, дисплей показывает перегрузку – «1».
2. При проверке сопротивления в цепи убедитесь в том, что цепь обесточена, и что все емкости полностью разряжены.
3. Для контроля сопротивления свыше 1 МОм может понадобиться несколько секунд, прежде чем дисплей мультиметра даст стабильное показание, это является обычным при контроле больших сопротивлений.
4. В диапазоне 200 МОм при закороченных щупах дисплей может показывать до 10 единиц счета. Это число необходимо вычитать из результатов. Например, при контроле сопротивления 100 МОм дисплей показывает 101,0, а при закороченных щупах 1,0, точный результат подсчитывается и составляет $101,0 - 1,0 = 100$ МОм.

Контроль емкости

1. Установите поворотный переключатель в требуемое положение F.
2. Перед тем, как вставить конденсатор в разъем для контроля емкости, убедитесь в том, что конденсатор полностью разряжен.

Контроль частоты.

1. Присоедините черный щуп к гнезду COM, а красный к гнезду $V/\Omega/F$.
2. Установите поворотный переключатель в положение кГц и подсоедините щупы к источнику или нагрузке.

Проверка полупроводников

1. Присоедините черный щуп к гнезду COM, а красный к гнезду $V/\Omega/F$. (Полярность красного щупа – «+»).
2. Установите поворотный переключатель в положение « » и подсоедините красный щуп к аноду, а черный к катоду контролируемого полупроводника. Дисплей прибора покажет примерную величину прямого

падения напряжения на полупроводнике. Если контакты поменять местами дисплей покажет только «1».

Проверка транзисторов

1. Установите поворотный переключатель в положение $h_{21Э}$.
2. Определите какого типа транзистор – NPM или PNP и расположение выводов эмиттера, базы и коллектора. Вставьте выходы транзистора в соответствующие разъемы.
3. Мультиметр покажет примерную величину $h_{21Э}$ при базовом токе 10 мкА и напряжении К–Э 2,8 В.

Прозвонка

1. Присоедините черный щуп к гнезду COM, а красный к гнезду V/ Ω /F. (Полярность красного щупа – «+»).
2. Установите поворотный переключатель в положение « Ω » и подсоедините щупы к проверяемой цепи. Если сопротивление цепи, менее чем 50 Ом, будет звучать встроенный зуммер.

Контроль температуры

1. Установите поворотный переключатель в положение ТЕМП. Дисплей покажет температуру окружающей среды.
2. Вставьте термопару типа «К» в разъем для контроля температуры на передней панели и приложите пробник термопары к контролируемому объекту. Считайте данные с дисплея.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Во избежание поражения электрическим током убедитесь в том, что термопара удалена перед заменой функции измерения.

7.3 Меры безопасности при работе с мультиметром M890G

При работе с мультиметром пользователь должен соблюдать все обычные правила безопасности, касающиеся:

1. Защиты от опасности поражения электрическим током.
2. Защиты от неправильного использования мультиметра.
3. Полное соответствие стандартам безопасности может гарантироваться только использования мультиметра с комплектными щупами. При необходимости они могут быть заменены проводами того же подобного типа. Щупы должны храниться в надлежащем состоянии.
4. Никогда не превышайте предельных величин защиты, указанных в спецификациях для каждого диапазона измерений.
5. Когда мультиметр присоединен к контролируемой цепи, не касайтесь неиспользуемых выводов.
6. Если диапазон измеряемых величин заранее неизвестен, установите переключатель на высший предел.
7. Перед вращением переключателя с целью измерения функции отсоедините щупы от контролируемой цепи.

8. Никогда не проводите контроль сопротивления в цепи, находящихся под напряжением.

9. Всегда будьте осторожны при работе с напряжением выше 60 В постоянного тока или 30В переменного тока. Пальцы ваших рук при измерении не должны переходить границ, отмеченных на щупах.

10. Перед установкой транзисторов для проверки убедитесь, что щупы отсоединены от контролируемой цепи.

11. Никакие устройства не должны быть присоединены к разъему $h_{21Э}$, гнездам для контроля емкости или температуры при контроле напряжения с помощью щупов.

Практическое исследовательское задание 1

Проведите измерения постоянного и переменного напряжения мультиметром М890G от источника постоянного напряжения с известными параметрами и оцените погрешность измерений (абсолютную, относительную и приведенную погрешности прибора в соответствии с лекцией 3).

Абсолютная погрешность измерения – это разность между результатом измерения и действительным (истинным) значением физической величины:

$$\Delta = x_u - x. \quad (1)$$

Относительная погрешность измерения – это отношение абсолютной погрешности к действительному (истинному) значению измеряемой величины (часто выраженное в процентах):

$$\delta = (\Delta / x_u) 100\%. \quad (2)$$

Приведенная погрешность – это выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению L – условно принятому значению физической величины, постоянному во всем диапазоне измерений:

$$\gamma = (\Delta / L) 100\%. \quad (3)$$

Для приборов с нулевой отметкой на краю шкалы нормирующее значение L равно конечному значению диапазона измерений. Для приборов с двухсторонней шкалой, т. е. с отметками шкалы, расположенными по обе стороны от нуля значение L равно арифметической сумме модулей конечных значений диапазона измерения.

Занесите результаты измерений и расчетов в таблицы 1 и 2.

Таблица 1

Параметры напряжения	Действительное значение пост. напряжения	Измеренное значение пост. напряжения	Абсолютная погрешность, ΔU	Относительная погрешность, δ	Приведенная погрешность, γ
1					
2					

Таблица 2

Параметры напряжения	Действительное значение перем. напряжения	Измеренное значение перем. напряжения	Абсолютная погрешность, ΔU	Относительная погрешность, δ	Приведенная погрешность, γ
Гарм. колеб. $f=100$ Гц					
Имп. колеб. $f=100$ Гц					

Сделайте выводы по результатам исследований и отразите их в отчете о лабораторной работе.

8 Назначение и возможности измерительного прибора Ц4353. Основные режимы работы измерительного прибора Ц4353. Меры безопасности при работе с прибором

8.1 Назначение и технические данные

Прибор электроизмерительный многофункциональный типа Ц4353 с автоматической защитой от электрических перегрузок предназначен для измерения силы и напряжения постоянного тока, среднеквадратического значения силы и напряжения переменного тока синусоидальной формы, сопротивления постоянному току, электрической емкости, абсолютного уровня сигнала по напряжению переменного тока в электрических цепях объектов измерений, работоспособное состояние которых не нарушается их взаимодействием с прибором или выходом нормируемых характеристик прибора за пределы, установленные техническими условиями.

Внешний вид прибора ЦЦ4353 представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид прибора Ц4353

Основные технические характеристики прибора Ц4353 представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Основные технические характеристики прибора Ц4353

номер ТУ	У00226098.007-98
класс точности	1,5/2,5
диапазоны измерений	
сила постоянного тока, мА	0,06...1500
сила переменного тока, мА	0,3...1500
постоянное напряжение, В	0,075...600
переменное напряжение, В	1,5...600
сопротивление постоянному току, кОм	0,3...10000
частотный диапазон, Гц	45...10000
параметры	
питание	автономное
размеры, мм	215x115x90
масса, кг	1,0
допустимая температура эксплуатации	от -10 до +40°C
особенности	автозащита

8.2 Подготовка прибора к работе и порядок проведения измерений

1. Установить в прибор источники питания, соблюдая полярность.
2. Установить прибор в горизонтальное положение.
3. Установить корректором указатель измерительного механизма прибора на отметку механического нуля.
4. Включить автоматическую защиту, нажав до упора кнопку «  »;
5. При верхнем фиксированном положении кнопок переключателя видов измерений проконтролировать работоспособность встроенных в прибор электрохимических источников питания, для чего нажать до упора на кнопку «  », при этом должен раздаться легкий щелчок реле автоматической защиты, а указатель прибора должен находиться в пределах 37–47 делений на шкале «V, A».
6. Снова включить автоматическую защиту.
7. Установить кнопки переключателя видов измерений в положение, соответствующее виду измеряемой величины;
8. Установить ручку переключателя диапазонов измерений в одно из фиксированных положений, соответствующее предполагаемому

значению измеряемой величины. Если измеряемая величина не известна, начинать измерения с наибольшего значения.

9. Перед измерением сопротивлений в диапазоне « Ω » Установить указатель измерительного механизма на отметку « ∞ » шкалы « Ω ».
10. Вращением ручки « Ω , $k\Omega$, nF », в диапазонах « $k\Omega$ » на отметку «0» шкалы « $k\Omega$ » вращением той же ручки, предварительно закоротив гнездо «V, mA, – $k\Omega$ » с гнездом «+ $k\Omega$, nF », а перед измерением емкости указатель измерительного механизма установить на отметку «0» шкалы « $k\Omega$, nF » вращением той же ручки, подав на гнезда «10A, * nF » и «V, mA, Ω , – $k\Omega$ » напряжение питания фарадметра. В случае невозможности установки указателя на упомянутые отметки следует сменить источники питания.
11. Подключить прибор к объекту измерения и произвести отсчет результата.
12. При одновременно нажатых кнопках «V mA x 2 » и « – » или « ~ » конечные значения диапазонов измерений силы и напряжения постоянного и переменного тока и показания прибора удваиваются.

8.3 Меры безопасности при работе с прибором электроизмерительного многофункционального типа Ц4353

1. При работе с прибором необходимо соблюдать правила техники безопасности.
2. При измерениях в цепях с напряжением выше 42 V следует включать и выключать прибор при выключенном напряжении в исследуемой цепи.

Недопустимо переключение прибора с одного вида измерения на другой, а также переключение диапазонов измерений без отключения от исследуемой цепи.

3. Измерения в цепях с напряжением выше 200 V должны производиться в присутствии других лиц.
4. Прибор к исследуемой схеме необходимо подключать, посредством соединительных проводов, поставляемых в комплекте с прибором.
5. Подключать прибор к исследуемой цепи следует одной рукой с помощью щупов, держась за изолирующую втулку щупа. Другая рука должна быть свободной во избежание прохождения электрического тока через организм человека.
6. При исследовании электрической схемы, прибор нужно располагать так, чтобы при снятии показаний была исключена опасность прикосновения к частям исследуемой схемы, находящимся под напряжением.

Практическое исследовательское задание 2

Проведите измерения постоянного и переменного напряжения прибором Ц4353 от источника постоянного напряжения с известными параметрами и оцените погрешность измерений (абсолютную, относительную и приведенную погрешности прибора в соответствии с выражениями (1), (2) и (3).

Занесите результаты измерений и расчетов в таблицы 4 и 5.

Таблица 4

Параметры напряжения	Действительное значение пост. напряжения	Измеренное значение пост. напряжения	Абсолютная погрешность, ΔU	Относительная погрешность, δ	Приведенная погрешность, γ
1					
2					

Таблица 5

Параметры напряжения	Действительное значение перем. напряжения	Измеренное значение перем. напряжения	Абсолютная погрешность, ΔU	Относительная погрешность, δ	Приведенная погрешность, γ
Гарм. колеб. $f=1000$ Гц					
Имп. колеб. $f=1000$ Гц					

Сделайте выводы по результатам исследований и отразите их в отчете о лабораторной работе.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

9. Контрольные вопросы

1. Назначение и возможности цифрового мультиметра серии M890G.
2. Основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G.
3. Меры безопасности при работе с мультиметром серии M890G.
4. Порядок проведения измерения постоянного и переменного напряжения мультиметром серии M890G.
5. Назначение и возможности измерительного прибора Ц4353.
6. Основные режимы работы измерительного прибора Ц4353.
7. Меры безопасности при работе с измерительным прибором Ц4353.
8. Порядок проведения измерения постоянного и переменного напряжения измерительным прибором Ц4353.

10. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы.

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

11. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1 Опишите порядок оценки абсолютной и относительной погрешности результата измерения мультиметром серии M890G.

2 Опишите порядок оценки абсолютной и относительной погрешности результата измерения измерительным прибором Ц4353.

Тема 4. Принципы построения и особенности вольтметров, амперметров, комбинированных универсальных приборов, измерительных генераторов

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7-8

Исследование характеристик, возможностей и порядка использования электронно-счётного частотомера gfc-8010h

1. Цель работы

1. Сформировать у студентов представление о назначении, органах управления и возможностях электронно-счётного частотомера GFC-8010H.

2. Изучить порядок использования электронно-счётного частотомера GFC-8010H и меры безопасности при его использовании.

3. Получить практические навыки по исследованию частоты гармонического и импульсного сигналов с помощью электронно-счётного частотомера GFC-8010H.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.

2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.

3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.

4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1 Назначение, технические характеристики электронно-счётного частотомера GFC-8010H.	20 мин
2 Порядок использования электронно-счётного частотомера GFC-8010H.	20 мин
3 Исследование частоты гармонического и импульсного сигналов с помощью электронно-счётного частотомера GFC-8010H	60 мин
4 Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.

Заключительная часть
Всего: 180 мин

5 мин.

5. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

5.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

5.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

5.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

6. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, мел (маркеры).

7. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

8. Основные теоретические сведения

8.1 Назначение, технические характеристики электронно-счётного частотомера GFC-8010H

Электронно-счетный частотомер GFC-8010H предназначен для измерения частоты и периода в диапазоне частот от 0,1 Гц до 120 МГц с уровнем входного сигнала 20мВ. Электронно-счетный частотомер за счёт применения самой современной полупроводниковой техники является компактным, высококачественным, высоконадежным прибором с высокой разрешающей способностью.

Внешний вид электронно-счётного частотомера GFC-8010H представлен на рисунке 1.

Технические характеристики электронно-счётного частотомера GFC-8010H представлены в таблице 1.



Рисунок 1 - Внешний вид электронно-счётного частотомера GFC-8010H

Таблица 1 - Технические характеристики электронно-счётного частотомера GFC-8010H

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измеряемых частот (периода)	0,1 Гц- 120МГц
Чувствительность, $U_{\text{ср.кв.}}$	в диапазоне частот 10Гц-60МГц, 15мВ в диапазоне частот 60МГц-100МГц, 20мВ в диапазоне частот 100МГц-120МГц, 30мВ
Входное сопротивление, ёмкость	1 МОм, 35пФ
Максимальное напряжение входа	150Вср.кв.
Система связи входа	По переменному току
Опорный генератор	Опорная частота, 10МГц. Нестабильность ОГ: $\pm 5 \times 10^{-7}$ за 12 месяцев
Точность измерения	$\pm(5 \times 10^{-6} + 1 \text{ ед. мл разряда})$
Разрешающая способность	8 десятичных разрядов
Дисплей	Цифровой светодиодный индикатор
Время счета— выбирается переключателем	0,1 секунды, 1 сек., 10 сек.
Максимальная разрешающая способность	1 мкГц на диапазон в 10Гц при времени счета 10 сек. 0,1Гц на диапазон 100МГц при времени счета 10 сек

8.2 Меры безопасности при работе с электронно-счётным частотомером GFC-8010H

Соблюдение следующих правил безопасности значительно уменьшит возможность поражения электрическим током:

1. Старайтесь не подвергать себя воздействию высокого напряжения - это опасно для жизни. Снимайте защитный кожух и экраны только по мере необходимости. Не касайтесь высоковольтных конденсаторов сразу после выключения прибора, помните, что напряжения на них сохраняется в течение 3-5 минут.

2. Постарайтесь использовать только одну руку (правую), при регулировке цепей находящихся под напряжением. Избегайте небрежного контакта с любыми частями оборудования, потому что эти касания могут привести к поражению высоким напряжением.

3. Работайте по возможности в сухих помещениях с изолирующим покрытием пола или используйте изолирующий материал под вашим стулом и ногами. Если оборудование переносное, поместите его при обслуживании на изолированную поверхность.

4. При использовании пробника, касайтесь только его изолированной части.

5. Постарайтесь изучить цепи, с которыми Вы работаете, для того чтобы избегать участков с высокими напряжениями. Помните, что электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения оборудования.

6. Металлические части оборудования с двухпроводными шнурами питания не имеют заземления. Это не только представляет опасность поражения электрическим током, но также может вызвать повреждение оборудования.

7. Запрещается работать в одиночку. Необходимо чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать вам первую помощь.

Внешний вид органов управления электронно-счётного частотомера GFC-8010H представлено на рисунке 2, а их назначение в таблице 2.

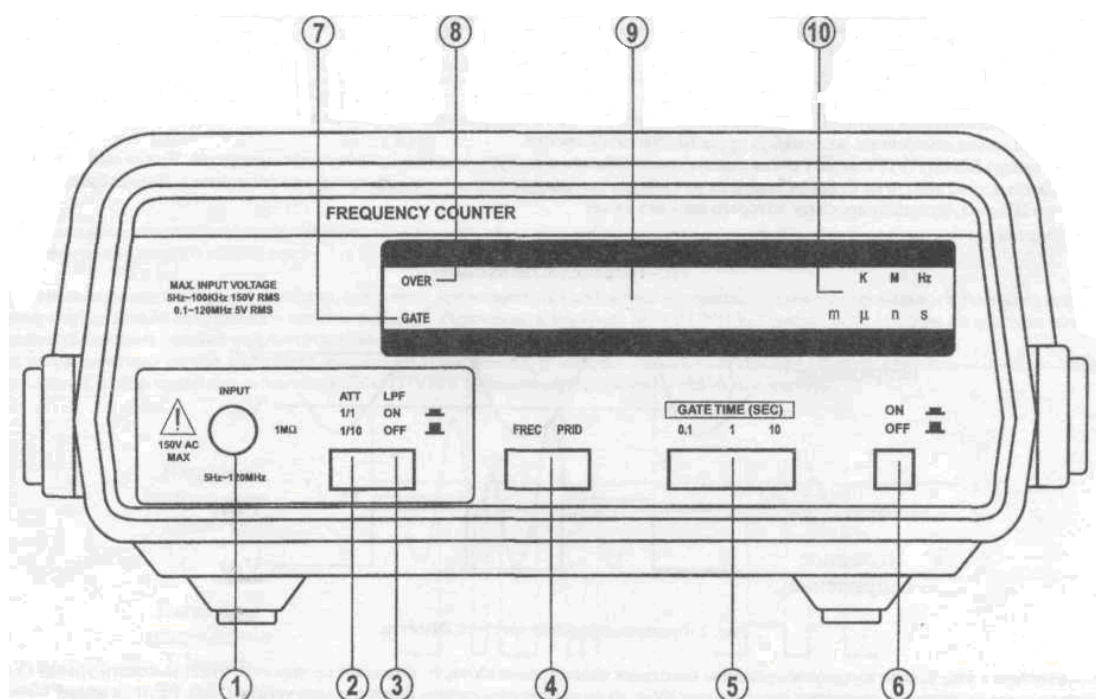


Рисунок 2 – Внешний вид органов управления электронно-счетным частотомером GFC-8010H

Таблица 2 – Назначение органов управления электронно-счетным частотомером GFC-8010H

Номер позиции	Обозначение	Назначение органа управления
(1)	Input (Вход частотомера)	Разъем типа BNC для подачи входного сигнала
(2)	ATT 1/1,1/10	Кнопка ослабления чувствительности входного сигнала. 1/1: Входной сигнал напрямую соединен с входным усилителем 1/10: Ослабление входного сигнала в 10 раз.
(3)	LFP ON/OFF	В позиции ON (вкл.) на вход подключается 100 кГц-ый фильтр нижних частот для измерений нижних частот.
(4)	FREQ/PRID	Переключение между режимом измерения частоты и периода
(5)	Gate Time (Sec) (Выбор времени счета)	Кнопка выбора времени счета 10 сек., 1 сек. или 0.1 сек.

(6)	ON/OFF Питание (Вкл/Выкл)	Включение/выключение питания
(7)	Gate (светодиод)	В зависимости от положения кнопки Gate (S) отображает на экране время счета 10,1 или 0.1 сек.
(8)	Over (светодиод)	Показывает, что один или более старших разрядов не помещаются на табло индикатора.
(9)	Индикатор	Отображение на индикаторе 8 разрядов значения измеренной частоты
(10)	Порядок и единицы измерения	Индикатор показывает S и Гц и порядок (множитель) измеренного значения, как показано ниже: K=1000 M=1.000.000 M=1/1000 ц=1/1.000.000 п=1/1.000.000.000

9. Порядок использования электронно-счётного частотомера GFC-8010H

Порядок проведения измерений электронно-счётным частотомером GFC-8010H заключается в следующем.

Обычно измерения могут быть проведены простым присоединением черной стороны шнура с клеммами к земле (GND), а красной стороны к точке замера.

Если емкость кабеля может повлиять на поведение исследуемого контура (при измерении контуров с витками или контуров с высоким выходным сопротивлением), производите измерения, подключая сопротивления последовательно красной стороне шнура с клеммами.

Частота выходного сигнала радиопередатчика может быть измерена простым присоединением шнура (один виток) с клеммами в нескольких сантиметрах от антенны. Расстояние определяется величиной сигнала.

Также просто можно производить измерения при калибровке генерируемой частоты измерителя резонансной частоты присоединением (в один виток) шнура с клеммами.

Прослеживание сигнала на стадиях генерации, усиления и выхода могут быть выполнены с помощью присоединения катушки в 2-3 витка к каждому витку (если мотков у катушки слишком много, входная емкость и ее резонансная частота могут генерировать колебания).

Примечание: Так как прибор обладает высокой чувствительностью, то при касании красного конца (незаземленный конец) шнура с клеммой может возникнуть индукция, в результате которой измерение частоты будет происходить с ошибками.

10. Исследование частоты гармонического и импульсного сигналов с помощью электронно-счётного частотомера GFC-8010H

Соберите схему для проведения исследований в соответствии с рисунком 3. Включите и подготовьте генератор GAG-810 и

электронно-счётный частотомер GFC-8010H в соответствии с инструкцией по эксплуатации и требованиями, рассмотренными ранее. Соблюдайте установленные требования безопасности при использовании измерительной техники.

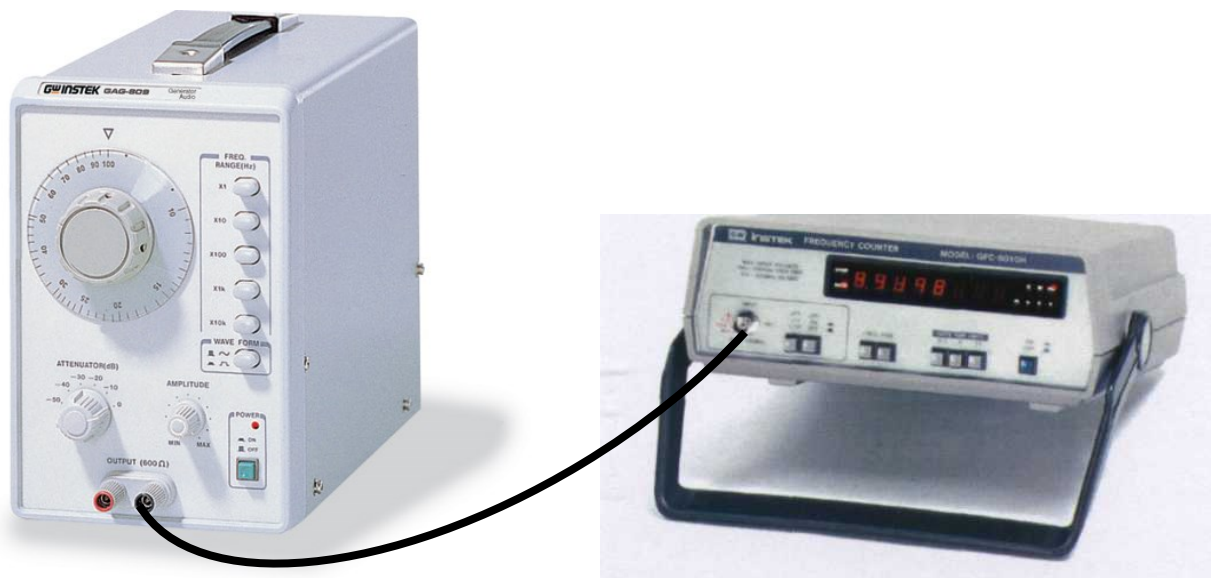


Рисунок 3 – Схема лабораторной установки для проведения измерений частоты сигнала электронно-счётным частотомером GFC-8010H

Выполните контрольные измерения электронно-счётным частотомером GFC-8010H частоты импульсного и гармонического сигналов амплитудой 1В и частотой, взятой в соответствии с таблицами 3 и 4.

Таблица 3 – Результаты измерений частоты гармонического сигнала электронно-счётным частотомером GFC-8010H

Измеряемая величина частоты сигнала, Гц	Измеренное значение частоты сигнала, Гц	Абсолютная погрешность, Гц	Относительная погрешность, %	Приведенная погрешность, %
20				
200				
2000				
20000				
200000				
1000000				

Таблица 4 – Результаты измерений частоты импульсного сигнала электронно-счётным частотомером GFC-8010H

Измеряемая величина частоты сигнала, Гц	Измеренное значение частоты сигнала, Гц	Абсолютная погрешность, Гц	Относительная погрешность, %	Приведенная погрешность, %
20				
200				
2000				
20000				
200000				
1000000				

За действительное значение измеряемой частоты примите значение частоты, устанавливаемое на генераторе сигналов GAG-810.

Сделайте выводы о точности измерений на различных частотах и возможностях исследуемого электронно-счётного частотомера GFC-8010H.

Переведите электронно-счётный частотомер GFC-8010H в режим измерения интервалов времени.

Выполните контрольные измерения электронно-счётным частотомером GFC-8010H интервалов времени (периода) импульсного и гармонического сигналов амплитудой 1В и частотой, взятой в соответствии с таблицами 5 и 6.

Таблица 5 – Результаты измерений периода гармонического сигнала электронно-счётным частотомером GFC-8010H

Измеряемая величина частоты сигнала, Гц	Рассчитанное значение периода сигнала, с	Измеренное значение периода сигнала, с	Абсолютная погрешность, с	Относительная погрешность, %
200				
20000				
200000				

Таблица 6 – Результаты измерений частоты импульсного сигнала электронно-счётным частотомером GFC-8010H

Измеряемая величина частоты сигнала, Гц	Рассчитанное значение периода сигнала, с	Измеренное значение периода сигнала, с	Абсолютная погрешность, с	Относительная погрешность, %
200				
20000				
200000				

За действительное значение периода сигнала T примите рассчитанное значение, полученное из частоты сигнала f , устанавливаемой на генераторе сигналов GAG-810 по формуле

$$T = 1/f.$$

Сделайте выводы о точности измерений периода исследуемого сигнала при его различных значениях, а также возможностях исследуемого электронно-счётного частотомера GFC-8010H.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

12. Контрольные вопросы

1. Перечислите основные технические характеристики электронно-счетного частотомера GFC-8010H.
2. Приведите назначение и основные технические характеристики электронно-счётного частотомера GFC-8010H.
3. Приведите меры безопасности при работе с электронно-счётным частотомером GFC-8010H.
4. Представьте назначение органов управления электронно-счетным частотомером GFC-8010H.

13. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

14. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Порядок расчета абсолютной и относительной погрешностей по результатам измерений электронно-счетным частотомером GFC-8010H.
2. Порядок расчета приведенной погрешности по результатам измерений электронно-счетным частотомером GFC-8010H.

Тема 5. Средства измерений: 1.Частоты сигналов
2.Формы и параметров сигналов

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9-10

Исследование характеристик, возможностей и порядка использования осциллографа gos-620fg

1. Цель работы

1. Сформировать у студентов представление о назначении, органах управления и возможностях электронно-лучевого осциллографа GOS-620FG.

2. Изучить порядок использования электронно-лучевого осциллографа GOS-620FG и меры безопасности при его использовании.

3. Получить практические навыки по исследованию частоты гармонического и импульсного сигналов с помощью электронно-лучевого осциллографа GOS-620FG.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.

2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.

3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.

4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1 Назначение, технические характеристики осциллографа GOS-620FG.	20 мин
2 Порядок использования осциллографа GOS-620FG.	20 мин
3 Измерение частоты гармонического и импульсного сигнала осциллограф GOS-620FG	60 мин
4 Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.
Заключительная часть	5 мин.
Всего: 180 мин	

5. Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

5.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

5.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

5.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

6. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, мел (маркеры).

7. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения лабораторной работы «EWB»

8. Назначение, технические характеристики осциллографа GOS-620FG

Осциллограф GOS-620FG предназначен для проведения измерений формы и параметров сигналов.

GOS-620FG – это двухканальный осциллограф со встроенным многофункциональным генератором, формирующим три формы сигнала с частотой до 1 МГц. Полоса пропускания осциллографа – 20 МГц, максимальная чувствительность – 1 мВ/дел, минимальный коэффициент развёртки – 0,2 мкс/дел. Возможно установление времени развёртки 100 нс/дел при растяжке в 10 раз. Осциллограф допускает устойчивую синхронизацию, когда одновременно исследуются два различных сигнала разной частоты. При переводе осциллографа в режим X-Y канал 1 используется как ось X, а вход канала 2 – как ось Y. Встроенный калибратор импульсов положительной полярности с частотой 1 кГц имеет амплитуду 2 В.

Осциллограф имеет 6-дюймовую (12,5 см) прямоугольную электронно-лучевую трубку с красной внутренней шкалой. Яркость луча может управляться сигналом положительного уровня, подаваемым на Z-вход, например от ТТЛ-логики. Осциллограф прост в управлении и имеет высокую эксплуатационную надежность.

Внешний вид осциллографа представлен на рисунке 1.

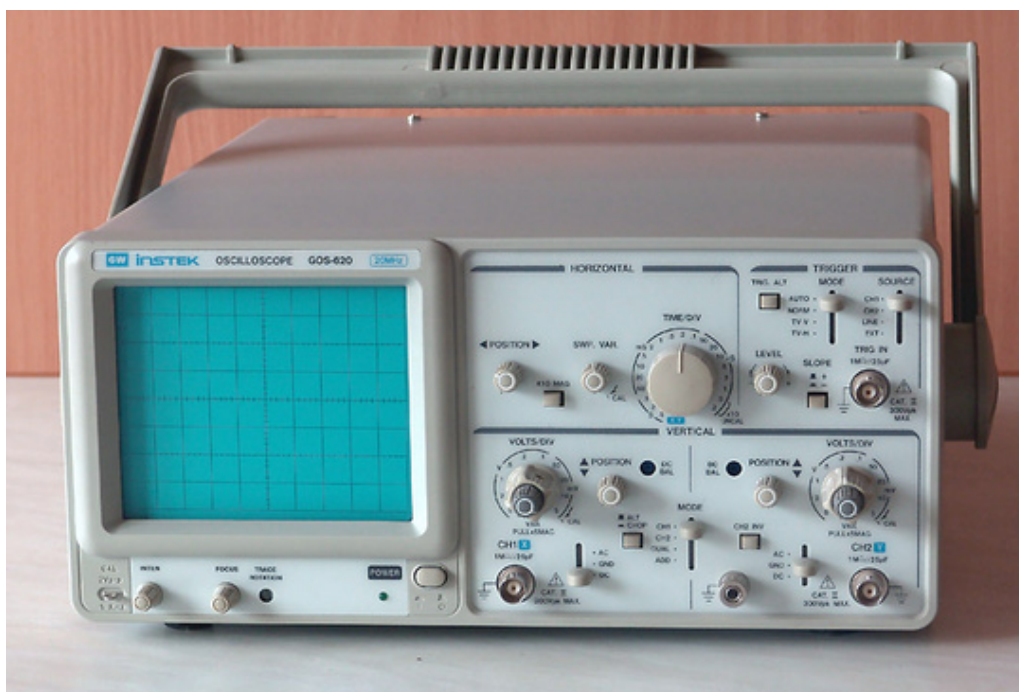


Рисунок 1 – Внешний вид осциллографа GOS-620FG

Основные технические характеристики осциллографа представлены в таблице 1.

Расположение органов управления на передней панели осциллографа GOS – 620FG представлено на рисунке 2.

Расположение органов управления на задней панели осциллографа GOS – 620FG представлено на рисунке 3.

Таблица 1 – Основные технические характеристики осциллографа GOS-620FG

КАНАЛ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	Полоса пропускания	0...20МГц (-3дБ) (0...7МГц при усилении x5)
	Козф. отклонения ($K_{откл.}$)	5мВ/дел...5В/дел (шаг 1-2-5), усиление x5
	Погрешность установки $K_{откл.}$	$\pm 3\%$ ($\pm 5\%$ при усилении x5)
	Регулировка $K_{откл.}$	Плавное перекрытие в 2,5 раза
	Время нарастания	$\leq 17,5\text{нс}$ ($\leq 50\text{нс}$ при усилении x5)
	Входной импеданс	1МОм/25пФ
	Макс. входное напряжение	300В (DC+ $A_{стек.}$, до 1кГц)
	Режимы отклонения	Канал 1, канал 2, канал 2 инвертированный, каналы 1+2, каналы 1 и 2 прерывисто/поочередно (частота переключающего коммутатора 250кГц)
	Выход канала 1	$\geq 20\text{мВ/дел}$ на 50Ом
КАНАЛ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	Козф. развертки ($K_{разв.}$)	0,2мкс/дел...0,5с/дел (шаг 1-2-5), растяжка x10
	Погрешность установки $K_{разв.}$	$\pm 3\%$ ($\pm 5\%$ при растяжке x10)
	Регулировка $K_{разв.}$	Плавное перекрытие в 2,5 раза
	Режимы запуска развертки	Автоколебательный, ждущий
СИНХРОНИЗАЦИЯ	Источники синхронизации	Канал 1, канал 2, каналы 1 и 2 поочередно, сеть, ТВ-сигнал, внешний
	Фильтр синхронизации	Связь по переменному току
	Уровень внеш синхронизации	До 300В (DC+ $A_{стек.}$, до 1кГц)
	Вход внешней синхронизации	1МОм/30пФ
X-Y ВХОД	Полоса пропускания	0...500кГц (-3дБ)
	Козффициент отклонения	5мВ/дел...5В/дел ($\pm 4\%$)
	Разность фаз X-Y	$\leq 3^\circ$ в диапазоне 0...50кГц
Z-ВХОД	Частотный диапазон	0...2МГц
	Чувствительность	$\geq 5\text{В}$ (макс. до 30В DC+ $A_{стек.}$, до 1кГц)
	Входное сопротивление	47кОм
ЭЛТ	Размер экрана	8x10дел. (1дел.=10мм)
	Напряжение ускорения	2кВ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР (GOS-620FG)	Частотный диапазон	0,1Гц...1МГц (7 поддиапазонов с плавной регулировкой 10:1)
	Форма выходного сигнала	Синус, прямоугольник, треугольник
	Выходное напряжение	До 14В, плавная регулировка. Постоянное смещение $\pm 6\text{В}$
	Козффициент гармоник	$< 2\%$ (в полосе 10Гц...100кГц)
	Время нарастания/спада импульса	$< 120\text{нс}$ на 50Ом
	Выходное сопротивление	50Ом
ОБЩИЕ ДАННЫЕ	Напряжение питания	115В/230В $\pm 15\%$, 50/60Гц
	Потребляемая мощность	45ВА (GOS-620FG), 40ВА (GOS-620)
	Габаритные размеры	310x150x455мм
	Масса	8,5кг (GOS-620FG), 8,0кг (GOS-620)

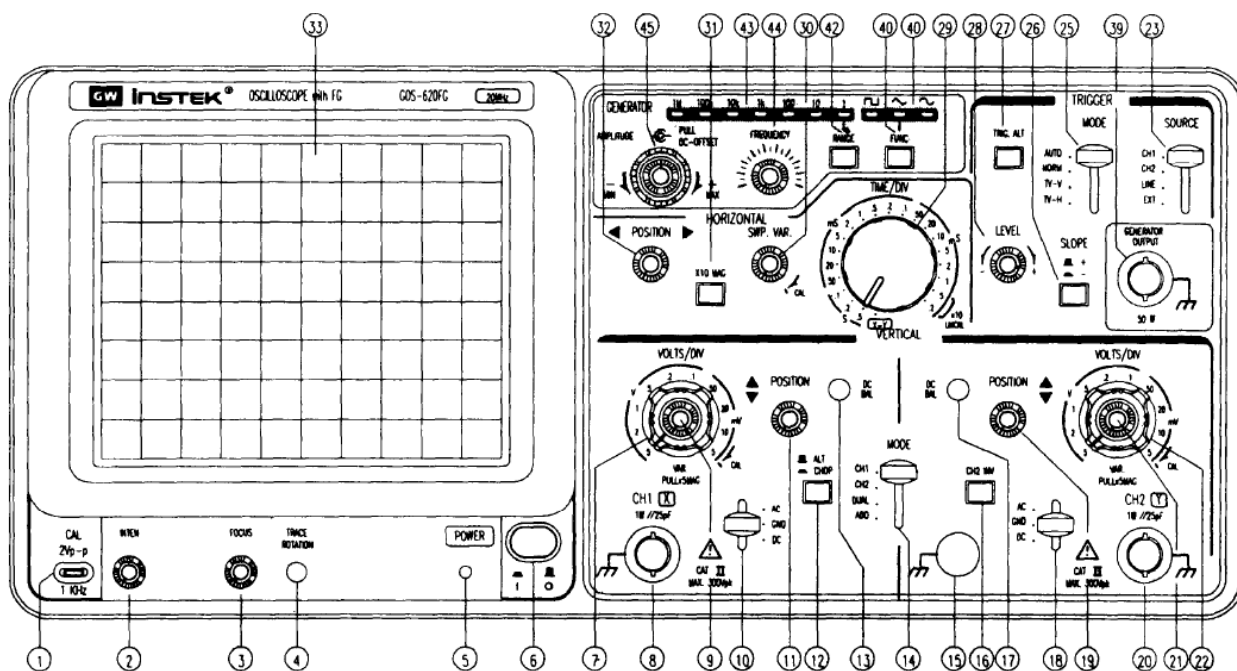


Рисунок 2 - Расположение органов управления на передней панели осциллографа GOS – 620FG

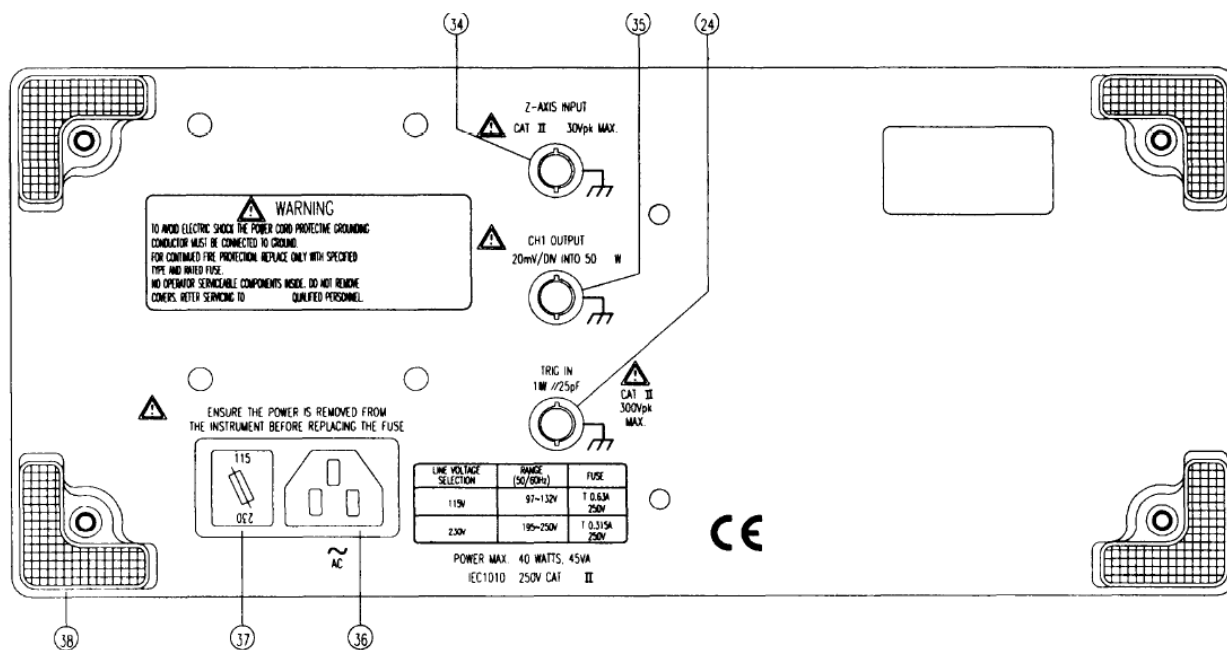


Рисунок 3 -Расположение органов управления на задней панели осциллографа GOS-620FG

Рассмотрим расположение и назначение органов управления.

8.1 Расположение и назначение органов управления (передняя панель)

Цепи ЭЛТ:

(6) POWER (Выключатель сетевого питания). При включении выключателя загорается индикатор (5).

(2) INTEN (яркость) – регулирует яркость изображения.

(3) FOCUS (фокус) – регулировка фокуса изображения.

(4) TRACE ROTATION (поворот) – регулировка угла наклона линии развертки изображения

относительно линий шкалы экрана.

(33) Экран электронно-лучевой трубки.

Органы управления тракта вертикального отклонения:

(8) CH 1(X) (Канал 1) – вход канала 1. В режиме X-Y – входной канал X-оси.

(20) CH 2(Y) (Канал 2) – вход канала 2. В режиме X-Y – входной канал Y-оси.

(10), (18) AC-DC-GND – переключатели режима входов усилителя.

DC: открытый вход (на вход усилителя пропускается весь сигнал, включая постоянную составляющую);

AC: закрытый вход (на вход пропускается только переменная составляющая сигнала).

GND: Вход усилителя отключается от источника сигнала и заземляется.

(7), (22) VOLTS/DIV (вольт/дел). Переключатели, устанавливающие коэффициенты отклонения каналов от 5 мВ/дел до 5 В/дел в 10 диапазонах.

(9), (21) VARIABLE (плавно). Плавное изменение коэффициентов отклонения каналов с перекрытием не менее, чем в 2.5 раза в каждом положении переключателей В/дел. Когда ручка вытянута (режим $\times 5$), происходит увеличение размера изображения (чувствительности усилителя) в 5 раз.

(13), (17) CH1 и CH2 DC BAL – балансировка каналов 1 и 2.

(11), (19) POSITION (положение) – регулировка положения лучей обеих каналов по вертикали.

(16) INV CH 2 (инвертирование в канале 2) – инвертирование сигнала в канале 2.

(14) VERT MODE (режимы). Переключатель режима работы усилителя в положениях:

CH 1: на экране наблюдается сигнал канала 1.

CH 2: на экране наблюдается сигнал канала 2.

DUAL: на экране наблюдаются изображения сигналов обоих каналов.

ADD: На экране наблюдается алгебраическая сумма или разность (при нажатии кнопки CH 2 INV) сигналов каналов 1 и 2.

(12) ALT/CHOP. Когда кнопка отжата в двухканальном режиме, режим работы коммутатора выбирается

автоматически, исходя из положения ручки время/дел. При нажатии на кнопку коммутатор принудительно переключается в режим «попеременный».

Происходит одновременная прорисовка обоих каналов – эффект двухлучевого осциллографа.

Органы управления синхронизацией:

(23) SOURCE (источник). Выбирает режим внутренней и (или) внешней синхронизации:

CH 1 (Канал 1) (X-Y): развертка синхронизируется сигналом с первого канала;

CH 2 (Канал 2): развертка синхронизируется сигналом со второго канала;

LINE (сеть): развёртка синхронизируется от питающей сети переменного напряжения;

EXT (внешний): развёртка синхронизируется внешним сигналом.

(24) EXT TRIG IN – вход подачи сигнала внешней синхронизации или исследуемого сигнала непосредственно на входной усилитель X. Чтобы использовать этот вход, переключите выключатель (23) в положение EXT. Для входа синхронизации используйте вход (24) на задней панели.

(27) TRIG.ALT: при нажатии развертка поочередно синхронизируется сигналом с 1-го и 2-го каналов.

В результате на экране осциллографа появляется устойчивая картина 1-го и 2-го каналов.

(26) SLOPE (полярность) – переключатель полярности синхронизирующего сигнала:

"+": развёртки синхронизируются положительным перепадом исследуемого сигнала;

"-": развёртки синхронизируются отрицательным перепадом исследуемого сигнала.

(28) LEVEL (уровень) – выбирает уровень исследуемого сигнала, при котором происходит запуск развёртки.

(25) TRIGGER MODE: выбор режима работы запуска развертки:

AUTO – автоматический режим запуска развертки; используется, если нет сигнала синхронизации, или его частота меньше 25 Гц;

NORM – ждущий режим: развертка запускается только при наличии входного сигнала;

TV-V – синхронизация по вертикали (по кадрам);

TV-H – синхронизация по горизонтали (по строкам).

Органы управления развёрткой

(29) TIME/DIV – устанавливает коэффициент развёртки от 0,2 мкс/дел до 0,5 с/дел 20 ступенями. При

перевод в положение X-Y (крайнее левое) обеспечивается наблюдение фигур Лиссажу.

(30) SWP.VAR (развертка плавно) – обеспечивает плавную регулировку коэффициента развёртки с

перекрытием 2,5 раза в каждом положении переключателя время/дел. При расчете периода сигнала по

экрану осциллографа ручка должна находиться в крайнем правом положении (риска CAL).

(32) POSITION (положение) – перемещает изображение по горизонтали.

(31) $\times 10$ MAG (увеличение в 10 раз) – скорость развёртки увеличивается в 10 раз.

Функциональный генератор (только для осциллографа GOS-620FG)

(39) GENERATOR OUTPUT Выход встроенного функционального генератора 50 Ом

(40) FUNC – переключатель формы выходного сигнала. При нажатии на кнопку форма сигнала изменяется в последовательности «синус-треугольник-прямоугольник-синус» и фиксируется индикатором (41).

(41) OUTPUT WAVEFORM DISPLAY – индикатор формы сигнала.

(42) RANGE – переключатель диапазона частот выходного сигнала. При нажатии на кнопку выбирается

диапазон 1МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1кГц, 100 Гц, 10 Гц и 1 Гц и фиксируется индикатором (43).

(43) FREQUENCY RANGE DISPLAY - индикатор диапазона частот.

(44) FREQUENCY – регулятор частоты в пределах выбранного диапазона. При вращении ручки по часовой стрелке происходит плавное увеличение частоты; против часовой стрелки – уменьшение. Крайнее правое положение соответствует верхней границе выбранного диапазона (42)(43).

(45) AMPLITUDE/DC LEVEL – регулятор амплитуды выходного сигнала и уровня смещения постоянным напряжением от –6 до +6В. Если ручка вжата: при ее вращении по часовой стрелке амплитуда выходного напряжения увеличивается до 14 В. Если ручку вытянуть на себя и вращать, к выходному сигналу добавляется постоянная составляющая.

(1) CAL – выход калибратора 2 В и частотой 1 кГц

(15) GND – гнездо подключения заземления.

8.3 Расположение и назначение органов управления на задней панели

(34) Z-ВХОД. Вход для подачи сигнала, модулирующего яркость луча.

(35) CH 1 (Канал 1) Signal Output. Выход сигнала канала 1 (с напряжением приблизительно 20 мВ/дел при нагрузке 50 Ом) – для подключения частотомера или другого измерительного прибора.

(24) EXT TRIG IN – вход сигнала внешней синхронизации.

(36) ВХОД СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ.

Перевод обозначения органов управления

POWER	СЕТЬ
INTEN	ЯРКОСТЬ
TRACE	ЛУЧ
TRACE ROTATION	ПОВОРОТ ЛУЧА
FOCUS	ФОКУС
ILLUM	ПОДСВЕТКА
CAL	КАЛИБРАТОР
VERTICAL POSITION	ПОЛОЖЕНИЕ ПО ВЕРТИКАЛИ
VOLTS/DIV	ВОЛЬТ/ДЕЛ
VAR	ПЛАВНО
PULL×5MAG	ТЯНУТЬ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ В 5 РАЗ
CH1, CH2	КАНАЛ1, КАНАЛ2
AC/DC	ПОСТОЯННЫЙ/ПЕРЕМЕННЫЙ
GND	ЗЕМЛЯ
ALT/CHOP/ADD	ПОПЕРЕМЕННО/ПООЧЕРЕДНО/СУММА
INV	ИНВЕРСИЯ
HORIZONTAL POSITION	ПОЛОЖЕНИЕ ПО ГОРИЗОНТАЛИ
X10	РАСТЯЖКА в 10 РАЗ
TRIGGER LEVEL	УРОВЕНЬ ЗАПУСКА
TRIGGER ALT	СЛОЖЕНИЕ СИГНАЛОВ СИНХРОНИЗАЦИИ
MODE	РЕЖИМ
SOURCE	ИСТОЧНИК
SLOPE	ПОЛЯРНОСТЬ
TV-V	ТВ-СТРОКИ
TV-H	ТВ-КАДРЫ
FREQUENCY	ЧАСТОТА
RANGE	ДИАПАЗОН
FUNC	ФОРМА СИГНАЛА
AMPLITUDE	АМПЛИТУДА
PULL DC-OFFSET	ТЯНУТЬ ПОСТОЯННОЕ СМЕЩЕНИЕ
TIME/DIV	ВРЕМЯ/ДЕЛ

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ. Не превышайте максимальные входные напряжения ~300V. Максимальные входные напряжения должны иметь частоты не более 1 кГц.

9. Порядок использования осциллографа GOS-620FG

Рассмотрим порядок использования осциллографа GOS-620FG в различных режимах.

9.1. Одноканальный режим

Перед включением прибора убедитесь, что клемма заземления соединена с «землей», органы управления осциллографом установлены в положениях, указанных ниже:

Наименование Номер Положение переключателя

POWER (6) Отжат

INTEN (2) Среднее положение

FOCUS (3) Среднее положение

VERT MODE (14) CH1

ALT/CHOP (12) Отжат (ALT)
CH2 INV (16) Отжат
POSITION (11), (19) Среднее положение
VOLTS/DIV (7), (22) 0,5 В/дел
VARIABLE (9), (21) CAL (крайнее правое положение, по часовой стрелке)
AC-DC-GND (10), (18) GND
SOURCE (23) CH 1
SLOPE (26) +
TRIG ALT (27) Отжат
TRIGGER MODE (25) AUTO
TIME/DIV (18) 0,5 мС/дел
SWP.VAR (30) Крайнее правое положение
POSITION (32) Среднее положение
X10 MAG (31) Отжат
LEVEL (28) Среднее положение

После установки органов управления в положения, указанные выше, подключите сетевой шнур к розетке и затем действуйте в указанной последовательности:

1). Включите кнопку СЕТЬ и убедитесь, что загорается индикатор сети. В течение приблизительно 20 секунд на экране должна появиться линия развертки. Если луч не появляется приблизительно в течение 60 секунд, проверьте правильность установки органов управления.

2). Установите желательную яркость и фокус изображения с помощью ручек ЯРКОСТЬ и ФОКУС.

3). Подайте на вход CH1 (Канал 1) сигнал (например, с выхода калибратора).

4). Установите переключатель AC-DC-GND в положение AC. На экране должно наблюдаться изображение сигнала.

5). Отрегулируйте четкость изображения ручкой ФОКУС.

6). С помощью переключателей VOLTS/DIV и TIME/DIV установите желаемые размеры сигнала.

7). Совместите с помощью переключателей изображение сигнала с линиями шкалы так, чтобы можно было легко рассчитать амплитуду (V_{p-p}) и период (T).

Описанное выше – это основные положения работы с осциллографом при включении канала 1 (CH1).

При работе с каналом 2 (CH2) следует поступать аналогично.

9.2. Двухканальный режим работы.

Установите переключатель VERT MODE в положение DUAL. На экране, кроме сигнала с канала 1, будет наблюдаться прямая линия развертки канала 2 (органы управления должны быть установлены, как описано выше).

Подайте сигнал на второй канал. Переключатель AC-DC-GND установите в положение AC.

Установите «удобный» размер изображения с помощью ручек В/ДЕЛ и ВРЕМЯ/ДЕЛ.

При использовании двухканального режима (DUAL или ADD режим) сигнал канала 1 или канала 2 может быть засинхронизирован посредством переключения выключателя SOURCE. Если сигналы, подаваемые на CH1 (Канал 1) и CH2 (Канал 2), эквивалентны по частоте, то они могут быть стабильно отображены одновременно.

Если нет, (то есть сигналы автономны), то только сигнал канала, выбранный переключателем SOURCE в качестве синхронизирующего, может быть отображен стационарно. Однако, если нажать кнопку TRIG.ALT, то возможно стабильное наблюдение двух неэквивалентных по частоте сигналов. **(Не используйте «CHOP» и «ALT» переключатель в то же самое время).** Переключение между CHOP-режимом и ALT-режимом автоматически происходит путём изменения положения переключателя TIME/DIV.

9.3. Режим сложения

На экране осциллографа можно наблюдать алгебраическую сумму сигналов CH1 (Канал 1) и CH2 (Канал 2), установив переключатель VERT MODE в положение ADD. Если одновременно нажат переключатель CH2 INV – на экране отображается разность сигналов – (CH1-CH2).

Для более точных вычислений желательно, чтобы чувствительность каждого из двух каналов была одинаковой, что можно сделать с помощью VARIABLE-кнопок. Вертикальное перемещение изображения может быть осуществлено ручкой VERTICAL POSITION любого канала. Ввиду линейности вертикальных усилителей поставьте обе кнопки в их средние положения.

9.4. Синхронизация.

Выбор синхронизации необходим для эффективных действий с осциллографом. Пользователь должен быть полностью знаком с функциями переключателей режимов и источников синхронизации.

(1) Назначение переключателя MODE:

AUTO (автоматический). Выбор автоматического режима работы развертки осуществляется установкой переключателя в положение AUTO. В этом случае генератор развертки работает в автоколебательном режиме без сигнала синхронизации. Как только появится сигнал синхронизации, генератор развертки будет работать синхронно со входным сигналом. Режим AUTO удобно использовать при включении прибора для наблюдения луча и входного сигнала и последующего включения других режимов работы прибора. При установке органов управления в необходимые положения можно вернуться в режим NORM. Режим AUTO должен использоваться при исследовании постоянных напряжений и сигналов с малыми амплитудами, когда отсутствуют сигналы синхронизации развертки или их уровень недостаточен.

NORM (ждущий). Генератор развертки не будет запускаться до тех пор, пока не будет установлен необходимый уровень запуска развертки ручкой

«УРОВЕНЬ». Генератор развертки формирует только один ход луча и в дальнейшем активируется только при поступлении другого сигнала синхронизации. В режиме NORM на экране не будет отображения луча до тех пор, пока не поступит сигнал синхронизации. В режиме сложения сигнала от канала 1 и 2 и режиме синхронизации NORM не будет отображения ни одного канала до тех пор, пока не поступит сигнал синхронизации.

Режимы TV-V и TV-H в лабораторных работах не используются.

(2) Функции переключателя SOURCE:

Переключатель SOURCE используется для выбора источника синхронизации.

CH 1: в качестве сигнала синхронизации, запускающего генератор развертки, используется сигнал, поступающий на вход усилителя CH1 (наиболее часто применяемый режим);

CH 2: в качестве сигнала синхронизации используется сигнал усилителя CH2;

LINE: сигнал с частотой питающей сети переменного тока используется как сигнал синхронизации. Этот метод эффективен, когда измеряемый сигнал имеет четкое временное соотношение с частотой сети;

EXT. Развёртка запускается внешним сигналом, который подаётся на внешний вход. Так как развёртка синхронизируется одним и тем же сигналом, это позволяет исследовать сигналы различной амплитуды, частоты и формы без перестройки регулировок синхронизации.

(3) Выбор уровня запуска и полярности:

Запуск развертки осуществляется при установке определенного уровня ручкой запуска «LEVEL».

Вращение ручки приводит к изменению начальной точки запуска генератора развертки. При вращении ручки в область «+» запуск будет происходить положительной полуволной; при вращении ручки в область «-» запуск будет осуществляться отрицательной полуволной; когда ручка находится в центральном положении, запуск развертки будет осуществляться с нулевой линии.

Вращая ручку TRIG LEVEL, установите необходимый уровень запуска. При исследовании синусоидального сигнала начальная фаза может быть изменена. Вращением ручки TRIG LEVEL можно добиться синхронизации сигнала от пика до пика.

Когда переключатель TRIG SLOPE находится в положении «+», развёртка запускается положительной частью синхронизирующего сигнала.

Когда переключатель TRIG SLOPE находится в положении «-», развёртка запускается отрицательной частью синхронизирующего сигнала. Выбор полярности сигнала показан на рис. 4.

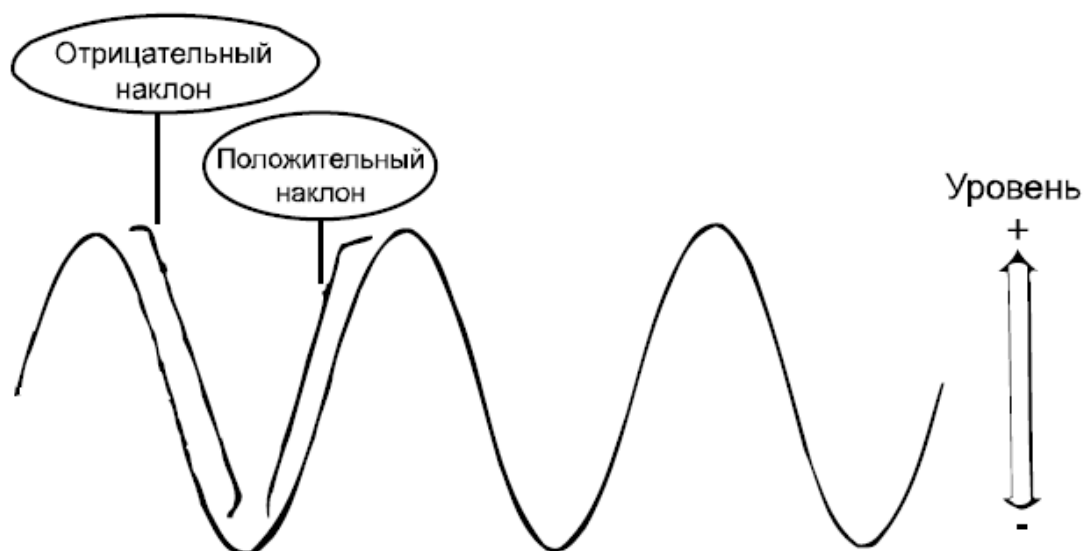


Рисунок 4 – Иллюстрация режима «Выбор полярности сигнала»

(4) Синхронизация суммарным сигналом (кнопка TRIG ALT):

Кнопка TRIG ALT используется для выбора различных источников синхронизации в двухканальном режиме (выбирается переключателем VERT MODE). В этом режиме запуск развертки осуществляется **поочередно** сигналом от канала 1 и сигналом от канала 2. Это необходимо при исследовании сигналов с разной частотой или периодами. В этом режиме оба сигнала будут засинхронизированы, и изображение на экране осциллографа будет неподвижным. **Этот режим нельзя использовать при измерении разности фаз между сигналами канала 1 и канала 2!**

9.5. Установка времени развертки

Установите переключатель TIME/DIV в такое положение, при котором на экране отображается необходимое число периодов сигнала. Если периодов много, уменьшите время развертки. Если на экране отображается только линия развертки, попробуйте увеличить время развертки. Когда время развертки достаточно малое при наблюдении части сигнала, особенно прямоугольной формы, на экране будет видна прямая линия.

9.6. Растяжка сигнала

Чтобы рассмотреть небольшие части сигнала, расположенные относительно далеко от момента запуска развертки, используйте кнопку $\times 10$ MAG. Для включения режима MAG выполните следующие операции:

1. Установите ручкой TIME/DIV самый большой коэффициент развертки, который позволяет изучить эту часть сигнала.
2. Вращением ручки HORIZONTAL POSITION установите сигнал так, чтобы исследуемый участок сигнала был в центре экрана.
3. Нажмите кнопку $\times 10$ MAG для включения индикатора. При выполнении выше указанных процедур необходимая часть сигнала будет увеличенной в 10 раз (растянутой).

Очевидно, что в этом случае увеличенная скорость развертки будет составлять: $0,1 \text{ мксек/дел} / 10 = 10 \text{ нсек/дел}$, что необходимо учитывать при расчете временных параметров сигнала (рисунок 5).

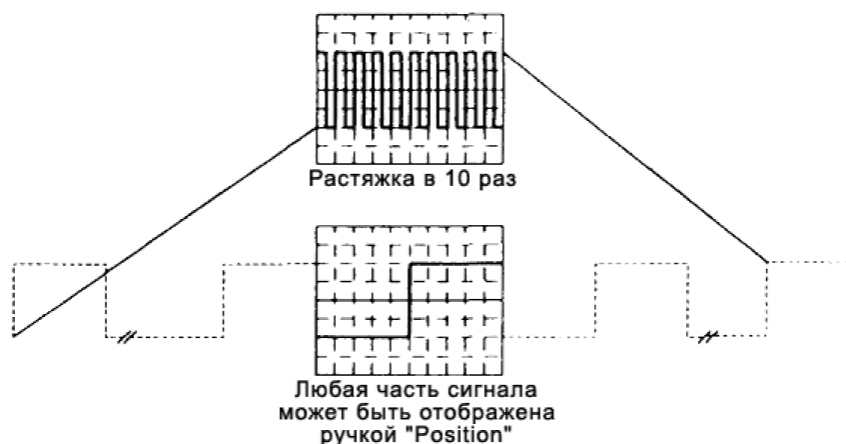


Рисунок 5 – Принцип изменения временного масштаба осциллографа кнопкой $\times 10 \text{ MAG}$

Следует отметить, что при использовании кнопки « $\times 10 \text{ MAG}$ » яркость луча может существенно уменьшиться.

9.7. Режим X-Y

Установите переключатель время/дел в положение X-Y для установки режима наблюдения фигур Лиссажу. При этом входы осциллографа распределятся следующим образом:

X-ось (горизонтальная) – вход канала 1;

Y-ось (вертикальная) – вход канала 2.

Внимание: Когда с помощью X-Y режима наблюдают сигналы высокой частоты, следует учитывать рабочую полосу частот усилителей вертикального отклонения и возможное «технологическое» различие фаз между сигналами, поступающими на X и Y-оси.

Режим X-Y используется для измерений, которые не могут быть проведены в обычном режиме (измерение отношений частот, температуры, скорости и т.д.).

1. Установите переключатель время/дел в положение X-Y. Канал 1 станет осью X и канал 2 станет осью Y.

2. Подайте исследуемые сигналы на соответствующие входы осциллографа.

3. Ручками положения луча по горизонтали и вертикали переместите изображение в нужную часть экрана (как правило, центральную).

4. Переключателем В/дел канала 1 установите необходимый размер изображения по оси X (чем больше размер изображения, тем выше точность измерений).

5. Переключателем В/дел канала 2 установите необходимый размер изображения по оси Y.

6. Проведите измерения, определив все необходимые параметры изображения; рассчитайте результаты по известным формулам.

10. Измерение частоты гармонического и импульсного сигнала осциллографом GOS-620FG

Соберите схему для проведения исследований в соответствии с рисунком 6.

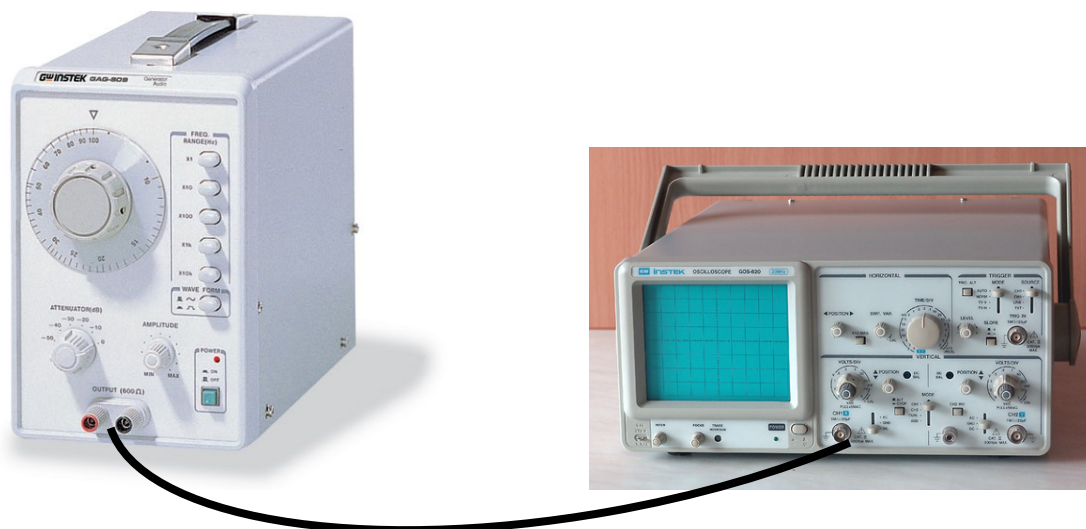


Рисунок 6 – Схема лабораторной установки для проведения измерений частоты сигнала осциллографом GOS-620FG

Включите и подготовьте генератор GAG-810 и осциллограф GOS-620FG в соответствии с инструкцией по эксплуатации и требованиями, рассмотренными ранее. Соблюдайте установленные требования безопасности при использовании измерительной техники.

Выполните контрольные измерения электронно-счётным частотомером GFC-8010H импульсного и гармонического сигналов амплитудой 1В и частотой, взятой в соответствии с таблицами 2 и 3.

Примечание: В связи с дистанционным способом обучения необходимо обработать результаты измерений, представленные в приложении 1 на стр. 17.

Таблица 2 – Результаты измерений частоты гармонического сигнала осциллографом GOS-620FG

Измеряемая величина частоты сигнала, Гц	Измеренное значение частоты сигнала, Гц	Абсолютная погрешность, Гц	Относительная погрешность, %	Приведенная погрешность
20				
200				
2000				
20000				
200000				
1000000				

Таблица 3 – Результаты измерений частоты импульсного сигнала осциллографом GOS-620FG

Измеряемая величина частоты сигнала, Гц	Измеренное значение частоты сигнала, Гц	Абсолютная погрешность, Гц	Относительная погрешность, %	Приведенная погрешность
20				
200				
2000				
20000				
200000				
1000000				

За действительное значение измеряемой частоты примите значение частоты, устанавливаемое на генераторе сигналов частотомере GFC-8010H.

Сделайте выводы о точности измерений на различных частотах и возможностях исследуемого осциллографа GOS-620FG.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

12. Контрольные вопросы

1. Приведите назначение и основные технические характеристики осциллографа GOS-620FG.
2. Приведите назначение основных органов управления передней панели осциллографа GOS-620FG.
3. Приведите назначение основных органов управления задней панели осциллографа GOS-620FG.
4. Приведите назначение основных органов управления синхронизацией осциллографа GOS-620FG.

5. Приведите назначение основных органов управления разверткой осциллографа GOS-620FG.

6. Приведите назначение основных органов управления тракта вертикального отклонения осциллографа GOS-620FG.

13. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

14. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Порядок расчета абсолютной и относительной погрешностей по результатам измерений осциллографом GOS-620FG.

2. Порядок расчета приведенной погрешности по результатам измерений осциллографом GOS-620FG.

Тема 6. Методы измерения электрической мощности сверхвысокочастотных электрических сигналов

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11-12

Исследование способов измерения напряжения

1. Цель работы

1. Изучить способы измерения параметров переменного и постоянного напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами и осциллографом.
2. Получить практические навыки по измерению параметров переменного и постоянного напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами и осциллографом.
3. Получить практические навыки оценки результатов измерений параметров переменного и постоянного напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами и осциллографом.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1 Исследование способов измерения параметров переменного напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами, осциллографом и оценка погрешности измерений.	50 мин
2 Исследование способов измерения параметров постоянного напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами, осциллографом и оценка погрешности измерений.	50 мин
3 Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.
Заключительная часть	5 мин.
Всего: 180 мин	

5 Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

5.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

5.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

5.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

6. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, маркеры.

7. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения практического занятия «EWB».

8 Исследование способов измерения параметров переменного напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами, осциллографом и оценка погрешности измерений

8.1 Исследование способов измерения действующих и амплитудных значений переменного гармонического напряжения.

1. Подготовить к работе комбинированный прибор Ц4353 для измерения действующего напряжения переменного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений прибором Ц4353.

2. Измерить действующее напряжение источника сигнала переменного тока прибором Ц4353 в строгом соответствии с Методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 1 отчета.

3. Определить амплитудное напряжение источника сигнала с учетом выполненного измерения, используя коэффициенты пересчета.

4. Подготовить к работе цифровой мультиметр M890G для измерения действующего напряжения переменного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений прибором M890G.

5. Измерить действующее напряжение источника сигнала переменного тока прибором M890G в строгом соответствии с Методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 1 отчета.

6. Определить амплитудное напряжение источника сигнала с учетом выполненного измерения, используя коэффициент пересчета.

7. Подготовить к работе осциллограф GOS-620FG для измерения амплитудного напряжения переменного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений осциллографом GOS-620FG.

8. Измерить амплитудное напряжение источника сигнала переменного тока осциллографом GOS-620FG в строгом соответствии с методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу №1 отчета о практическом занятии.

9. Определить погрешность проведенных измерений для каждого способа с учетом систематической погрешности измерительных приборов. За действительное значение величины переменного напряжения источника сигнала принять показания мультиметра M890G. Полученные результаты занести в таблицу 1.

$$\delta_u = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} 100\%; \quad \delta_{U_m} = \frac{\Delta U_m}{U_{m\text{д}}} 100\%,$$

где $\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{д}}$; $\Delta U_m = U_{m\text{изм}} - U_{m\text{д}}$;
 $U_{\text{изм}}$ – измеренное действующее значение напряжения;

U_d – действительное действующее значение напряжения;

U_m – измеренное амплитудное значение напряжения;

U_{md} – действительное амплитудное значение напряжения.

Таблица 1 - Результаты измерений переменного гармонического напряжения

Тип прибора, способ измерения	Действующее напряжение $U, В$	Амплитудное напряжение $U_m, В$	Относительная погрешность	
			действующего напряжения $\delta_U, \%$	амплитудного напряжения $\delta_{U_m}, \%$
Ц – 4353	4,1	*		
M890G	4,0	*		
Осциллограф GOS-620FG	*	5,66		

Примечание: * обозначены значения напряжений, которые необходимо рассчитать с учетом коэффициента амплитуды (см. лекцию 4)

Сделайте выводы по результатам измерений и расчетам погрешностей, объясните полученные значения.

8.2 Исследование способов измерения действующих и амплитудных значений переменного импульсного напряжения.

1. Проведите исследование параметров переменного импульсного напряжения. Источником сигнала является генератор сигналов. Органами управления генератора установить импульсы амплитудой 3 В и частотой 500 Гц.

2. Подготовить к работе комбинированный прибор Ц4353 для измерения действующего напряжения переменного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений прибором Ц4353.

3. Измерить действующее напряжение источника сигнала переменного тока прибором Ц4353 в строгом соответствии с Методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 2 отчета.

Таблица 2 - Результаты измерений переменного импульсного напряжения

Тип прибора, способ измерения	Действующее напряжение $U, В$	Амплитудное напряжение $U_m, В$	Относительная погрешность	
			действующего напряжения $\delta_U, \%$	амплитудного напряжения $\delta_{U_m}, \%$
Ц – 4353	5,2	*		

M890G	5,1	*		
Осциллограф GOS-620FG	*	5,0		

Примечание: * обозначены значения напряжений, которые необходимо рассчитать с учетом коэффициента амплитуды (см. лекцию 4)

4. Определить амплитудное напряжение источника сигнала с учетом выполненного измерения, используя коэффициенты пересчета.

5. Подготовить к работе цифровой мультиметр M890G для измерения действующего напряжения переменного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений прибором M890G.

6. Измерить действующее напряжение источника сигнала переменного тока прибором M890G в строгом соответствии с Методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 1 отчета.

7. Определить амплитудное напряжение источника сигнала с учетом выполненного измерения, используя коэффициент пересчета.

8. Подготовить к работе осциллограф GOS-620FG для измерения амплитудного напряжения переменного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений осциллографом GOS-620FG.

9. Измерить амплитудное напряжение источника импульсного сигнала переменного тока осциллографом GOS-620FG в строгом соответствии с методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 2 отчета.

10. Определить погрешность проведенных измерений для каждого способа с учетом систематической погрешности измерительных приборов. За действительное значение величины переменного напряжения источника сигнала принять показания мультиметра M890G. Полученные результаты занести в таблицу 2.

$$\delta_u = \frac{\Delta U}{U_{\text{д}}} 100\%; \quad \delta_{U_m} = \frac{\Delta U_m}{U_{m\text{д}}} 100\%,$$

$$\text{где } \Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{д}}; \quad \Delta U_m = U_{m\text{изм}} - U_{m\text{д}};$$

$U_{\text{изм}}$ – измеренное действующее значение напряжения;

$U_{\text{д}}$ – действительное действующее значение напряжения;

U_m – измеренное амплитудное значение напряжения;

$U_{m\text{д}}$ – действительное амплитудное значение напряжения.

Сделайте выводы по результатам измерений и расчетам погрешностей, объясните полученные значения.

9. Исследование способов измерения параметров постоянного напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами, осциллографом и оценка погрешности измерений

1. В качестве источника постоянного напряжения необходимо использовать гальванические элементы или блок питания. Подготовить к работе комбинированный прибор Ц4353 для измерения напряжения постоянного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений прибором Ц4353.
2. Измерить напряжение постоянного тока источника сигнала прибором Ц4353 в соответствии с Методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 3 отчета.
3. Подготовить к работе цифровой мультиметр M890G для измерения напряжения постоянного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений прибором M890G.
4. Измерить напряжение источника сигнала постоянного тока прибором M890G в строгом соответствии с Методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 3 отчета.
5. Подготовить к работе осциллограф GOS-620FG для измерения напряжения постоянного тока в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений осциллографом GOS-620FG.
6. Измерить напряжение источника сигнала постоянного тока осциллографом GOS-620FG в строгом соответствии с методическими рекомендациями. Данные измерений занести в таблицу 3 отчета.
7. Определить погрешность проведенных измерений для каждого способа с учетом систематической погрешности измерительных приборов. За действительное значение величины напряжения постоянного тока источника сигнала принять показания мультиметра M890G. Полученные результаты занести в таблицу 3.

Таблица 3

Тип прибора, способ измерения	Амплитудное напряжение U_m , В	Относительная погрешность δ_{U_m} , %
Ц – 4353	9,2	
M890G	9,15	
Осциллограф GOS-620FG	9,0	

Оформить отчет по лабораторной работе, с анализом полученных результатов по каждому пункту проведенных исследований. Сделать необходимые выводы из проделанной работы.

Защитить отчет у преподавателя.

В выводах сравнить методы измерения по точности и сложности проведения измерений.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

11. Контрольные вопросы

1. Дайте определение амплитудного (мгновенного, действующего, среднего, средневывпрямленного) значения напряжения. Поясните их взаимосвязь.
2. Дайте определение коэффициента амплитуды и коэффициента формы.
3. Перечислите известные способы измерения напряжения.
4. Поясните основные структурные элементы аналогового электронного вольтметра.
5. Поясните основные структурные элементы цифрового электронного вольтметра.
6. Перечислите основные структурные элементы универсального осциллографа.
7. Поясните сущность осциллографического (цифрового, аналогового электронного вольтметра) способа измерения напряжения.
8. Дайте определение действительного (истинного) значения измеряемой физической величины.
9. Дайте определение абсолютной и относительной погрешности измерений.
10. Поясните порядок расчета абсолютной и относительной погрешности измеряемого напряжения.

12. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

13. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Укажите факторы, снижающие точность измерений исследованными способами.
2. Укажите факторы, повышающие точность измерений исследованными способами.

Тема 7. Средства анализа сигналов. Принципы построения цифровых средств измерений. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13-14

Исследование способов измерения электрического сопротивления

1 Цель работы

1. Изучить способы измерения электрического сопротивления.
2. Получить практические навыки по измерению электрического сопротивления аналоговым и цифровым приборами Ц4353 и М890G.
3. Получить практические навыки оценки результатов измерений электрического сопротивления аналоговым и цифровым приборами Ц4353 и М890G.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1 Изучение теоретических сведений о методах измерения электрического сопротивления.	50 мин
2 Исследование способов измерения электрического сопротивления.	50 мин
3 Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.
Заключительная часть	5 мин.
Всего: 180 мин	

5 Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

5.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

5.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

5.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

6. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, маркеры.

7. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения практического занятия «EWB».

8 Изучение теоретических сведений о методах измерения электрического сопротивления

Метод амперметра и вольтметра основан на использовании закона Ома для участка цепи. Величина R_x определяется по известному падению напряжения на нем U и протекающему по нему току I :

$$R_x = U / I. \quad (1)$$

Этот косвенный метод применяется, когда не требуется большой точности. Особенно он удобен для измерения сопротивлений, находящихся под током. При измерении приборы могут быть включены по двум схемам, приведенным на рисунках 1а и 1б.

Однако, вычисление сопротивления по формуле (1) на основании данных измерений по указанным схемам дает лишь приближенные значения. Величина погрешности будет зависеть от схемы включения приборов и от соотношения R_X , R_A , R_B .

Покажем, в каком случае следует применять ту или иную схему включения измерительных приборов для получения более точного значения сопротивления.

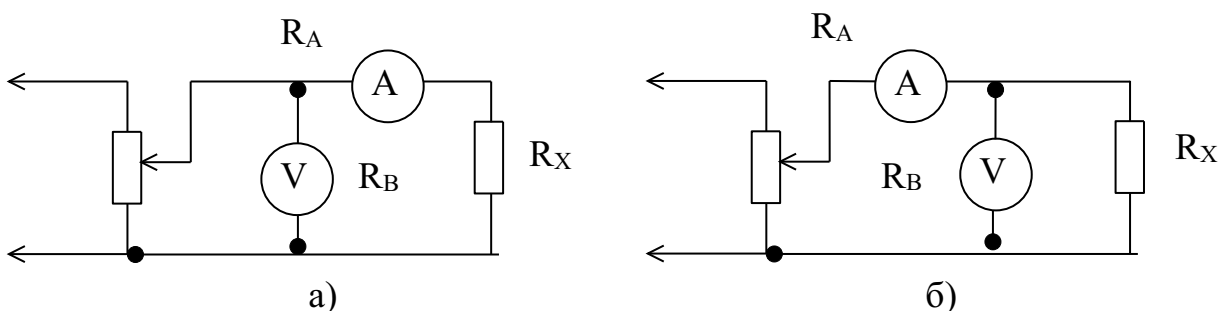


Рисунок 1 – Схемы включения измерительных приборов при проведении измерения электрического сопротивления

В первом случае, согласно рисунка 1а, напряжение, измеренное вольтметром, равно сумме падений напряжений на измеряемом сопротивлении U_X и на сопротивлении амперметра

$$U_A = I \cdot R_A, \text{ т.е. } U = U_X + U_A.$$

Подставив составляющие измеренного напряжения в формулу (1), найдем R_X :

$$R_X = \frac{U_X + U_A}{I} = R_{XD} + R_A. \quad (2)$$

где R_{XD} – действительное значение измеряемого сопротивления R_X .

Отсюда:

$$R_{XD} = R_X - R_A, \quad (3)$$

т.е. сопротивление, подсчитанное по формуле закона Ома, будет больше действительного значения на величину сопротивления амперметра.

Абсолютная погрешность метода измерения по схеме, приведенной на рисунке 1а равна:

$$\Delta R = R_X - R_{XD} = R_A, \quad (4)$$

а относительная погрешность соответственно равна:

$$\delta = \frac{R_A}{R_{XD}} \cdot 100 \%. \quad (5)$$

Включение приборов по схеме, приведенной на рисунке 1а, следует применять в случае, когда $R_X \gg R_A$, т.е. при измерении относительно больших сопротивлений.

Во втором случае, при включении приборов по схеме, приведенной на рисунке 1б, искомое сопротивление R_X определяется так же по формуле (1). Однако, в этом случае ток, измеренный амперметром, является суммой тока I_X , протекающего через измеряемое сопротивление R_X и тока I_B , протекающего через вольтметр, т.е. $I = I_X + I_B$. При этом формула (1) примет вид:

$$R_X = \frac{U}{I_X + I_B} = \frac{U}{I_X + U/R_B} = \frac{U}{I_X} \cdot \frac{1}{1 + U/(I_X \cdot R_B)} = \frac{R_{XD}}{1 + R_{XD}/R_B}, \quad (6)$$

где R_B – сопротивление вольтметра.

Отсюда действительная величина измеряемого сопротивления равна:

$$R_{XD} = \frac{R_X}{1 - R_X/R_B}. \quad (7)$$

Так как относительная погрешность метода измерения определяется как

$$\delta = \frac{R_X - R_{XD}}{R_{XD}} \cdot 100 \%. \quad (8)$$

то, подставляя в это выражение значение R_{XD} после преобразований, получаем:

$$\delta = \frac{R_X}{R_B} \cdot 100 \%. \quad (9)$$

Включение приборов по схеме, приведенной на рисунке 1б, следует применять в случае, когда $R_X \ll R_B$, т.е. при измерении относительно малых сопротивлений. Если сопротивления амперметра и вольтметра известны, то можно всегда ввести поправки в измерение.

9. Исследование способов измерения электрического сопротивления

1. Ознакомиться с рабочим местом и характеристиками прибора M890G в части касающейся измерения электрического сопротивления.

2. В качестве исходных данных выберем два резистора R_{X1} и R_{X2} , соответственно большое и малое, из набора, предложенного преподавателем (см. рис. 2).



Рисунок 2 – Набор резисторов для измерения их сопротивления

3. Сопротивление резистора R_{x1} будем выбирать в диапазоне от 100 до 1000 Ом, чтобы определить его значение по схеме, приведенной на рисунке 1а, с учетом оговоренного выше условия $R_x \gg R_A$. Сопротивление резистора R_{x1} будем выбирать в диапазоне от 5 до 50 Ом, чтобы определить его значение по схеме, приведенной на рисунке 1б с учетом оговоренного выше условия $R_x \ll R_B$. Порядок определения параметров резисторов по условным цветовым или буквенным обозначениям представлен в различных справочных источниках, например <https://sesaga.ru/rezistor-rezistory-postoyannogo-soprotivleniya.html>.

4. Собрать поочередно схемы, приведенные на рисунках 1а и 1б, с использованием двух приборов М890G, используя один в качестве вольтметра, другой в качестве амперметра. В качестве источника напряжения использовать блок питания.

Исходные данные для измерений и расчетов:

Напряжение на выходе источника питания для схем 1а и 1б $U_{\text{пит}}=10\text{В}$.

Входное сопротивление вольтметра М890G $R_B = 10 \text{ МОм}$.

Входное сопротивление амперметра М890G $R_A = 1 \text{ Ом}$.

Входное сопротивление вольтметра Ц4353 $R_B = 20 \text{ КОм}$.

Входное сопротивление амперметра Ц4353 $R_A = 2 \text{ Ом}$.

Номинал (действительное значение $R_{\text{хд1}}$) электрического сопротивления резистора $R1 = 1000 \text{ Ом}$.

Номинал (действительное значение $R_{\text{хд2}}$) электрического сопротивления резистора $R2 = 10 \text{ Ом}$.

В условиях дистанционного обучения результаты измерений выдаются преподавателем и представлены в приложении А. Навыки проведения измерений студенты получают путем использования программы «Виртуальная измерительная лаборатория».

5. Измерить сопротивления R_{x1} и R_{x2} по приведенным схемам. Выполнить измерение каждого из них не менее трех раз и вычислить средние значения, которые необходимо принять за окончательные данные.

6. Подсчитать погрешности при измерении сопротивлений.

7. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерений электрического сопротивления приборами М890G

Сопротивление	Схема	U, В	I, А	R _х , Ом	R _{хд} , Ом	δ, %
R _{х1}	Схема рис. 1а					
	Схема рис. 1б					
R _{х2}	Схема рис. 1а					
	Схема рис. 1б					

8. Ознакомиться с рабочим местом и характеристиками прибора Ц4353 в части касающейся измерения электрического сопротивления.

9. Собрать поочередно схемы, приведенные на рисунках 1а и 1б, с использованием двух приборов Ц4353, используя один в качестве вольтметра, другой в качестве амперметра. В качестве источника напряжения использовать блок питания.

10. Измерить сопротивления R_{х1} и R_{х2} по приведенным схемам. Выполнить измерение каждого из них не менее трех раз и вычислить средние значения, которые необходимо принять за окончательные данные.

11. Подсчитать погрешности при измерении сопротивлений.

12. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений электрического сопротивления приборами Ц4353

Сопротивление	Схема	U, В	I, А	R _х , Ом	R _{хд} , Ом	δ, %
R _{х1}	Схема рис. 1а					
	Схема рис. 1б					
R _{х2}	Схема рис. 1а					
	Схема рис. 1б					

13. В соответствии с инструкцией подготовить прибор М890G для проведения измерений электрического сопротивления.

14. Провести измерение электрических сопротивлений R_{х1} (от 5 до 50 Ом) и R_{х2} (от 100 до 1000 Ом) при помощи прибора М890G в режиме измерения электрического сопротивления (измерение каждого из них должно быть не менее трех раз; вычислить средние значения и принять их за окончательные данные).

15. Результаты занести в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерения электрических сопротивлений прибором М890G

Сопротивление	R _х , Ом	R _{хд} , Ом	δ, %
Резистор R _{х1}			
Резистор R _{х2}			

16. В соответствии с инструкцией подготовить прибор Ц4353 для проведения измерений электрического сопротивления.

17. Провести измерение электрических сопротивлений резисторов R1 (от 5 до 50 Ом) и R2 (от 100 до 1000 Ом) при помощи прибора Ц4353 в режиме измерения электрического сопротивления (измерение каждого из них должно быть не менее трех раз; вычислить средние значения и принять их за окончательные данные).

18. Результаты занести в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты измерения электрических сопротивлений прибором Ц4353

Сопротивление	R_x , Ом	$R_{хд}$, Ом	δ , %
Резистор R_{x1}			
Резистор R_{x2}			

19. Сравните результаты проведения измерений во всех случаях (таблицы 1-2) прибором М890G, а также во всех случаях (таблицы 3-4) прибором Ц4353 и сделайте выводы по результатам измерений. В выводах отразите влияние на результат измерения выбранного метода и типа (класса точности) измерительного прибора.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

11. Контрольные вопросы

1. Укажите 3 группы, на которые подразделяются резисторы по величине их сопротивлений.

2. В чем заключаются методы определения сопротивления в данной работе? Когда они применяются?

3. Каким требованиям должны отвечать используемые в данном случае измерительные приборы?

4. В каком случае появляется систематическая погрешность метода? Почему она так называется? К какому виду систематической погрешности относится?

5. При измерении каких сопротивлений и по какой схеме заметнее будет проявлять себя случайная погрешность?

6. Как можно оценить систематическую и случайную погрешности, возникающие при измерении сопротивлений данным методом?

7. Оцените вклад в погрешности температурных влияний.

12. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

13. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1 Может ли быть причиной дополнительной погрешности использование в данной работе приборов различных классов (типов)?

2 На стандартных резисторах обычно указывается относительная погрешность его номинального значения. Как можно ее проверить?

Тема 8. Автоматизация измерений
Информационно-измерительные системы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15-16

Исследование параметров сигналов компьютерно-измерительной системой

1 цель работы

1. Уяснить назначение, возможности и порядок применения компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.
2. Приобрести навыки исследования параметров сигналов с помощью компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.
3. Дать сравнительную характеристику метода исследования сигналов с помощью компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423 и известных из предыдущих занятий методов.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

1 Изучение назначения, возможностей и порядка применения компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.	50 мин
2 Исследование параметров гармонических и импульсных сигналов на ПЭВМ с помощью блока АЦП осциллографического В-423 и осциллографа GOS-620FG.	50 мин
3 Оформление отчета и защита у преподавателя	50 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.
Заключительная часть	5 мин.
Всего: 180 мин	

5 Правила работы в лаборатории

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

5.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

5.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

5.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

6. Аппаратное обеспечение

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, маркеры.

7. Программное обеспечение

Программное обеспечение для выполнения практического занятия «EWB».

8. Изучение назначения, возможностей и порядка применения компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423

Цифровой осциллограф В-423 предназначен для исследования однократных и периодических электрических сигналов в диапазоне частот от 0 до 200 МГц путем их регистрации в цифровой памяти и отображения на экране ПЭВМ, проведения автоматических, маркерных измерений и математической обработки сигналов. Дополнительно осциллограф обеспечивает работу в режимах анализатора спектра, измерение с помощью курсоров, построение фигуры Лиссажу, автоматическое измерение 23 параметров входного сигнала и вычисление статистических данных, а также математической обработки результатов измерений. Внешний вид блока АЦП осциллографического В-423 представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид блока АЦП осциллографического В-423

Основные технические характеристики блока АЦП осциллографического В-423:

Канал

Число входных измерительных каналов – 2.

Полоса пропускания входного тракта - 0 ... 200 МГц.

Открытый/закрытый вход имеет активное входное сопротивление $1 \pm 0,03$ МОм, входную ёмкость не более 25 пФ, обеспечивает работу со стандартным выносным делителем.

Аппаратное смещение уровня входного сигнала в широких пределах
Вертикальное разрешение - 10 бит.

Основная погрешность - $\pm 1\%$. С выносным делителем 1:10 - $\pm 2\%$.

11 калиброванных коэффициентов отклонения по вертикали с шагом 1-2-5: без делителя - 2 мВ/дел ... 5 В/дел с делителем 1:10 - 20 мВ/дел ... 50 В/дел.

Развертка

Максимальная частота дискретизации канала:

- для однократных сигналов - 200 Мвыб/с,
- для повторяющихся сигналов - 10 Гвыб/с.

Коэффициенты развертки - 10 нс/дел ... 10 с/дел.

Диапазон развертки по горизонтали - 1.3 мс ... 13000 с.

Максимальная длина памяти - 128 Квыб/канал.

Синхронизация

Источник - канал 1 /канал 2 /внешн. /внешн.1:10 /сеть.

Режимы - ждущ./автом./однокр./стоп.

Тип входа - откр./закр./откр.ФНЧ/ закр.ФВЧ /закр.ФНЧ.

Параметры входа внешней синхронизации - 1 МОм; 1:1/1:10.

Диапазон частот синхронизации - 10 Гц ... 150 МГц.

Регистрация предыстории и задержка запуска регистрации.

ТВ-синхронизация (PAL, SECAM, NTSC).

Синхронизация по параметрам сигнала.

Прочие

Интерфейс с компьютером: USB 2.0 High speed (поддержка USB 1.1).

Питание - 220 В / 50 Гц.

Потребление - 12 Вт.

Размеры: 200×300×60 мм.

Масса: осциллографа В-423 в сборе - 1,6 кг.

Основные программно-функциональные характеристики

Программное обеспечение реализовано для операционных систем Windows XP/7/8.

Калибровка метрологических параметров.

Автоматический поиск сигналов.

Дополнительные функции:

- Спектроанализатор.
- Цифровой вольтметр.
- Частотомер.
- Автоматические и маркерные измерения 23 параметров сигналов.
- Временное/спектральное представление сигнала в реальном времени.

- Дополнительная математическая обработка: сглаживание, усреднение, произвольные математические операции над сигналом.
- До 4-х реальных/обработанных сигналов на экране одновременно, возможность использования запомненного сигнала в качестве постоянного фона.
- Режим самописца параметров.
- Экспорт в формат ASCII (пригоден для дальнейшей мат. обработки в MS Excel и др. пакетах).

Состав программного обеспечения

Программа цифрового осциллографа Oscilloscope

Осциллограф **обеспечивает следующие дополнительные режимы работы:**

- хранение в памяти сигналов, количество которых ограничивается только объемом свободной памяти управляющего компьютера;
- хранение в памяти состояний панели и сигналов;
- обработка сигнала, записанного в памяти;
- режим усреднения периодических сигналов;
- спектральный анализ сигналов;
- вывод на печать изображения сигнала, находящегося в памяти осциллографа

Управление указанными режимами осуществляется через меню.

Осциллограф **обеспечивает следующие виды цифровых измерений:**

- измерение напряжения между двумя маркерами, установленными оператором;
- измерение временного интервала между двумя маркерами, установленными оператором;
- автоматическое измерение следующих параметров периодических сигналов на различных устанавливаемых уровнях и временных окнах:
 - периода, скважности, частоты и длительности импульса;
 - времени нарастания и времени спада импульса;
 - размаха сигналов;
 - среднеквадратического значения напряжения периодического сигнала.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения временных интервалов между двумя метками δt , %,

$$\delta t = \pm (0,1 + 2 \cdot S / T_{\text{ИЗМ}}), \quad (1)$$

где $T_{\text{ИЗМ}}$ – измеряемый временной интервал, с (при этом максимальная длительность измеряемого временного интервала не должна превышать установленной глубины памяти);

S –цена деления шкалы времени, с.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения периода δT , %, и частоты сигналов δF , %, в режиме автоматического измерения, соответственно

$$\delta T = \pm (0,01 + S / T_{\text{изм}}), \quad (2)$$

$$\delta F = \pm (0,01 + S \cdot F_{\text{изм}}), \quad (3)$$

где $T_{\text{изм}}$ – измеряемое значение периода, с;

$F_{\text{изм}}$ – измеряемое значение частоты, Гц.

Управление осциллографом осуществляется дистанционно от компьютера с помощью программного обеспечения, входящего в комплект поставки прибора, через стандартный интерфейс USB. Связь прибора с управляющим компьютером осуществляется посредством подключения соединительного кабеля, входящего в комплект поставки прибора, к соответствующим стандартным разъемам управляющего компьютера и интерфейса осциллографа.

Состав блока АЦП осциллографического В-423

<i>Наименование</i>	<i>Количество, штук</i>
Блок АЦП осциллографический В-423	1
Соединительный кабель интерфейса USB	1
Кабель питания	1
Компакт-диск с программным обеспечением	1
Руководство по эксплуатации	1
Упаковка	1

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСЦИЛЛОГРАФА

Внешний вид осциллографа представлен на рис. 1.

На лицевой панели осциллографа имеются три стандартных разъёма типа CP-50.73Ф (BNC-J):

«КАНАЛ 1» — сигнальный вход канала 1;

«КАНАЛ 2» — сигнальный вход канала 2;

«СИНХР» — вход синхронизации для подключения кабеля внешней синхронизации.

На задней панели осциллографа находятся сетевой выключатель и разъемы для подключения питания и соединительного кабеля интерфейса USB, с помощью которого осуществляется связь с компьютером (рис. 2).



Рисунок 2 – Внешний вид блока АЦП осциллографического В-423 со стороны задней панели

Принцип работы осциллографа заключается в следующем. Подаваемые на вход усилителей вертикального отклонения сигналы нормируются и усиливаются до необходимой величины. Усиленные сигналы поступают на вход АЦП, где происходит их преобразование в эквивалентный цифровой код. Данные после АЦП накапливаются в буферном ОЗУ.

В режиме внутренней синхронизации сигнал с входа подается на усилитель синхронизации для формирования синхронизирующих импульсов.

Компьютер управляет всеми режимами работы осциллографа, осуществляет считывание информации из буферного ОЗУ, ее обработку и передачу в видеопамять компьютера для наблюдения на экране монитора.

Непосредственное управление работой осциллографа осуществляется в рамках соответствующего программного обеспечения посредством графического манипулятора «Мышь» и клавиатуры.

Подготовка к работе блока ацп осциллографического в-423

Перед началом эксплуатации провести внешний осмотр осциллографа, для чего:

- проверить отсутствие механических повреждений на корпусе осциллографа;
- проверить комплектность;
- проверить чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- проверить состояние соединительных проводов, кабелей, лакокрасочного покрытия, четкость маркировочных надписей;
- проверить отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов внутри осциллографа (определить на слух при наклонах осциллографа).

Осциллограф, имеющий дефекты, браковать и направлять в ремонт.

Приступая к работе с осциллографом, необходимо внимательно изучить все разделы руководства по эксплуатации.

После длительного хранения или транспортирования в условиях повышенной влажности осциллограф перед включением выдержать в нормальных условиях не менее 8 часов.

В случае большой разности температур между складским и рабочим помещениями, полученный со склада осциллограф перед включением выдержать в нормальных условиях не менее 4 часов.

Перед включением осциллографа необходимо учитывать эксплуатационные ограничения, изложенные в предыдущем подразделе.

При проведении измерений, в случае использования осциллографа совместно с другими приборами или включения его в состав установок, потенциалы корпусов всех приборов следует выровнять.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА

Проверка работоспособности осциллографа.

После запуска установленной программы необходимо убедиться в появлении на экране монитора исходной панели управления осциллографа, затем нажать на клавиатуре клавишу F9 или с помощью мыши кнопку «Запуск» на экране. В случае корректной инсталляции прибора на экране осциллографа должен появиться горизонтальный луч развертки осциллографа без дополнительных сообщений.

В случае появления на экране меню выбора и настройки осциллографа, необходимо выбрать режим работы (рис. 3).

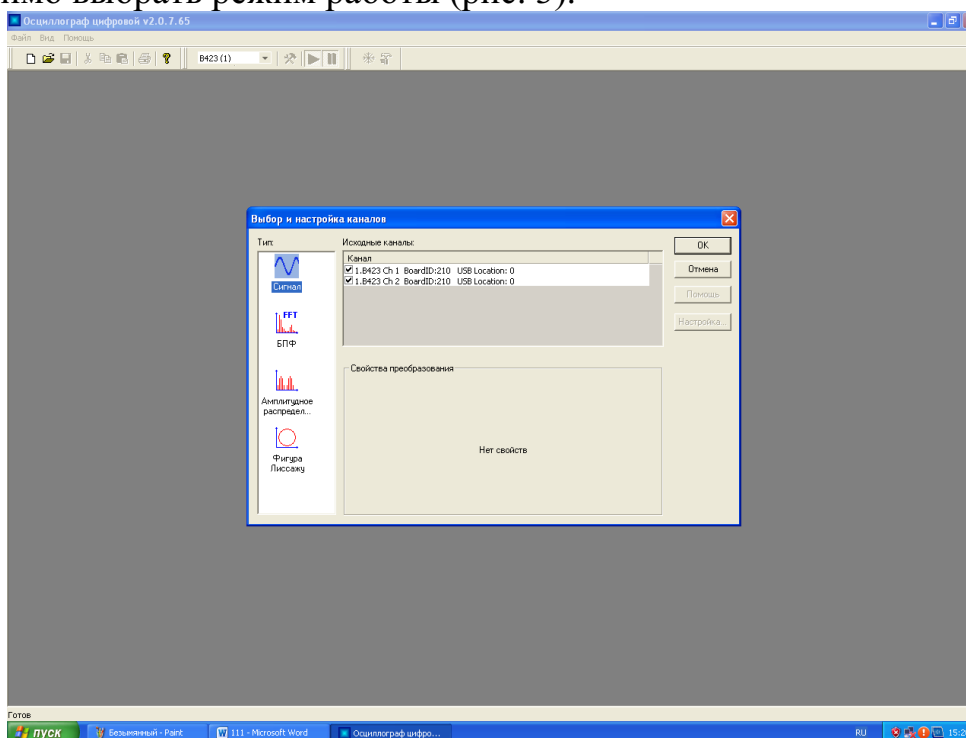


Рисунок 3 - Меню выбора и настройки осциллографа

После выбора режима работы «Сигнал», что соответствует режиму работы «Осциллограф», появится изображение осциллографа с органами управления (рис. 4).

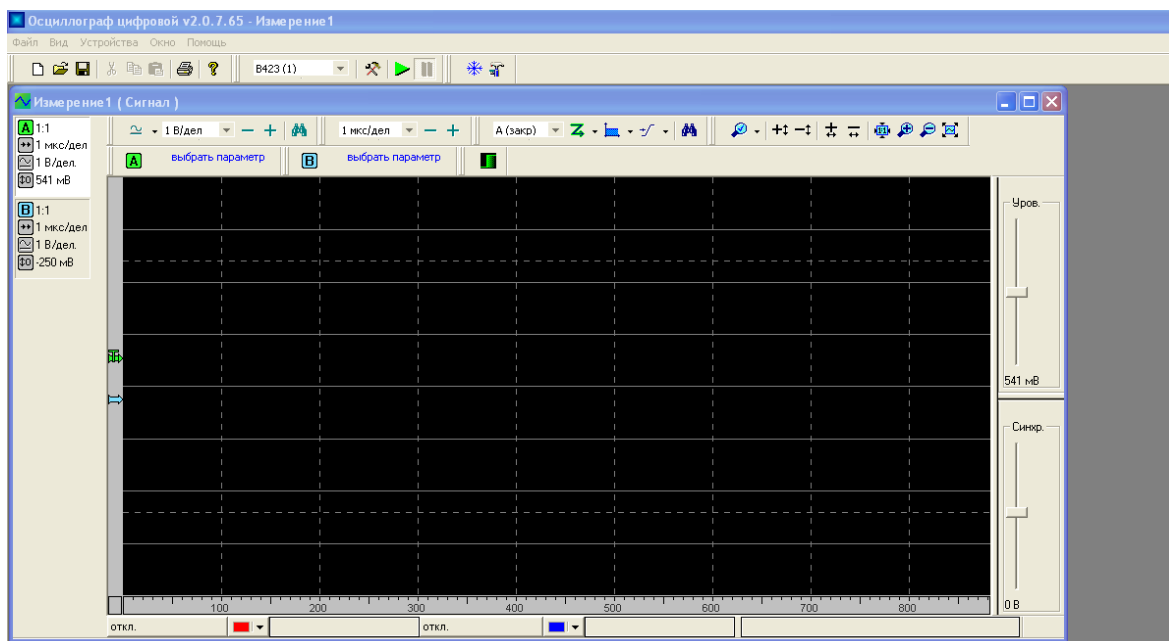


Рисунок 4 - Изображение осциллографа с элементами управления интерфейса пользователя

Отображение органов управления на экране монитора

При загрузке программного пакета на мониторе появляется картинка лицевой панели осциллографа с экраном и органами управления в виде элементов графического пользовательского интерфейса. Внешний вид лицевой панели приведен на рис. 5. Там же указаны пункты руководства по эксплуатации, в которых приведено описание соответствующих органов управления осциллографа.

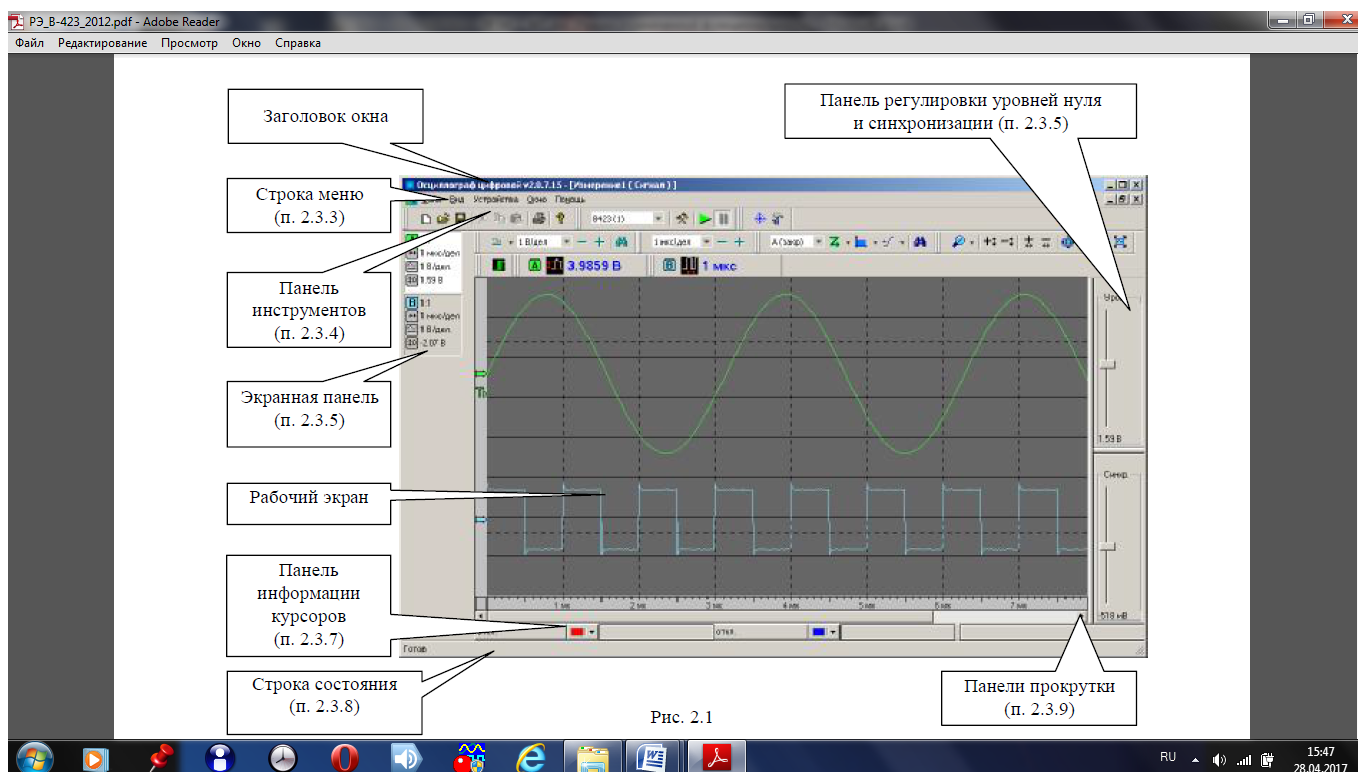


Рис. 2.1

Рисунок 5 – Внешний вид лицевой панели осциллографа

В соответствии с рекомендациями, изложенными в руководстве по эксплуатации блока АЦП осциллографического В-423 на стр. 12-23 рассмотреть и законспектировать порядок использования панели управления осциллографа.

Рассмотрите порядок проведения измерений в режиме осциллографа с помощью руководства по эксплуатации блока АЦП осциллографического В-423 на стр. 24-44.

9. Исследование параметров гармонических и импульсных сигналов на ПЭВМ с помощью блока АЦП осциллографического В-423 и осциллографом GOS-620FG

9.1 Исследование методов измерения амплитудных значений переменного напряжения гармонических и импульсных сигналов

Подготовить к работе измерительный генератор GAG-8010H и осциллограф GOS-620FG для измерения амплитудного напряжения переменного тока импульсного и гармонического сигналов в соответствии с Методическими рекомендациями по подготовке и проведении измерений измерительным генератором GAG-8010H и осциллографом GOS-620FG.

Установить на выходе измерительного генератора GAG-8010H значение действующего напряжения гармонического сигнала равное 1В. Проведите пересчет действительного действующего напряжения гармонического сигнала в амплитудное с учетом коэффициента амплитуды K_a . В дальнейшем после пересчета это значение напряжения необходимо принимать за действительное амплитудное значение напряжения.

Измерить амплитудное напряжение гармонического сигнала осциллографом GOS-620FG в строгом соответствии с методическими рекомендациями, рассмотренными на предыдущих занятиях и руководством по использованию GOS-620FG.

Данные измерений занести в таблицу 1 отчета лабораторной работы.

Таблица 1 – Результаты измерений амплитудного значения напряжения гармонического сигнала

Тип прибора, способ измерения	Измерено U_m , В	Погрешность	
		абсолютная, ΔU_m	относительная, $\delta U_m \%$
ПЭВМ В-423	1,423		
Осциллограф GOS-620FG	1,480		

Определить абсолютную и относительную погрешность проведенных измерений. За действительное значение величины переменного напряжения

источника сигнала принять величину на выходе измерительного генератора. Полученные результаты занести в таблицу 1.

Подготовить к работе под руководством преподавателя и произвести аналогичные измерения амплитудного напряжения гармонического сигнала блоком АЦП осциллографическим В-423 в соответствии с руководством по его эксплуатации. Результаты измерений занести в таблицу 1.

Установить на выходе измерительного генератора GAG-8010H значение действующего напряжения импульсного сигнала равное 1В. Проведите пересчет действующего действительного напряжения импульсного сигнала в амплитудное с учетом коэффициента амплитуды K_a . В дальнейшем после пересчета это значение напряжения необходимо принимать за действительное амплитудное значение напряжения.

Измерить амплитудное напряжение импульсного сигнала осциллографом GOS-620FG в строгом соответствии с методическими рекомендациями, рассмотренными на предыдущих занятиях и руководством по использованию GOS-620FG.

Данные измерений занести в таблицу 2 отчета лабораторной работы.

Таблица 2 – Результаты измерений амплитудного значения напряжения импульсного сигнала

Тип прибора, способ измерения	Измерено U_m , В	Погрешность	
		абсолютная, ΔU_m	относительная, $\delta_{U_m}\%$
ПЭВМ В-423	1,080		
Осциллограф GOS-620FG	1,100		

Определить абсолютную и относительную погрешность проведенных измерений. За действительное значение величины переменного напряжения источника сигнала принять величину на выходе измерительного генератора. Полученные результаты занести в таблицу 2.

Подготовить к работе под руководством преподавателя и произвести аналогичные измерения амплитудного напряжения импульсного сигнала блоком АЦП осциллографическим В-423 в соответствии с руководством по его эксплуатации. Результаты измерений занести в таблицу 2.

Рассчитать погрешности измерения, приняв за действительное значение напряжение на выходе измерительного генератора.

$$\delta_{U_m} = \frac{\Delta U_m}{U_{mд}} 100\%,$$

где $\Delta U_m = U_m - U_{mд}$;

U_m – амплитудное значение измеренного напряжения;

$U_{mд}$ – действительное амплитудное значение измеренного напряжения;

Оценить абсолютную и относительную погрешность измерений. Дать сравнительную характеристику, оценить достоинства и недостатки методов исследования сигналов осциллографическим методом и методом, на основе аналого-цифрового преобразования, реализованного в блоке АЦП осциллографическом В-423.

В выводах дать сравнительную оценку методов измерения амплитудного напряжения переменного тока.

9.2 Исследование методов измерения частоты гармонических сигналов

Источником гармонического сигнала является генератор сигналов низкочастотный GAG-8010H. Напряжение (действующее) на выходе генератора установить равным 1 В.

Подготовить осциллограф GOS-620FG к измерению частоты гармонического колебания. Произвести измерение частоты гармонического сигнала генератора низкой частоты GAG-8010H с помощью осциллографа GOS-620FG методом калиброванной шкалы, результаты измерений занесите в таблицу 3.

Подготовить к работе под руководством преподавателя и произвести аналогичные измерения гармонического сигнала генератора низкой частоты с помощью ПЭВМ в соответствии с руководством по эксплуатации блока АЦП осциллографического В-423.

Результаты измерений занести в таблицу 3.

Таблица 3 - Результаты измерений частоты гармонического сигнала

Установлено Частота по шкале генератора (Гц)	Измерено GOS-620FG, Гц	ПЭВМ В-423, Гц	Погрешность			
			абсолютная, ΔF_m		относительная, $\delta_{Fm}\%$	
			GOS-620FG	ПЭВМ В-423	GOS-620FG	ПЭВМ В-423
200	202	201				
20000	20085	20055				
900000	900120	900102				

Рассчитать погрешности измерения, приняв за действительное значение частоты показания шкалы измерительного генератора GAG-8010H.

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_a} 100\%,$$

где F_d – действительное значение измеряемой частоты.

В выводах дать сравнительную оценку методов измерения частоты гармонических сигналов.

9.3 Исследование методов измерения частоты импульсных сигналов

Источником импульсного сигнала является генератор сигналов низкочастотный GAG-8010H. Напряжение на выходе генератора установить равным 1 В.

Подготовить осциллограф GOS-620FG к измерению частоты импульсного сигнала.

Произвести измерение частоты импульсного сигнала генератора низкой частоты GAG-8010H с помощью осциллографа GOS-620FG методом калиброванной шкалы, результаты измерений занесите в таблицу 4.

Подготовить к работе под руководством преподавателя и произвести аналогичные измерения импульсного сигнала генератора низкой частоты с помощью ПЭВМ в соответствии с руководством по эксплуатации блока АЦП осциллографического В-423.

Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты измерений частоты импульсного сигнала

Установлено	Измерено		Погрешность			
			абсолютная, ΔF_m		относительная, $\delta_{Fm}\%$	
	GOS-620FG, Гц	ПЭВМ В-423, Гц	GOS-620FG	ПЭВМ В-423	GOS-620FG	ПЭВМ В-423
Частота по шкале генератора (Гц)						
300	305	302				
30000	30100	30055				
950000	950130	950102				

Рассчитать погрешности измерения, приняв за действительное значение частоты значение на шкале измерительного генератора.

$$\delta = \frac{\Delta F}{F_d} 100\%,$$

где F_d – действительное значение измеряемой частоты.

В выводах дать сравнительную оценку методов измерения частоты импульсных сигналов.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

11. Контрольные вопросы

1. Приведите назначение компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.
2. Приведите возможности компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.
3. Приведите порядок применения компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.
4. Перечислите достоинства компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.
5. Перечислите недостатки компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.
6. Укажите факторы, снижающие точность измерений исследованными способами.
7. Укажите факторы, повышающие точность измерений исследованными способами.

12. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;
- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

13. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Укажите факторы, снижающие точность измерений исследованными способами.
2. Укажите факторы, повышающие точность измерений исследованными способами.

Тема 9. Общие сведения о государственной системе стандартизации. Цели и задачи стандартизации. Категории и виды стандартов Российской Федерации. Основные принципы и методы стандартизации

Организационная база сертификации

Объекты сертификации. Особенности сертификации в области защиты информации

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17-18

Оформление заявления на выдачу декларации о соответствии средства связи

1 Цель работы

1. Уяснить общие сведения о сертификации и декларации средств и услуг связи.
2. Понять основные требования Федерального закона РФ «О связи» по подтверждению соответствия средств связи и услуг связи.
3. Получить навыки оформления заявлений о регистрации и деклараций о соответствии средств связи.

Формируемые компетенции: ПК-6.

2. Подготовка к занятию

1. Изучить (повторить) теоретический материал, посвящённый данной теме.
2. Ознакомиться с программой лабораторной работы.
3. Подготовить бланк отчета о лабораторной работе.
4. Ответить на контрольные вопросы.

3. Распределение времени занятия:

Вступительная часть	5 мин
Проверка готовности студентов к занятию	10 мин

4. Программа лабораторной работы

- | | |
|--|--------|
| 1 Изучение общих сведений о сертификации и декларации средств и услуг связи. | 40 мин |
| 2 Изучение основных требований Федерального закона РФ «О связи» по подтверждению соответствия средств связи и услуг связи. | 40 мин |

3 Оформление заявления о регистрации и декларации о соответствии средства связи.	40 мин
4 Оформление отчета и защита у преподавателя	30 мин
Проверка выполнения лабораторной работы	10 мин.
Заключительная часть	5 мин.
Всего: 180 мин	

5 Правила работы в лаборатории:

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

5.1. Требования безопасности перед началом работ

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

5.2. Требования безопасности во время работы

- Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.
- Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.
- При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

5.3. Требования безопасности по окончании работы

- Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.
- Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

6 Аппаратное обеспечение:

Класс персональных ЭВМ, измерительные приборы, классная доска, проектор.

7 Программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10, программа EWB.

8 Общие сведения о сертификации и декларации средств и услуг связи

Слово «сертификация» в переводе с латинского (sertifico) означает — подтверждаю, удостоверяю. Его можно толковать также исходя из сочетания латинских слов certum — верно и facere — сделано. Сертификация — это процедура подтверждения соответствия результата производственной деятельности, товара, услуги нормативным требованиям, посредством которой третья сторона документально удостоверяет, что продукция, работа (процесс) или услуга соответствует заданным требованиям. Под «третьей стороной» в процедуре сертификации подразумевается независимая, компетентная организация, осуществляющая оценку качества продукции по отношению к участникам купли-продажи. Первой стороной принято считать изготовителя, продавца продукции, второй — покупателя, потребителя. Третья сторона (например, испытательная лаборатория) для подтверждения своей компетентности и объективности проходит процедуру аккредитации, т.е. официального признания ее возможностей осуществлять соответствующий вид контроля или испытаний.

Сертификация может быть обязательной, осуществляемой в законодательно регулируемой области экономики по стандартам безопасности труда (ГОСТ, ГОСТ Р и пр.) и добровольной, осуществляемой в нерегулируемой сфере хозяйствования, в основном по показателям качества продукции.

Обязательная сертификация применяется в качестве инструмента для защиты общества и граждан от товаров и услуг, способных нанести вред здоровью, имуществу и окружающей среде.

Добровольная сертификация составляет неотъемлемую часть современных рыночных отношений, играя роль стимула повышения конкурентоспособности товаров и услуг.

Основной функцией сертификации является защита человека, его имущества и природной среды от отрицательных последствий современного научно-технического развития, от недобросовестных производителей и продавцов, создание условий для честной конкурентной борьбы. Составными частями системы регулирования безопасности и качества товаров и услуг являются: система выдачи разрешений (лицензий) на право ведения предпринимательской деятельности, нормативы безопасности и качества, стандартизация, метрология, методы испытания изделий, процедура оценки и

подтверждения соответствия изделия, технологии или услуги требованиям нормативных документов.

Важной функцией сертификации является защита национального рынка от зарубежных недобросовестных конкурентов. Сложившиеся в течение десятилетий различия в национальных стандартах и процедурах проведения сертификации превратились в так называемые технические барьеры для международной торговли. Вместе с тем сертификация оказывает значительное влияние на расширение международного экономического сотрудничества. Также, важным термином сертификации является термин «схема сертификации». Понятие, обозначаемое этим термином, представляет собой «систему сертификации применительно к конкретной продукции, технологическому процессу или услуге, или на которые распространяются одни и те же стандарты и правила». Данная схема указывается в сертификате соответствия, который маркируется знаком соответствия.

Сертификат соответствия — это документ, выданный согласно правилам системы сертификации и указывающий, что данная продукция, технологический процесс или услуга находятся в соответствии с определенными стандартами или другими документами, устанавливающими требования к ним. Внешний вид сертификата соответствия определяется приказом Министерства связи и массовых коммуникаций (Минкомсвязь России) РФ №705 от 18.12.2017 г. «Об утверждении формы сертификата соответствия» (представлен по ссылке https://rossvyaz.ru/upload/gallery/266/19766_cbebc27f258f96b6f8973d808ff445462a9a5c3b.pdf).

Знак соответствия (знак сертификации) — охраняемый законом знак (сочетание букв, цифр, графических символов и т. п.), указывающий, что данная продукция, технологический процесс или услуга находятся в соответствии с конкретными стандартами или другими нормативными документами, устанавливающими требования к ним.

Любое оборудование связи, используемое в составе единой сети электросвязи, должно иметь либо **декларацию связи**, либо **сертификат связи**.

Сертификация средств связи требуется на оборудование, выполняющее функции коммутации и маршрутизации, радиопередающее оборудование, цифровые транспортные системы, оборудование используемое для учета объема оказанных услуг. Сертификация средств связи, как правило, требуется для оборудования, используемого провайдерами телекоммуникационных услуг.

Декларация связи требуется на оконечное (терминальное) оборудование, например такое как:

- проводные и беспроводные телефоны стандартов DECT и других радиотехнологий,
- сотовые телефоны всех стандартов GSM, WCDMA, HSDPA, CDMA,

- проводные и беспроводные модемы и компьютерные карточки (модули) расширения стандартов GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, HSDPA,
- модули беспроводных компьютерных сетей технологии BlueTooth и Wi-Fi стандартов 802.15 и 802.11a/b/g/n.

Также требуется **декларация связи на сервера телематических служб**, поддерживающие следующие интернет услуги и работающие по протоколам HTTP, HTTPS, POP, SMTP, DNS, FTP. Декларация связи на сервера регистрируется как на программно-аппаратный комплекс, включающий как аппаратную платформу, так и программное обеспечение.

Нормативные документы в области декларирования и сертификации средств связи:

- Федеральный закон "О связи", от 7 июля 2003 года N 126-ФЗ. Согласно федеральному закону "О связи", средства связи, используемые в единой сети электросвязи, подлежат обязательному подтверждению соответствия техническим требованиям связи. Подтверждение соответствия может быть как в форме **сертификации средств связи**, так и в форме **декларирования соответствия средств связи**. И сертификат связи, и декларация связи имеют равную юридическую силу.

- "Правила организации и проведения работ по обязательному подтверждению соответствия средств связи", утвержденные постановлением Правительства РФ от 13 апреля 2005 г. N 214. Документ определяет и устанавливает порядок обязательного подтверждения соответствия средств связи.

- "Об утверждении перечня средств связи, подлежащих обязательной сертификации", постановление правительства РФ от 25 июня 2009 г. N 532. Средства связи, перечисленные в постановлении, подлежат обязательной сертификации в связи, если они используются в единой сети электросвязи.

- Положение о системе сертификации средств связи для взаимоувязанной сети связи Российской Федерации утверждены приказом Минсвязи России №118 от 10.04.2001 г. Положение определяет процедуры обязательной сертификации, формы основных документов, структуру системы сертификации «Связь».

9. Основные требования Федерального закона РФ «О связи» по подтверждению соответствия средств связи и услуг связи

Подтверждение соответствия средств связи и услуг связи определяется статьей 41 Федерального закона от 07.07.2003 N 126-ФЗ (ред. от 07.04.2020) «О связи».

Подтверждение соответствия средств связи и услуг связи предусматривает следующее:

1. Для обеспечения целостности, устойчивости функционирования и безопасности единой сети электросвязи Российской Федерации является

обязательным подтверждение соответствия установленным требованиям средств связи, используемых в:

- 1) сети связи общего пользования;
- 2) технологических сетях связи и сетях связи специального назначения в случае их присоединения к сети связи общего пользования.

2. Подтверждение соответствия указанных в пункте 1 настоящей статьи средств связи техническому регламенту, принятому в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании, и требованиям, предусмотренным нормативными правовыми актами федерального органа исполнительной власти в области связи по вопросам применения средств связи, осуществляется посредством их обязательной сертификации или принятия декларации о соответствии.

Средства связи, подлежащие обязательной сертификации, предоставляются для проведения сертификации изготовителем или продавцом.

Документы о подтверждении соответствия средств связи установленным требованиям, протоколы испытаний средств связи, полученные за пределами территории Российской Федерации, признаются в соответствии с международными договорами Российской Федерации.

Изготовитель вправе принять декларацию о соответствии тех средств связи, которые не подлежат обязательной сертификации.

3. Перечень подлежащих обязательной сертификации средств связи, утверждаемый Правительством Российской Федерации, включает в себя:

- средства связи, выполняющие функции систем коммутации, цифровых транспортных систем, систем управления и мониторинга, а также средства связи с измерительными функциями, учитывающие объем оказанных услуг связи операторами связи в сетях связи общего пользования;
- окончное оборудование, которое может привести к нарушению функционирования сети связи общего пользования;
- средства связи технологических сетей связи и сетей связи специального назначения в части их присоединения к сетям связи общего пользования;
- радиоэлектронные средства связи;
- оборудование средств связи, в том числе программное обеспечение, обеспечивающее выполнение установленных действий при проведении оперативно-розыскных мероприятий.

При модификации программного обеспечения, являющегося частью средства связи, изготовитель в установленном порядке может принять декларацию о соответствии данного средства связи требованиям ранее выданного сертификата соответствия или принятой декларации о соответствии.

4. Сертификация услуг связи и системы управления качеством услуг связи проводится на добровольной основе.

5. Правительством Российской Федерации определяется порядок организации и проведения работ по обязательному подтверждению соответствия средств связи, утверждаются правила проведения сертификации. Аккредитация органов по сертификации, испытательных лабораторий (центров), проводящих сертификационные испытания средств связи, осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

Контроль за соблюдением держателями сертификатов и декларантами обязательств по обеспечению соответствия поставляемых средств связи сертификационным требованиям и условиям и регистрация принятых изготовителями деклараций о соответствии возлагаются на федеральный орган исполнительной власти в области связи.

На федеральный орган исполнительной власти в области связи возлагается также организация системы сертификации в области связи, включающей в себя органы по сертификации, испытательные лаборатории (центры) независимо от организационно-правовых форм и форм собственности.

6. За регистрацию декларации о соответствии взимается государственная пошлина в соответствии с законодательством Российской Федерации о налогах и сборах.

7. Держатель сертификата соответствия или декларант обязан обеспечить соответствие средства связи, системы управления качеством средства связи, услуги связи, системы управления качеством услуги связи требованиям нормативных документов, на соответствие которым была проведена сертификация или принята декларация.

8. При обнаружении несоответствия эксплуатируемого средства связи, имеющего сертификат соответствия или декларацию о соответствии, установленным требованиям держатель сертификата или декларант обязан устранить выявленное несоответствие за свой счет. Срок устранения выявленного несоответствия устанавливается федеральным органом исполнительной власти в области связи.

Таким образом, сертификация средств связи, или декларирование соответствия средств связи, требуется только в том случае, когда оборудование связи подключено к единой сети электросвязи. Если оборудование связи не имеет выхода на единую сеть электросвязи, то ни декларирование связи, ни сертификация средств связи не требуются. Общая процедура определения путей сертификации или декларирования средств связи представлена на рисунке 1.

Следует иметь в виду, что если имеется возможность предоставить протоколы зарубежных испытаний на сертифицируемое или декларируемое в связи оборудование, и объем испытаний в протоколах будет достаточным для оценки соответствия оборудования требованиям Минкомсвязи России, то декларирование или сертификацию средств связи можно провести с учетом

признания этих данных, значительно сократив объем необходимых испытаний и финансовые затраты на их проведение.

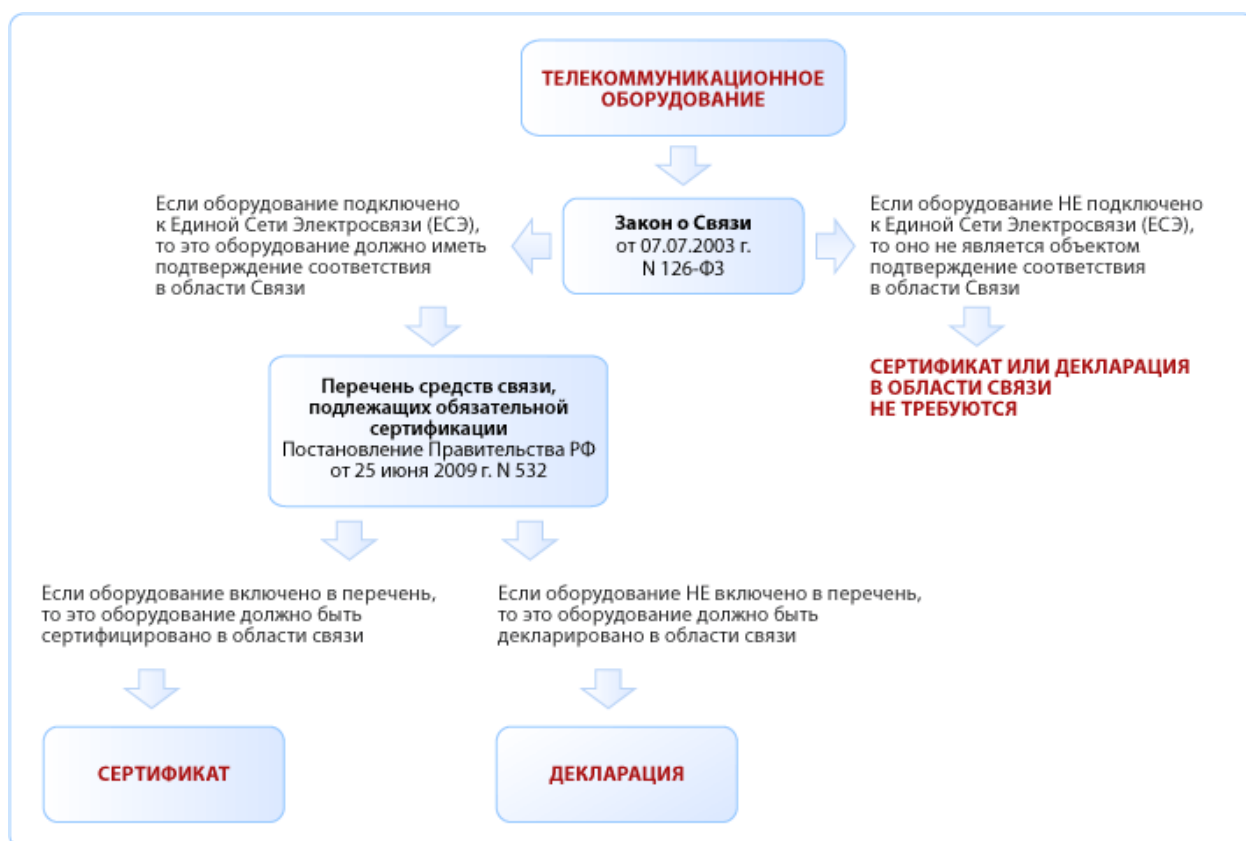


Рисунок 1 - Общая процедура определения путей сертификации или декларирования средств связи

10. Оформление заявлений о регистрации и деклараций о соответствии средств связи

Оформление заявления о регистрации деклараций о соответствии осуществляется в соответствии с Административным регламентом Федерального агентства связи по предоставлению государственной услуги по регистрации деклараций о соответствии средств связи (утвержден приказом Минкомсвязи России от 01.12.2011 № 331) и приказом Минкомсвязи России от 29.07.2015 № 288 «Об утверждении формы декларации о соответствии средств связи».

При оформлении заявления рекомендовано руководствоваться рекомендациями, представленными ниже.

Процедура деклараций о соответствии средств связи включает в себя составление заявления и заполнение декларации о соответствии средств связи. Они осуществляются следующим образом:

10.1 Заявление оформляется на бланке организации (при наличии)

Рекомендуемая форма заявления:

Федеральное агентство связи

Николаянский пер., д.3а, стр.2,
Москва, 109289

исх. № _____ от _____

В заявлении, направляемом по почте, в обязательном порядке указывается наименование государственного органа – Федеральное агентство связи, либо фамилия, имя, отчество соответствующего должностного лица и его должность (Шердин Р.В. – заместитель руководителя Россвязи, Мушкарин А.А. – начальник Управления государственных услуг в сфере связи Россвязи).

Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель

(полное и сокращенное наименование организации – для юридического лица; фамилия, имя, отчество (при наличии) – для индивидуального предпринимателя)

просит зарегистрировать в реестре деклараций о соответствии средств связи следующие декларации о соответствии _____

•
(тип, модель, марка средства связи)

При необходимости направления зарегистрированной декларации по почте добавляется следующая фраза:

Ответ и зарегистрированную декларацию о соответствии средства связи прошу направить почтовым отправлением по адресу

(полный почтовый адрес)

Приложение: 1. Декларация о соответствии – 2 экз.

2. Заверенная копия Устава или выписки из него (или копия другого документа, подтверждающего полномочия лица, подписавшего декларацию, например, доверенность, приказ, решение собрания акционеров и др.) – 1 экз.

Примечание. Документ прилагается один раз при первой подаче декларации в Россвязь на регистрацию и после любых изменений в нем, но не реже одного раза в год. Документ должен быть действующим.

3. Копия протокола испытаний аккредитованной испытательной лаборатории (на каждое средство связи) – 1 экз.

4. Протокол собственных испытаний – (на каждое средство связи) – 1 экз.

5. Копия платежного поручения с отметкой банка – 1 экз.

Уполномоченное лицо _____ Фамилия _____ (полное наименование) организации	_____ И.О. (подпись)
или	
Индивидуальный предприниматель Фамилия _____ М.П. (для организации) (при наличии)	_____ И.О. (подпись)

10.2 Декларация о соответствии средств связи заполняется по форме

Форма декларации о соответствии средств связи заполняется машинописным текстом на листах формата А4. Шрифт не менее 12 pt.

1. Заявитель

(наименование ЮЛ или фамилия, имя, отчество (при наличии))

индивидуального предпринимателя, принявших декларацию о соответствии

Если Заявитель не является изготовителем средства связи, необходимо указывать реквизиты договора с изготовителем средства связи (номер, дату заключения договора, наименование организации-изготовителя, с кем заключен договор) в части обеспечения соответствия поставляемой продукции обязательным требованиям).

(адрес места нахождения (жительства) заявителя)

(для юридического лица указывается адрес места нахождения;
для индивидуального предпринимателя - адрес места жительства)

(телефон, факс, адрес электронной почты)

(сведения о регистрации организации или индивидуального предпринимателя
(наименование регистрирующего органа, дата регистрации, регистрационный
номер, идентификационный номер налогоплательщика (ИНН))

В

лице _____

,
(должность, фамилия, имя, отчество (при наличии) представителя организации, от лица
которой принимается декларация о соответствии средств связи)

действующего на
основании _____

,
(наименование и реквизиты документа, дающего право подписывать декларацию
о соответствии средств связи (заверенная в установленном законодательством
Российской Федерации порядке, копия документа прилагается)

Документ прилагается один раз при первой подаче декларации в Россвязь на
регистрацию и после любых изменений в нем, но не реже одного раза в год. Документ
должен быть действующим.

Документом, дающим право подписывать декларацию может быть Устав,
доверенность, приказ, решение собрания акционеров и др. Достаточно предоставить
выписку из Устава, которая должна содержать сведения о полномочиях единоличного
исполнительного органа юридического лица и сведения о наличии печати.

Заверение копии Устава или выписки из него может осуществить сам заявитель,
орган ФНС России или нотариус. Заверение копии доверенности или приказа может
осуществить сам заявитель или нотариус. Подпись заявителя заверяется печатью (при ее
наличии).

заявляет,

что _____

(наименование, тип, марка средства связи, номер технических условий или
иной документ изготовителя на русском языке, в соответствии с которым
осуществляется производство средства связи)

*При указании наименования, типа, марки средства связи, указывается номер
технических условий или иной документ изготовителя на русском языке (например,
спецификация, или стандарт предприятия), в соответствии с которым осуществляется
производство средства связи, а также адрес места нахождения (жительства) изготовителя
средства связи.*

(адрес места нахождения (жительства) изготовителя средства связи)

соответствует требованиям

(наименование и реквизиты нормативного правового

акта, содержащего требования, соответствие которым подтверждено данной декларацией, с
указанием при необходимости пунктов, содержащих требования для данного средства связи)

и не окажет дестабилизирующее воздействие на целостность, устойчивость функционирования
и безопасность единой сети электросвязи Российской Федерации.

2. Назначение описание	и	техническое
(техническое описание средства связи,		
на которое распространяется декларация о соответствии средств связи)		
<u>Техническое описание средства связи должно содержать:</u> <u>1) версию программного обеспечения (далее – ПО);</u> <u>Указываются версии всех видов прикладного ПО, включая наименование и версию ПО предустановленных программ (список).</u> <u>Пример списка:</u> <u>а) Операционная система Android 5.0</u> <u>б) Instagram, версия: 3.0</u> <u>в) Monect Portable: 1.0</u> <u>2) комплектность;</u> <u>3) условия применения в сети связи общего пользования Российской Федерации в соответствии с нормативными правовыми актами, устанавливающими правила применения средств связи;</u> <u>4) выполняемые функции;</u> <u>5) емкость коммутационного поля для средств связи, выполняющих функции систем коммутации;</u> <u>б) схемы подключения к сети связи общего пользования с указанием реализуемых интерфейсов, протоколов сигнализации;</u> <u>7) электрические (оптические) характеристики (указываются в явном виде);</u> <u>характеристики радиоизлучения (для радиоэлектронных средств связи) (указываются в явном виде);</u> <u>8) реализуемые интерфейсы, стандарты;</u> <u>9) условия эксплуатации, включая климатические и механические требования, способы размещения, типы электропитания;</u> <u>10) сведения о наличии или отсутствии встроенных средств криптографии (шифрования) с указанием № документа на ввоз шифровальных (криптографических) средств, выданное органом государственной безопасности государства-члена Евразийского экономического союза, или сведения о зарегистрированной нотификации (номер, дата);</u> <u>11) сведения о наличии или отсутствии встроенных приемников глобальных спутниковых навигационных систем.</u> <u>Указывается вид навигационной системы, например, GPS или ГЛОНАСС/GPS.</u>		
3. Декларация о соответствии средств связи принята на основании		
(сведения о проведенных исследованиях (испытаниях) и об измерениях, а также документах,		
послуживших основанием для подтверждения соответствия средств связи установленным требованиям)		
<u>Сведения о проведенных исследованиях (испытаниях) и об измерениях должны содержать: номер и дату протокола собственных испытаний, наименование аккредитованной испытательной лаборатории (центра), которая проводила испытания; реквизиты аттестата аккредитации испытательной лаборатории (центра) (номер, дата выдачи, срок действия, наименование органа, выдавшего аттестат аккредитации); реквизиты протокола</u>		

испытаний: номер и дата протокола испытаний, наименование, модель и версия ПО испытанного средства связи.

Прилагаются: протокол собственных испытаний – оригинал; копия протокола испытаний аккредитованной испытательной лаборатории, заверенная подписью ее руководителя и печатью (при наличии).

4. Декларация о соответствии средств связи составлена на _____ листах.

Каждый лист декларации о соответствии средств связи на лицевой стороне визируется представителем организации или индивидуальным предпринимателем, подавшим указанную декларацию.

Количество листов не ограничено. В случае, если декларация о соответствии средств связи составлена на двух и более листах, необходимо нумеровать страницы и прошивать каждый экземпляр указанной декларации.

Каждый прошитый экземпляр декларации должен быть подписан заявителем и заверен печатью (при наличии) заявителя в месте прошивки.

5. Дата принятия декларации о соответствии средств связи _____
(число, месяц, год)

Декларация о соответствии средств связи действительна до _____
(число, месяц, год)

(подпись представителя организации или индивидуального предпринимателя, подавшего декларацию) (И.О. Фамилия)

М.П.

(при наличии)

6. Сведения о регистрации декларации о соответствии средств связи в Федеральном агентстве связи

(подпись уполномоченного представителя Федерального агентства связи) (И.О. Фамилия)

М.П.

10.3 Практическое исследовательское задание по оформлению заявления и заполнению декларации о соответствии средств связи

Задание подразумевает выбор исходных данных, оформление заявления и заполнение декларации о соответствии средств связи.

Выбор исходных данных каждый студент осуществляет самостоятельно. В качестве средства связи, подлежащего декларированию студент выбирает смартфон, мобильный телефон, роутер или иное доступное для описания телекоммуникационное оборудование. Также для упрощения процедуры будем считать, что заявления подается от индивидуального предпринимателя, в качестве которого выступает сам студент со своими реквизитами (ИНН, адрес, и пр.).

Задавшись исходными данными, студент составляет с учетом выше изложенных методических рекомендаций заявление и декларацию о соответствии выбранного средства связи.

Выполненные задания студент представляет в отчете о лабораторной работе.

В выводах отразить степень достижения целей занятия.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме.

Основная: 1-3

Дополнительная: 1-2

12. Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды сертификации и дайте им краткую характеристику.
2. Охарактеризуйте сертификацию и декларирование средств связи и условия их осуществления.
3. Охарактеризуйте основные нормативные документы в области декларирования и сертификации средств связи.
4. Что включается в Перечень подлежащих обязательной сертификации средств связи, утверждаемый Правительством Российской Федерации?
5. Охарактеризуйте порядок заполнения основных разделов сертификата соответствия средств связи.

13. Содержание отчета о лабораторной работе

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме, либо в форме электронного документа. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления квалификационных работ и должен содержать:

- титульный лист;

- введение;
- основную часть;
- заключение.

Титульный лист содержит наименование вуза, наименование специальности, наименование дисциплины, наименование работы, ФИО студента, дату выполнения работы, дату защиты работы, оценку.

Во введении указывается цель работы и основные пункты задания.

В основной части приводится ход выполнения работы, расчеты, графики. При необходимости могут быть приведены основные теоретические сведения.

В заключении указываются выводы по работе, производится теоретическое обоснование полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

14. Задание на самостоятельную работу.

Подготовить ответы на вопросы:

1. Основные этапы сертификации средств связи.
2. Основные этапы декларирования средств связи.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»
Факультет математики и компьютерных наук им. Профессора Н.И.Червякова

КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Дисциплина: Метрология, стандартизация и сертификация

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №17-18

на тему: «**ОФОРМЛЕНИЕ ЗАЯВЛЕНИЯ НА ВЫДАЧУ ДЕКЛАРАЦИИ
О СООТВЕТСТВИИ СРЕДСТВА СВЯЗИ**»

Выполнил: студент 3 курса
направления подготовки «Информационная безопасность»

Иванов Иван Иванович

Проверил: профессор кафедры ОТЗИ

Жук Александр Павлович

Работа защищена с оценкой: _____

Ставрополь, 2026

Цели работы:

1
2
3

Программа работы

1
2
3

Ход работы**1. Теоретическая часть**

Описать основные теоретические положения по теме работы.

В ходе изучения установлено (описать пошагово все проделанные действия со скриншотами основных теоретических положений и выводами).

2. Исследовательская часть

В ходе исследования проделаны следующие действия.....
(описать пошагово все проделанные действия со скриншотами результатов).
Приводятся таблицы (графики) по результатам исследований. По результатам исследований формулируются выводы.

В заключении указываются итоги работы, производится обобщение полученных результатов и приводятся ответы на контрольные вопросы.

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке в форме беседы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов направления подготовки
10.03.01 «Информационная безопасность»
Направленность (профиль):
«Организация и технологии защиты информации (по отрасли или в сфере
профессиональной деятельности)»

Ставрополь
2026

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является формирование у бакалавра теоретических знаний и практических навыков по применению знаний в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации средств измерений в экспериментально-исследовательской и проектной деятельности, приобретение профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки по направлению подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность», а также приобретение теоретических знаний и практических навыков по основным измерительным приборам, используемым в профессиональной деятельности, а также порядку их использования и оценки точности измерений.

Задачами дисциплины являются:

1. Ознакомление с базовыми понятиями в области метрологического обеспечения будущей специальности;
2. Получение практических навыков проведения измерений измерительными приборами и оценки их точности.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основными видами учебной работы по достижению результатов освоения дисциплины являются лекции, лабораторные работы, практические занятия и самостоятельная работа студентов.

На лекциях раскрываются основные положения и понятия курса, формируются знания в области систем и сетей передачи информации. На лабораторных работах формируются умения и навыки, необходимые для решения задач профессиональной деятельности. На практических занятиях приобретаются практические навыки решения задач в рассматриваемой предметной области.

Приступая к изучению учебной дисциплины, необходимо ознакомиться с учебной программой, получить в библиотеке рекомендованные учебные пособия, а также получить у ведущего преподавателя в электронном виде конспекты лекций, методические рекомендации по лабораторным работам и практическим занятиям, тестовые задания, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и выполнения практических заданий.

Для изучения дисциплины предлагается список основной и дополнительной литературы. Основная литература предназначена для

обязательного изучения, дополнительная – поможет более глубоко освоить отдельные вопросы, подготовить исследовательские задания и выполнить задания для самостоятельной работы.

В ходе лекционных занятий студент обязан осуществлять конспектирование учебного материала, особое внимание обращая на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных физических явлений, процессов, эффектов, происходящих в системах и сетях передачи информации. В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых следует делать пометки из рекомендованной литературы, дополнять материал прослушанной лекции, формулировать научные выводы и практические рекомендации. Студент имеет право задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Самостоятельная работа студентов над материалом учебной дисциплины является неотъемлемой частью учебного процесса и должна предполагать углубление знания учебного материала, излагаемого на аудиторных занятиях, и приобретение дополнительных знаний по отдельным вопросам самостоятельно.

Основными видами самостоятельной работы курсантов по учебной дисциплине являются:

- самостоятельное изучение учебного материала по заданным темам;
- практическая подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по выполненной лабораторной работе и подготовка к защите отчета.

Основными методами самостоятельной работы студентов являются:

1) для овладения знаниями:

- чтение текста (конспекта лекций, учебника, дополнительной литературы) и конспектирование текста;
- работа с нормативными документами;
- поиск информации в Интернет;

2) для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);
- повторная работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы, видеослайдами);
- составление плана и тезисов ответа или графическое изображение структуры ответа;

– составление таблиц для систематизации учебного материала;

– изучение нормативных материалов;

– ответы на контрольные вопросы;

– тестирование в программе компьютерного тестирования «Iren»;

3) для формирования умений:

– практическая подготовка к лабораторным работам;

– решение задач и практических заданий репродуктивного уровня по имеющемуся образцу;

- решение задач и практических заданий базового уровня;
- решение задач и практических заданий повышенного уровня;
- моделирование физических явлений, процессов и явлений;
- проведение исследований с помощью разработанных моделей;
- подготовка отчетов по лабораторным работам;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

В случае пропуска учебного занятия студент может воспользоваться содержанием различных блоков учебно-методического комплекса (лекции, лабораторные работы, практические занятия, контрольные вопросы и тесты) для самоподготовки и освоения темы. Для самоконтроля необходимо использовать вопросы и задания, предлагаемые к лабораторным работам, а также варианты тестовых заданий.

При работе с тестовой системой «Iren» необходимо внимательно прочитать инструкцию, обратить внимание на время тестирования. На вопросы можно отвечать в любой последовательности, возвращаясь к вопросам, вызвавшим затруднение. Результаты теста будут выведены на экран после нажатия кнопки «Завершить тестирование». После прохождения пробного теста необходимо вернуться к разделам и темам, процент выполнения заданий в которых был недостаточным.

2. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых копетенций, индикаторов	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр						
ИД-1 ПК-6 ИД-2 ПК-6	Подготовка к лабораторной работе	Отчёты к лабораторным работам	Собеседование	4.00	2.00	6.00
ИД-1 ПК-6 ИД-2 ПК-6	Подготовка к лекции	Конспект лекций	Собеседование	4.00	2.00	6.00
ИД-1 ПК-6 ИД-2 ПК-6	Подготовка к экзамену	Экзамен	Вопросы к экзамену	4.00	2.00	6.00
Итого за 5 семестр				12.00	6.00	18.00
Итого				12.00	6.00	18.00

1. Порядок выполнения самостоятельной работы

3.1 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» предполагает овладение материалами лекций, учебников, программы, творческую работу студентов в ходе проведения практических занятий, а также систематическое выполнение заданий для самостоятельной работы.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала,

которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к практическим занятиям.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Выполнение практических занятий по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

На первом занятии получите у преподавателя задания по курсу, планы подготовки к практическим занятиям. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед практическими занятиями изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с опытом других исследователей в этом направлении.

Целью практических занятий является:

- закрепление методов приложения теории к решению практических задач анализа и синтеза психологического знания;
- проверка уровня понимания студентами вопросов, рассмотренных на лекциях и по учебной литературе, степени и качества усвоения материала;
- обучение навыкам освоения методики эксперимента и работы с нормативно-справочной литературой;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

3.2 Методические рекомендации по конспектированию первоисточников

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материала, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Конспектирование – процесс мысленной переработки и письменной фиксации информации, в виде краткого изложения основного содержания, смысла какого-либо текста.

Результат конспектирования – запись, позволяющая конспектирующему немедленно или через некоторый срок с нужной полнотой восстановить полученную информацию. Конспект в переводе с латыни означает «обзор». По существу его и составлять надо как обзор, содержащий основные мысли текста без подробностей и второстепенных деталей. Конспект носит индивидуализированный характер: он рассчитан на самого автора и поэтому может оказаться малопонятным для других.

Для того чтобы осуществлять этот вид работы, в каждом конкретном случае необходимо грамотно решить следующие задачи:

1. Сориентироваться в общей композиции текста (уметь определить вступление, основную часть, заключение).
2. Увидеть логико-смысловую канву сообщения, понять систему изложения автором информации в целом, а также ход развития каждой отдельной мысли.
3. Выявить «ключевые» мысли, т. е. основные смысловые вехи, на которые «нанизано» все содержание текста.
4. Определить детализирующую информацию.
5. Лаконично сформулировать основную информацию, не перенося на письмо все целиком и дословно.

Во всяком научном тексте содержится информация 2-х видов: основная и вспомогательная. Основной является информация, имеющая наиболее существенное значение для раскрытия содержания темы или вопроса. К ней относятся: определения научных понятий, формулировки законов, теоретических принципов и т. д. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю лучше усвоить предлагаемый материал. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Основную – записываем как можно полнее, вспомогательную, как правило, опускаем. Содержание конспектирования составляет переработка основной информации в целях ее обобщения и сокращения. Обобщить – значит представить ее в более общей, схематической форме, в виде тезисов, выводов, отдельных заголовков, изложения основных результатов и т. п. Читая, мы интуитивно используем некоторые слова и фразы в качестве опорных. Такие опорные слова и фразы называются ключевыми. Ключевые слова и фразы несут основную смысловую и эмоциональную нагрузку содержания текста.

Выбор ключевых слов – это первый этап смыслового свертывания, смыслового сжатия материала.

Важными требованиями к конспекту являются наглядность и обозримость записей и такое их расположение, которое давало бы возможность уяснить логические связи и иерархию понятий.

По форме конспекты подразделяются на формализованные и графические.

1. Формализованные (все записи вносятся в заранее подготовленные таблицы).

Это удобно, во-первых, при конспектировании материалов, когда перечень характеристик описываемых предметов или явлений более или менее постоянен, во-вторых, при подготовке единого конспекта по нескольким источникам. Особенно если есть необходимость сравнения отдельных данных. Разновидностью формализованного конспекта является запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, обеспечивающие исчерпывающие характеристики однотипных предметов или явлений.

2. Графические (элементы конспектируемой работы располагаются в таком виде, при котором видна иерархия понятий и взаимосвязь между ними).

По каждой работе может быть не один, а несколько графических конспектов, отображающих книгу в целом и отдельные ее части. Ведение графического конспекта -

наиболее совершенный способ изображения внутренней структуры книги, а сам этот процесс помогает усвоению ее содержания.

Можно выделить следующие основные **типы конспектов: плановый, текстуальный, сводный, тематический.**

Плановый – легко получить с помощью предварительно сделанного плана произведения, каждому вопросу плана отвечает определенная часть конспекта:

а) вопросно-ответный (на пункты плана, выраженные в вопросительной форме, конспект дает точные ответы);

б) схематичный плановый конспект (отражает логическую структуру и взаимосвязь отдельных положений).

Текстуальный – это конспект, созданный в основном из цитат.

Сводный конспект – сочетает выписки, цитаты, иногда тезисы; часть его текста может быть снабжена планом.

Тематический – дает более или менее исчерпывающий ответ (в зависимости из числа привлеченных источников и другого материала, например, своих же записей) на поставленный вопрос – тему: обзорный; хронологический.

Роль конспекта – чисто учебная: он помогает зафиксировать основные понятия и положения первичного текста и в нужный момент их воспроизвести, например, при написании реферата или подготовке к экзамену.

Способы конспектирования.

- **Тезисы** – это кратко сформулированные основные мысли, положения изучаемого материала. Тезисы лаконично выражают суть читаемого, дают возможность раскрыть содержание. Приступая к освоению записи в виде тезисов, полезно в самом тексте отмечать места, наиболее четко формулирующие основную мысль, которую автор доказывает (если, конечно, это не библиотечная книга). Часто такой отбор облегчается шрифтовым выделением, сделанным в самом тексте.

- **Линейно-последовательная запись текста.** При конспектировании линейно – последовательным способом целесообразно использование плакатно-оформительских средств, которые включают в себя следующие:

- сдвиг текста конспекта по горизонтали, по вертикали;
- выделение жирным (или другим) шрифтом особо значимых слов;
- использование различных цветов;
- подчеркивание;
- заключение в рамку главной информации.

- **Способ «вопросов – ответов».** Он заключается в том, что, поделив страницу тетради пополам вертикальной чертой, конспектирующий в левой части страницы самостоятельно формулирует вопросы или проблемы, затронутые в данном тексте, а в правой части дает ответы на них.

Одна из модификаций способа «вопросов – ответов» - таблица, где место вопроса занимает формулировка проблемы, поднятой автором (лектором), а место ответа – решение данной проблемы. Иногда в таблице могут появиться и дополнительные графы: например, «мое мнение» и т. п.

- **Схема с фрагментами** – способ конспектирования, позволяющий ярче выявить структуру текста, - при этом фрагменты текста (опорные слова, словосочетания, пояснения всякого рода) в сочетании с графикой помогают созданию рационально - лаконичного конспекта.

- **Простая схема** – способ конспектирования, близкий к схеме с фрагментами, объяснений к которой конспектирующий не пишет, но должен уметь давать их устно. Этот способ требует высокой квалификации конспектирующего. В противном случае такой конспект нельзя будет использовать.

- **Параллельный способ** конспектирования. Конспект оформляется на двух листах параллельно или один лист делится вертикальной чертой пополам и записи делаются в правой и в левой части листа.

Однако лучше использовать разные способы конспектирования для записи одного и того же материала.

Комбинированный конспект – вершина овладения рациональным конспектированием. При этом умело используются все перечисленные способы, сочетая их в одном конспекте (один из видов конспекта свободно перетекает в другой в зависимости от конспектируемого текста, от желания и умения конспектирующего). Именно при комбинированном конспекте более всего проявляется уровень подготовки и индивидуальность студента.

Принципы составления конспекта прочитанного.

1. Записать все выходные данные источника: автор, название, год и место издания. Если текст взят из периодического издания (газеты или журнала), то записать его название, год, месяц, номер, число, место издания.

2. Выделить поля слева или справа, можно с обеих сторон. Слева на полях отмечаются страницы оригинала, структурные разделы статьи или книги (названия параграфов, подзаголовки и т. п.), формулируются основные проблемы. Справа – способы фиксации прочитанной информации.

Один из видов чтения – углубленное – предполагает глубокое усвоение прочитанного и часто сохранение информации в целях последующего обращения к ней. Эффективность такого чтения повышается, если прочитанное зафиксировано не только в памяти, но и на бумаге. Психологи утверждают, что записанное лучше и полнее усваивается, прочнее откладывается в памяти. Установлено, что если прочитать 1000 слов и затем записать 50, подытоживающих прочитанное, то коэффициент усвоения будет выше, чем, если прочитать 10000 слов, не записав ни одного. Кроме того, при записи прочитанного формируется навык свертывания информации. И, наконец, чередование чтения и записывания уменьшает усталость, повышает работоспособность и производительность умственного труда.

1. Резюмирование.

Резюме – краткий итог прочитанного, содержащий его оценку. Резюме характеризует основные выводы книги, главные итоги.

Выбор языковых средств для построения резюме-выводов подчинен основной задаче свертывания информации: минимум языковых средств – максимум информации. Это обычно одно – три четких, кратких, выразительных предложения, раскрывающих, по мнению автора, самую суть описываемого объекта.

2. Аннотация.

Аннотация – краткая обобщенная характеристика печатной работы (книги, статьи), включающая иногда и его оценку. Это наикратчайшее изложение содержания первичного документа, дающее общее представление о теме.

Основное ее назначение – дать некоторое представление о книге (статье, научной работе) с тем, чтобы рекомендовать ее определенному кругу читателей или воспользоваться своими записями при выполнении работы исследовательского, реферативного характера. Поэтому аннотации не требуется изложения содержания произведения, в ней лишь перечисляются вопросы, которые освещены в первоисточнике (содержание этих вопросов не раскрывается). Аннотация отвечает на вопрос: «О чем говорится в первичном тексте?», дает представление только о главной теме и перечне вопросов, затрагиваемых в тексте первоисточника.

Текст аннотации не стандартизирован. В научной литературе можно встретить различные требования к составлению аннотаций. Например, текст справочной аннотации может включать следующие сведения:

- тип и название аннотируемого документа (монография, диссертация, сборник, статья и т. п.)
- задачи, поставленные автором аннотируемого документа
- метод, которым пользовался автор (эксперимент, сравнительный анализ, компиляция других источников)
- принадлежность автора к определенной научной школе или направлению
- структуру аннотируемого документа
- предмет и тему произведения, основные положения и выводы автора
- характеристику вспомогательных иллюстративных материалов, дополнений, приложений, справочного аппарата, включая указатели и библиографию.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

При подготовке к лабораторной работе студенту следует:

- ознакомиться с программой лабораторной работы;
- изучить методические рекомендации к лабораторной работе, в том числе требования безопасности и необходимый теоретический материал;
- осуществить подготовку к занятию в соответствии с рекомендациями, изложенными в методической разработке, при необходимости выполнить практические задания по указанию преподавателя;
- подготовить отчет о лабораторной работе;
- проверить свой уровень подготовки с помощью вопросов и заданий для самоконтроля.

К работе в лаборатории допускаются лица, изучившие правила и меры безопасности, сдавшие зачет по ним и усвоившие порядок выполнения лабораторной работы.

Требования безопасности перед началом работ:

- ЗАПРЕЩАЕТСЯ: переодеваться, пользоваться огнем, курить, принимать пищу в лаборатории.
- Убедиться в целостности электрических розеток и разъемов. В лаборатории необходимо быть в сменной обуви.
- Включение компьютера производить только после получения допуска по выполняемой работе и разрешения преподавателя или лаборанта.

Требования безопасности во время работы:

– Выполняя лабораторную работу, студенты обязаны использовать только вычислительную технику, периферийное оборудование, соединительные кабели, измерительное оборудование и носители информации, непосредственно относящиеся к данному лабораторному занятию.

– Подключение и отключение составляющих вычислительного комплекса производить только при полном снятии напряжения со всех составляющих вычислительного комплекса.

– При обнаружении неисправностей в оборудовании немедленно отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

Требования безопасности по окончании работы:

– Докладить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.

– Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

По результатам выполнения лабораторной работы студенты оформляют и сдают на проверку отчет. Отчет по выполнению лабораторной работы должен быть сдан на проверку в письменной форме. Отчет оформляется в соответствии с общими правилами оформления рукописных работ и должен содержать: титульный лист, название, цели работы, программу работы, теоретическую часть, исследовательскую часть (результаты исследований, таблицы, графики, схемы, комментарии) и выводы.

Результаты выполненной лабораторной работы защищаются каждым студентом в индивидуальном порядке путем проверки выполнения практических заданий, указанных преподавателем.

Выполнение практических заданий при подготовке и выполнении лабораторных работ совместно с оформлением отчетов по лабораторным работам позволяет успешно овладеть умениями, необходимыми для дальнейшей учебной и профессиональной деятельности.

Практические задания, выполняемые на лабораторных работах

1. Тема №1. Структура курса. Формы проведения занятий. Основные задачи обеспечения единства и точности измерений в соответствии с законом РФ, понятие метрологического обеспечения. Погрешности измерений

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1. Охарактеризуйте источники появления погрешностей измерений
2. Дайте определение методической погрешности измерений.

Задание повышенного уровня:

1. Дайте определение доверительного интервала для истинного (действительного) значения измеряемой величины. Дайте определение границы неисключенной систематической погрешности.

2. Способы снижения систематических погрешностей измерений.

2. Тема 2. Нормируемые метрологические характеристики, источники погрешностей средств измерений. Расчет погрешностей измерений. Методы измерений электрических величин. Меры основных электрических величин

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1 Основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G.

2 Основные режимы работы измерительного прибора Ц4353.

Задания повышенного уровня:

1 Порядок проведения измерения постоянного и переменного напряжения мультиметром серии M890G.

2 Назначение и возможности измерительного прибора Ц4353.

3. Тема 3. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений. Статистическая обработка результатов измерений. Измерительные сигналы

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1. Какой документ регламентирует порядок статистической обработки группы результатов наблюдений?

2. Какие исходные данные необходимы для реализации статистической обработки результатов наблюдений?

Задания повышенного уровня:

1. Правило суммирования систематической и случайной погрешностей.

2. Правило записи результата измерения.

4. Тема 4. Принципы построения и особенности вольтметров, амперметров, комбинированных универсальных приборов, измерительных генераторов

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1. Приведите назначение и основные технические характеристики измерительного генератора GAG-810.

2. Представьте назначение органов управления измерительного генератора GAG-810.

Задания повышенного уровня:

1. Порядок расчета абсолютной и относительной погрешностей по результатам измерений измерительным генератором GAG-810.

2. Порядок расчета приведенной погрешности по результатам измерений измерительным генератором GAG-810.

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

3. Приведите назначение и основные технические характеристики электронно-счётного частотомера GFC-8010H.

4. Представьте назначение органов управления электронно-счетным частотомером GFC-8010H.

Задания повышенного уровня:

3. Порядок расчета абсолютной и относительной погрешностей по результатам измерений электронно-счетным частотомером GFC-8010H.

4. Порядок расчета приведенной погрешности по результатам измерений электронно-счетным частотомером GFC-8010H.

5. Тема 5. Средства измерений частоты сигналов, формы и параметров сигналов

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1. Приведите назначение и основные технические характеристики осциллографа GOS-620FG.

2. Приведите назначение основных органов управления передней панели осциллографа GOS-620FG.

Задания повышенного уровня:

1. Порядок расчета абсолютной и относительной погрешностей по результатам измерений электронно-счетным частотомером GOS-620FG.

2. Порядок расчета приведенной погрешности по результатам измерений электронно-счетным частотомером GOS-620FG.

6. Тема 6. Методы измерения электрической мощности сверхвысокочастотных электрических сигналов

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задание базового уровня:

1. Дайте определение амплитудного (мгновенного, действующего, среднего, средневывпрямленного) значения напряжения. Поясните их взаимосвязь.

2. Дайте определение коэффициента амплитуды и коэффициента формы.

Задание повышенного уровня:

1. Укажите факторы, снижающие точность измерений исследованными способами.

2. Укажите факторы, повышающие точность измерений исследованными способами.

7. Тема №7. Средства анализа сигналов. Принципы построения цифровых средств измерений. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1. Укажите 3 группы, на которые подразделяются резисторы по величине их сопротивлений.

2. В чем заключаются методы определения сопротивления в данной работе? Когда они применяются?

Задания повышенного уровня:

1. Может ли быть причиной дополнительной погрешности использование в данной работе приборов различных классов (типов)?

2. На стандартных резисторах обычно указывается относительная погрешность его номинального значения. Как можно ее проверить?

8. Тема №8. Автоматизация измерений. Информационно-измерительные системы

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1. Приведите назначение компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.

2. Приведите возможности компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.

Задания повышенного уровня:

1. Укажите факторы, снижающие точность измерений исследованными способами.

2. Укажите факторы, повышающие точность измерений исследованными способами.

9. Тема №9. Общие сведения о государственной системе стандартизации. Организационная база сертификации. Объекты сертификации. Особенности сертификации в области защиты информации

Типовые задачи (всего 4 задания):

Задания базового уровня:

1. Охарактеризуйте сертификацию и декларирование средств связи и условия их осуществления.

2. Охарактеризуйте основные нормативные документы в области декларирования и сертификации средств связи.

Задания повышенного уровня:

1. Основные этапы сертификации средств связи.
2. Основные этапы декларирования средств связи.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена, проводимого в устной форме по экзаменационным билетам.

При подготовке к экзамену следует повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем к изучению по данной дисциплине. **Особое внимание** необходимо обратить на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

К экзамену допускаются только студенты, полностью выполнившие программу изучения дисциплины, аттестованные положительно по контрольным точкам, а именно сдавшие все контрольные компьютерные тестирования и выполнившие и защитившие все лабораторные работы.

Вопросы для проверки уровня обученности на экзамене:

1. Предмет, задачи и содержание курса. Структура курса. Формы проведения занятий.
2. Классификация измерений. Физические величины и единицы. Особенности электрорадиоизмерений.
3. Основные задачи обеспечения единства и точности измерений в соответствии с законом РФ, понятие метрологического обеспечения.
4. Метрологическое обеспечение единства измерений.
5. Поверка, ревизия и экспертиза средств измерений.
6. Государственные испытания средств измерений.
7. Условия проведения измерений.
8. Нормируемые метрологические характеристики, источники погрешностей средств измерений. Расчет погрешностей измерений.
9. Методы измерений электрических величин. Меры основных электрических величин.
10. Основные параметры токов и напряжений и особенности их измерения.
11. Общая характеристика приборов, измеряющих напряжение и силу тока.
12. Принципы построения и особенности комбинированных универсальных приборов.
13. Общие сведения о методах измерения частоты.
14. Цифровой метод измерения частоты.
15. Цифровой метод измерения интервалов времени.
16. Общие сведения об осциллографах.

17. Структура и принцип работы универсального осциллографа. Виды разверток в осциллографе.
18. Структура и принцип работы цифрового запоминающего осциллографа.
19. Структура и принцип действия цифровых люминофорных осциллографов.
20. Понятие, классификация и принципы построения измерительных генераторов.
21. Принципы построения функциональных генераторов и генераторов шума.
22. Принципы построения синтезаторов частот и измерительных источников постоянного напряжения.
23. Общие сведения об измерении электрической мощности сверхвысокочастотных электрических сигналов
24. Способы измерения мощности сверхвысокочастотных электрических сигналов.
25. Цифровые ваттметры.
26. Принципы построения цифровых средств измерений.
27. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи цифровых измерительных приборов.
28. Основы автоматизации измерений.
29. Процесс контроля состояния объекта и возможности его автоматизации.
30. Компьютерно-измерительные системы.
31. Виртуальные измерительные приборы.
32. Информационно-измерительные системы.
33. Виды и классификация информационно-измерительных систем.
34. Общие сведения о государственной системе стандартизации.
35. Цели и задачи стандартизации.
36. Категории и виды стандартов Российской Федерации.
37. Основные вопросы стандартизации в радиоэлектронике и в области защиты информации.
38. Организационная база сертификации.
39. Общие сведения о государственной системе сертификации
40. Сертификация средств измерений.
41. Лицензирование деятельности в области защиты информации.
42. Сертификация средств защиты информации.
43. Общие сведения об испытаниях изделий электронной техники.
44. Классификация испытаний.
45. Электромагнитная совместимость при измерениях.
46. Основные положения квалиметрии.
47. Объективные и эвристические методы определения показателей качества продукции.
48. Система технического контроля на предприятии.

49. Понятие погрешности измерений. Опишите их примеры.
50. Модели объекта и погрешности измерений. Опишите их примеры.
51. Источники погрешности измерений. Опишите их примеры.
52. Классификация погрешностей измерений.
53. Случайные погрешности. Опишите их примеры.
54. Систематические погрешности. Опишите их примеры.
55. Назначение, характеристики, меры безопасности и порядок использования генератора низкой частоты GAG-810.
56. Основные режимы работы генератора низкой частоты GAG-810. Задайте на выходе генератора низкой частоты GAG-810 сигнал с параметрами, указанными преподавателем.
57. Назначение, характеристики, меры безопасности и порядок использования цифрового электронно-счетного частотомера GFC-8010H.
58. Основные режимы работы цифрового электронно-счетного частотомера GFC-8010H. Провести измерения частоты с помощью цифрового электронно-счетного частотомера GFC-8010H.
59. Назначение, характеристики, меры безопасности и порядок использования цифрового мультиметра серии M890G.
60. Основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G. Провести измерения напряжения постоянного, переменного гармонического и переменного импульсного токов.
61. Основные режимы работы цифрового мультиметра серии M890G. Провести измерения электрического сопротивления. Сделать выводы о точности измерений.
62. Назначение, характеристики, меры безопасности и порядок использования измерительного прибора Ц4353.
63. Основные режимы работы измерительного прибора Ц4353. Провести измерения напряжения постоянного, переменного гармонического и переменного импульсного токов.
64. Основные режимы работы измерительного прибора Ц4353. Провести измерения электрического сопротивления. Сделать выводы о точности измерений.
65. Назначение, характеристики, меры безопасности и порядок использования электронно-лучевого осциллографа GOS-620FG.
66. Основные режимы работы электронно-лучевого осциллографа GOS-620FG. Провести измерения параметров напряжения постоянного, переменного гармонического и переменного импульсного токов.
67. Основные режимы работы электронно-лучевого осциллографа GOS-620FG. Провести измерения частоты напряжения переменного гармонического и переменного импульсного токов.

68. Назначение, характеристики, меры безопасности и порядок использования компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423.

69. Основные режимы работы компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423. Провести измерения частоты напряжения переменного гармонического и переменного импульсного токов.

70. Основные режимы работы компьютерно-измерительной системы на основе блока АЦП осциллографического В-423. Провести измерения параметров напряжения постоянного, переменного гармонического и переменного импульсного токов.

71. Проведите многократное измерение частоты цифрового электронно-счетного частотомера GFC-8010H на выходе измерительного генератора. Представьте результаты измерений в виде таблицы.

72. Проведите статистическую обработку группы результатов наблюдений (измерений). Постройте гистограмму. Сделайте вывод о действительном значении измеряемой частоты.

73. Основные требования Федерального закона РФ «О связи» по подтверждению соответствия средств связи и услуг связи. Оформите заявление о регистрации и декларацию о соответствии средства связи.

7. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Леонов, О. А. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-9404-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195442>

2. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.] ; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 356 с. — ISBN 978-5-507-44065-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/208667>

Дополнительная

Лабковская, Р. Я. Метрология и электрорадиоизмерения Электронный ресурс : Учебное пособие / Р. Я. Лабковская. - Метрология и электрорадиоизмерения, 2022-10-01. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. - 142 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 2227-8397

Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие / под ред. К. К. Кима. - СПб. : Питер, 2008. - 368 с. :

ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 359-360. - Алф. указ.: с. 361-367. - ISBN 978-5-469-01090-6

Методическая литература:

- Электронный курс лекций:
- Электронные методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.
- Электронные методические рекомендации по выполнению практических занятий.
- Фонд оценочных средств по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».