МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)

Высшая школа электроники и компьютерных наук

Кафедра «Информационно-измерительная техника»

ОБРАБОТКА И ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТА КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

ОТЧЕТ

по практической работе № 3

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

Выполнил:

студент группы КЭ–314

/ А.А. Бухаров/

(подпись)

« » 2023 г.

Проверил: ст. преподаватель

кафедры ИНИТ

/ Н.В. Николайзин /

(подпись)

« » 2023 г.

**Косвенные измерения при линейной зависимости**

**1.Условие задания**

20 резисторов пяти номинальных значений соединены последовательно. Типы используемых резисторов и их количество указаны согласно **варианту 1**, приведены в таблице 1. Требуется определить номинальное значение сопротивления и погрешность его реализации для доверительной вероятности P = 0,95.

Таблица 1

Используемые резисторы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| Тип | 10RF | 22RG | 56RG | 27RK | 12RG |
| Количество | 3 | 6 | 1 | 1 | 9 |
| Номинал, Ом | 10 | 22 | 56 | 27 | 12 |
| Допуск, ±% | 1 | 2 | 2 | 10 | 2 |

**2. Ход решения**

Первым этапом работы является расчет результата косвенного измерения по формуле ниже, в которой коэффициентом *bi* является количество используемых резисторов каждого номинала:

.

Следующим этапом работы является определение среднего квадратического отклонения результата косвенного измерения по формуле

Предположим, что систематическая составляющая погрешности имеет равномерное распределение, тогда СКО *i*-го номинала резистора можно определить по формуле

Известно, что абсолютная погрешность

Тогда для сопротивления номиналом 100 Ом и допуском отклонения номинального значения ±2% предел допускаемой абсолютной погрешности будет равен:

Поскольку θ1 = ∆1, то предел допускаемой погрешности сопротивления номиналом 100 Ом и допуском отклонения от номинального значения ±10% будет равен

.

Отсюда по формуле СКО будет равно

Пределы допускаемых систематических погрешностей и СКО всех резисторов соберем в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| , Ом | 0.100 | 0.440 | 1.120 | 2.700 | 0.240 |
| , Ом | 0.058 | 0.254 | 0.647 | 1.559 | 0.139 |

СКО составного резистора из выражения:

Ом

Далее нужно рассчитать доверительную границу случайно составляющей погрешности косвенного измерения согласно формуле:

Для этого для начала нужно рассчитать число степеней свободы *fэф* по формуле:

Поскольку в таблице Г.1 методического пособия такого значения нет, выбираем ближайшее большее значение к рассчитанному, т.е. принимаем *f* =6.

Тогда значение коэффициента Стьюдента *tq* будет равно:

t(5;0,95) = 2.571.

Доверительные границы случайной погрешности результата косвенного измерения сопротивления по формуле будут равны:

.

Доверительные границы НСП результата косвенного измерения *θ(P)* по формуле будут равны:

Следующим этапом работы является оценка значимости составляющих погрешностей измерения. Для этого найдем отношение:

Рассчитанное значение попадает в диапазон от 0,8 до 8:

Поэтому доверительная граница погрешности результата косвенного измерения ∆P определяется по формуле:

Значение коэффициента K по таблице 6 методического пособия для отношения и доверительной вероятности 0,95 будет равно

В результате:

Окончательно, результат косвенного измерения составного сопротивления, полученный при последовательном сопротивлении заданных резисторов с учетом правил округления:

[ ± ] кОм, P = 0,95

**Косвенные измерения при нелинейной зависимости**

1. **Условие задания**

Для определения мощности, рассеиваемой на резисторе с маркировкой 1R2F, были проведены многократные измерения вольтметром классом точности γ = 0,1 с пределом измерения *Un* = 10 B и внутренним сопротивлением *Rv* = 1 кОм. Известно, что дополнительные погрешности показаний средства измерения из–за влияния магнитного поля и температуры не превышают соответственно *δмп*= ±0.1 % и *δT*= ±0.15 % допускаемой предельной погрешности. Требуется оценить рассеиваемую на резисторе мощность для доверительной вероятности P = 0,95. Поясняющая схема представлена на рисунке 1.

Таблица 3

Измеренные значения падения напряжения для варианта 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | U1, B | U2, B | U3, B | U4, B | U5, B | R |
| 1 | 1.604 | 1.577 | 1.594 | 1.617 | 1.593 | 1R2F |

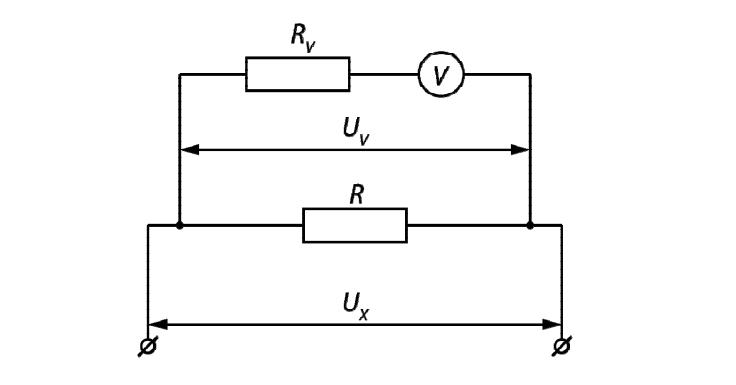


Рисунок 1 – Косвенное измерение мощности с многократным измерением падения напряжения

1. **Ход решения**

Определим номинальное значение сопротивления и его допустимое отклонение.

Для резистора с маркировкой 1R2F значение сопротивления R = 1.2 Ом, а допустимое отклонение δr = 1% или в абсолютной форме:

Следующим этапом работы является нахождение результатов измерения аргументов косвенного измерения, т.е. обработка результатов многократных прямых измерений напряжений согласно ГОСТ Р 8.736-2011.

**Проверка наличия в результатах измерений напряжения грубых погрешностей и исключение их при необходимости**

Согласно ГОСТ Р 8.736-2011 для исключения грубых погрешностей используют критерий Граббса. Исследование будет проводиться в 2 этапа: проверка гипотезы о том, что наибольший *хmax* результат измерения вызван грубыми погрешностями; проверка гипотезы о том, что наименьший *хmin*, результат измерений вызван грубыми погрешностями.

***Исследование xmax***

1. Формирование исходных данных.

Исходные данные для исследования представлены в таблице 3.

1. Формулировка нулевой (*H0*) и альтернативной (*H1*) гипотез.

Гипотеза *H0* — наибольший *xmax* результат измерения вызван грубыми погрешностями;

Гипотеза *H1* — наибольший *xmax* результат измерения не вызван грубыми погрешностями.

1. Выбор вида статистической проверки гипотезы.

Для исследования результатов измерений на наличие систематических погрешностей будет использован критерий Граббса.

1. Определение уровня значимости.

Уровень значимости *q* равен *1 - P = 1 — 0,95 = 0,05 (5%)*.

1. Вычисление фактического значения выбранного статистического критерия на основе исходных данных.

Согласно критерию Граббса критическое значение определяется по формуле .

В данном случае:

;

Тогда:

1. Нахождение в таблицах квантиля распределения.

Согласно таблице A.1 приложения А методического пособия при уровне значимости q и объеме выборки n квантиль *GT* (*q*, *п*) будет равен:

1. Проверка, выполняется ли указанное в выбранном критерии условие. Согласно критерию Граббса, наибольший *xmax* результат измерений вызван грубыми погрешностями если выполняется неравенство:

где *GT*—теоретическое значение критерия Граббса при выбранном уровне значимости *q* и числу измерений n в группе.

При подстановке значений данное неравенство принимает вид: > 1,715.

1. Формулировка вывода.

Видно, что условие не выполняется, следовательно,

отвергается нулевая и принимается альтернативная гипотеза.

Вывод:условие критерия Граббса не выполняется, следовательно, отвергается нулевая гипотеза (*H0*) и принимается альтернативная гипотеза (*H1*), согласно которой наибольший *xmax* результат измерения не вызван грубыми погрешностями.

**Исследование *xmin***

1. Формирование исходных данных.

Исходные данные для исследования представлены в таблице 3.

1. Формулировка нулевой (*H0*) и альтернативной (*H1*) гипотез.

Гипотеза *H0* — наименьший *xmin* результат измерения вызван грубыми погрешностями;

Гипотеза *H1* — наименьший *xmin* результат измерения не вызван грубыми погрешностями.

1. Выбор вида статистической проверки гипотезы.

Для исследования результатов измерений на наличие систематических погрешностей будет использован критерий Граббса.

1. Определение уровня значимости.

Уровень значимости *q* равен *1 - P = 1 — 0,95 = 0,05 (5%)*.

1. Вычисление фактического значения выбранного статистического критерия на основе исходных данных.

Согласно критерию Граббса критическое значение определяется по формуле где:

;

Тогда:

1. Нахождение в таблицах квантиля распределения.

Согласно таблице A.1 приложения А методического пособия при уровне значимости q и объеме выборки n квантиль *GT* (*q*, *п*) будет равен:

1. Проверка, выполняется ли указанное в выбранном критерии условие. Согласно критерию Граббса, наименьший *xmin* результат измерений вызван грубыми погрешностями если выполняется неравенство:

где *GT*—теоретическое значение критерия Граббса при выбранном уровне значимости *q* и числу измерений n в группе.

При подстановке значений данное неравенство принимает вид:

1. Формулировка вывода.

Видно, что условие не выполняется, следовательно,

отвергается нулевая и принимается альтернативная гипотеза.

Вывод:условие критерия Граббса не выполняется, следовательно, отвергается нулевая гипотеза (*H0*) и принимается альтернативная гипотеза (*H1*), согласно которой наименьший *xmin* результат измерения не вызван грубыми погрешностями.

Итоговый вывод:поскольку условие критерия Граббса не выполняется в обоих случаях, ни наибольший *xmax*, ни наименьший *xmin* результат измерения не вызваны грубыми погрешностями.

**Исключение известных систематических погрешностей из результатов измерений напряжения путем введения поправок**

###### Определение постоянно возрастающей или постоянно убывающей систематической погрешности

Для начала требуется провести исследование исходных данных на наличие постоянно возрастающей или постоянно убывающей систематической погрешности.

1. Формирование исходных данных.

Исходные данные для исследования представлены в таблице 3.

1. Формулировка нулевой (*H0*) и альтернативной (*H1*) гипотез.

Гипотеза *H0*— группа результатов измерений содержит постоянно возрастающую или постоянно убывающую систематическую погрешность;

Гипотеза *H1* — группа результатов измерений не содержит постоянно возрастающую или постоянно убывающую систематическую погрешность.

1. Выбор вида статистической проверки гипотезы.

Для исследования результатов измерений на наличие систематических погрешностей будет использован критерий Аббе.

1. Определение уровня значимости.

Уровень значимости *q* равен *1 - P = 1 — 0,95 = 0,05 (5%).*

1. Вычисление критического значения выбранного статистического критерия на основе исходных данных.

Согласно критерию Аббе критическое значение определяется по формуле:

где *xi – i-й* результат измерений группы;

– среднее арифметическое группы результатов измерений.

n – число измерений в группе

Поскольку было установлено, что исходные данные не содержат грубые погрешности, среднее арифметическое группы результатов измерений уже было определено и составляет:

Результаты промежуточных расчетов критерия Аббе сведены в таблицу 4.

Таблица 4

Результаты промежуточных расчетов критерия Аббе

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | , В | , В2 | , В | , В2 |
| -0.02700 | 0.00073 | 0.00700 | 0.00005 |
| 0.01700 | 0.00029 | -0.02000 | 0.00040 |
| 0.02300 | 0.00053 | -0.00300 | 0.00001 |
| -0.02400 | 0.00058 | 0.02000 | 0.00040 |
|  |  | -0.00400 | 0.00002 |
| **∑** |  | 0.00213 |  | 0.00088 |

После этого, используя данные таблицы 4, определяется критическое значение:

1. Нахождение в таблицах квантиля распределения.

Согласно таблице Б.1 приложения Б методического пособия при уровне значимости q = 0,05 и объеме выборки n = 5 квантиль *vТ*(q, п) будет равен:

1. . Проверка, выполняется ли указанное в выбранном критерии условие.

Согласно критерию Аббе, группа результатов измерений содержит постоянно возрастающую или постоянно убывающую систематическую погрешность, если выполняется неравенство:

где: – квантиль распределения, соответствующий уровню значимости *q* и числу измерений *n* в группе.

При подстановке значений данное неравенство принимает вид:

Вывод: условие не выполняется, следовательно, отвергается нулевая гипотеза (H0) и принимается альтернативная гипотеза (H1), согласно которой группа результатов измерений не содержит постоянно возрастающую или постоянно убывающую систематическую погрешность.

**Вычисление доверительных границ систематической погрешности измерения напряжения**

Поскольку при проведении измерения используется неидеальный вольтметр, то возникает методическая погрешность, которая является систематической. При подсоединении вольтметра исходное напряжение *U* изменится из-за наличия внутреннего сопротивления вольтметра *RV* и составит:

Тогда методическая погрешность, обусловленная конечным значением *RV*, в относительной форме составит

Данная методическая погрешность является постоянной систематической составляющей и должна быть учтена в результате в виде поправки

.

Поправка вносится только в результат измерений, за который принимается среднее арифметической результатов наблюдений. Данное значение было рассчитано ранее и составляет

Тогда значение поправки в абсолютной форме для напряжения 41,72 В составляет

Результат измерения с учетом поправки будет равен

Согласно ГОСТ 8.736-2011 при числе результатов измерений нормальность их распределения не проверяется.

**Вычисление среднего арифметического исправленных результатов наблюдений**

За оценку измеряемой величины принимают результат измерения после учета поправки:

## **Вычисление среднего квадратического отклонения**

Среднее квадратическое отклонение результатов измерений и смещенной оценки среднего квадратического отклонения после введения поправки определяются как:

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического находится из среднего квадратического отклонения результатов измерений:

## **Вычисление доверительных границ случайной погрешности**

Расчет доверительных границ случайной погрешности результатов измерений производится по формуле:

где: t(n – 1, P) – коэффициент Стьюдента;

– среднее квадратическое отклонение среднего арифметического.

Для нахождения коэффициента Стьюдента воспользуемся таблицей Г.1 приложения Г методического пособия.

где: *Р —* уровень доверительной вероятности, который определяется как:

Таким образом, доверительные границы случайной погрешности результата измерения

**Вычисление доверительных границ неисключенной систематической погрешности**

Для определения доверительных границ неисключительной систематической погрешности результата измерения θ нужно определить доверительные границы каждой составляющей. Коэффициент k для доверительной вероятности P = 0,95 равен 1,1.

Дополнительная погрешность из-за влияния магнитного поля не превышает 1,5 %нормирующего значения прибора и в абсолютной форме определяется как:

Дополнительная температурная погрешность не превышает 2,25 %предела допускаемой основной погрешности и определяется как:

Предел допускаемой относительной погрешности вольтметра определяется относительно предела измерения и составляет:

Тогда

Таким образом, доверительные границы HCП определяются как:

**Вычисление доверительных границ погрешности результата измерения напряжения**

Вычислим СКО результата измерения:

Границы погрешности результата измерения в этом случае вычисляют по формуле:

Таким образом, результат измерения напряжения – аргумент косвенного измерения:

**Определение результата косвенного измерения**

Первым этапом обработки нелинейных косвенных измерений является расчет результата косвенного измерения при условии, что отсутствует корреляция между погрешностями измерений аргументов и остаточным членом *R* можно пренебречь. Для упрощения расчетов предположим, что корреляция между погрешностями измерений аргументов отсутствует. Поэтому следующим этапом работы является определение возможности проведения линеаризации.

**Определение возможности линеаризации**

Остаточный член *R* определяется по формуле:

Определим частные произведенье функции мощности по аргументам первого и второго порядков:

Погрешность уже были рассчитаны и равны

Количество аргументов: *n=2*. Тогда

Теперь нужно рассчитать граничное значение для остаточного члена *R*. Для этого требуется определить CKO каждого составляющего.

CKO оценки измеряемой величины *S(Ũ)* уже было рассчитано и равно:

.

СКО *S(Ř)* определяется как:

Тогда

Таким образом, при подстановке рассчитанных значений в формулу получается:

Видно, что неравенство выполняется, следовательно, остаточным членом *R* можно пренебречь, а значит метод линеаризации допустим.

**Расчет результата косвенного измерения**

Рассеиваемая резистором мощность, определяется как:

##### **Вычисление среднего квадратического отклонения результата измерения**

Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности результата косвенного измерения при нелинейной зависимости вычисляют по формуле:

Поскольку все составляющие формулы уже были определены ранее,

CKO случайной погрешности результата косвенного измерения определяется как:

##### **Вычисление доверительных границ случайной погрешности**

Расчет доверительной границы случайной составляющей погрешности косвенного измерения осуществляется по формуле:

Для этого для начала нужно рассчитать число степеней свободы *fэф* по формуле с учетом того, что вместо коэффициентов *b1,b2,…,bn* подставляются первые производные . Поскольку в данной работе номинальное значение сопротивления было задано в условии задания, *mR =1.* Число измерений при определении напряжения равно 5, т.е. *mU* =5.

Тогда

Теперь по таблице Г.1 приложения Г методического пособия выбираем ближайшее большее значение к рассчитанному, т.е. принимаем *f=5.*

Тогда значение коэффициента Стьюдента *tq* будет равно:

Доверительные границы случайной погрешности результата косвенного измерения будут равны:

Доверительные границы HCП результата косвенного измерения *θ(Р)*) c учетом того, что вместо коэффициентов *b1,b2,…,bn* используются первые производные , будут равны:

Следующим этапом работы является оценка значимости составляющих погрешности измерений. Т.е. требуется найти отношение

Таким образом, получается, что

Поэтому доверительная граница погрешности результата косвенного измерения определяется по формуле:

Значение коэффициента K по таблице 6 методического пособия для отношения и доверительной вероятности 0,95 будет равно

Таким образом, результат косвенного измерения рассеиваемой на резисторе мощности с учетом округления будет равна:

##### **Контрольные вопросы в работе**

**1. В чем заключается суть статистической проверки гипотез?**

Статистическая проверка гипотез — это процесс анализа данных с целью делать выводы относительно характеристик популяции на основе выборки из этой популяции. Процедура включает в себя следующие основные шаги:

1. Формулировка гипотез:
   * Нулевая гипотеза (H0): Это предположение о том, что никаких значимых различий или эффектов нет. Обозначается как H0.
   * Альтернативная гипотеза (H1): Это предположение о наличии значимых различий или эффектов. Обозначается как H1.
2. Выбор уровня значимости:
   * Уровень значимости (обычно обозначается как α) представляет собой пороговое значение, ниже которого отклоняется нулевая гипотеза. Обычно используется уровень значимости 0.05.
3. Сбор данных:
   * Проводится эксперимент или собираются данные из выборки.
4. Применение статистического теста:
   * Используются статистические тесты (например, t-тест, z-тест, χ²-тест) для анализа данных и определения, насколько они поддерживают нулевую гипотезу.
5. Принятие решения:
   * Если результаты теста позволяют отклонить нулевую гипотезу, то делается вывод о наличии статистически значимых различий, подтверждающих альтернативную гипотезу.
6. Интерпретация результатов:
   * Результаты теста оцениваются с учетом контекста и практической значимости эффекта.

Суть статистической проверки гипотез заключается в том, чтобы с использованием статистических методов и данных принимать решения о том, можно ли считать полученные различия статистически значимыми или они могут быть объяснены случайными факторами.

**2. Что такое пределы допускаемых значений погрешностей средств измерений?**

Пределы допускаемых значений погрешностей средств измерений представляют собой интервал, в пределах которого значение измеряемой величины считается приемлемым или допустимым с учетом погрешности измерительного прибора. Этот интервал определяет границы допустимого отклонения результатов измерений от истинного значения величины.

Для большинства измерительных устройств устанавливаются два вида пределов допускаемых значений:

1. Предел допускаемой абсолютной погрешности:
   * Это максимальное абсолютное значение отклонения измеренного результата от истинного значения измеряемой величины, которое еще считается приемлемым. Обычно выражается в тех же единицах, что и сама измеряемая величина.
2. Предел допускаемой относительной погрешности:
   * Это максимальный процент отклонения измеренного значения от истинного значения, который допускается. Выражается в процентах.

Например, если измерительное устройство имеет предел допускаемой абсолютной погрешности ±0.1 единицы измерения для измерения температуры 20 градусов Цельсия, это означает, что результат измерения может отклоняться на значение до 0.1 градуса в любую сторону от истинного значения.

Важно соблюдать пределы допускаемых значений погрешностей при проведении измерений, так как они обеспечивают надежность и точность полученных данных, а также позволяют судить о качестве измерительных приборов.

**3. Приведите метрологические характеристики средств измерений. Дайте основные понятия и определения.**

Метрологические характеристики средств измерений представляют собой параметры и свойства, которые описывают способность измерительного устройства предоставлять точные и достоверные результаты. Важность этих характеристик заключается в обеспечении надежности и точности измерений. Ниже приведены основные метрологические характеристики:

1. Точность:
   * Определение: Точность измерения — это степень близости между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.
   * Измерение: Часто выражается как абсолютная погрешность или относительная погрешность.
2. Погрешность:
   * Определение: Погрешность измерения — это величина, которая характеризует расхождение между измеренным значением и истинным значением величины.
   * Измерение: Может быть абсолютной (в конкретных единицах измерения) или относительной (в процентах от измеряемой величины).
3. Разрешающая способность:
   * Определение: Разрешающая способность — это наименьшее изменение измеряемой величины, которое может быть обнаружено или измерено при использовании средства измерения.
   * Измерение: Обычно выражается в единицах измерения.
4. Чувствительность:
   * Определение: Чувствительность — это отклик измерительного устройства на изменение измеряемой величины.
   * Измерение: Выражается, например, в единицах измерения на единицу изменения величины.
5. Линейность:
   * Определение: Линейность измерения — это способность измерительного устройства давать результаты, пропорциональные величине измеряемой величины.
   * Измерение: Обычно проверяется путем анализа графика зависимости измеренных значений от истинных значений.
6. Устойчивость:
   * Определение: Устойчивость — это способность измерительного устройства сохранять свои метрологические характеристики в течение времени.
   * Измерение: Оценивается в ходе повторных измерений через определенные промежутки времени.
7. Интервал измерений:
   * Определение: Интервал измерений — это диапазон значений измеряемой величины, в пределах которого измерительное устройство предоставляет точные и надежные результаты.
   * Измерение: Обычно указывается в технических характеристиках прибора.
8. Воспроизводимость:
   * Определение: Воспроизводимость — это способность измерительного устройства давать схожие результаты при повторных измерениях одной и той же величины в тех же условиях.
   * Измерение: Оценивается через статистические методы.
9. Надежность:
   * Определение: Надежность — это вероятность того, что измерительное устройство будет работать без сбоев в течение определенного периода времени и в заданных условиях эксплуатации.
   * Измерение: Оценивается на основе статистических данных или технических испытаний.

Эти метрологические характеристики важны для обеспечения точности, надежности и сопоставимости результатов измерений в различных условиях и лабораториях.

**4. Что такое единица физической величины? Объясните понятие размерности.**  
Единица физической величины — это конкретная мера, которая используется для измерения определенной физической величины. Единицы измерения помогают стандартизировать и сделать измерения универсальными и сопоставимыми. Например, метр — это единица измерения длины, секунда — единица времени, килограмм — единица массы, и так далее.

Размерность — это свойство физической величины, которое характеризуется набором основных физических величин, входящих в данную величину. Каждая физическая величина может быть представлена как произведение некоторых основных величин в различных степенях.

Примеры основных физических величин (основных размерностей):

* Длина (L)
* Масса (M)
* Время (T)
* Ток (I)
* Температура (Θ)
* Количество вещества (N)
* Сила света (J)

Например, если у нас есть физическая величина "скорость" (V), её размерность будет [L]/[T], что означает, что она представляет собой отношение длины к времени. Размерность выражается в квадратных скобках и обычно записывается как [L], [M], [T], [I], [Θ], [N], [J] для соответствующих размерностей.

Единицы измерения физических величин являются конкретными числовыми значениями, которые придают определенную размерность этим величинам. Например, метр в качестве единицы измерения длины имеет размерность [L]. Таким образом, единица физической величины и её размерность тесно связаны, и их использование обеспечивает ясность и единообразие в научных измерениях.

**5. Что такое влияющая величина?**

Влияющая величина — это фактор или переменная, которая оказывает влияние на результаты измерения или эксперимента, но не является прямым объектом измерения. Эти величины могут вносить различные виды ошибок или неопределенности в результаты измерений.

В контексте метрологии и измерений важно учитывать влияющие величины для правильной интерпретации результатов и определения точности измерений. Влияющие величины могут быть разделены на несколько категорий:

1. Систематические влияющие величины (систематические ошибки): Эти величины вызывают постоянное отклонение результатов измерений от истинного значения. Например, неправильная калибровка прибора, влияние окружающей среды и т.д.
2. Случайные влияющие величины (случайные ошибки): Эти величины вызывают случайные флуктуации в результатах измерений. Они могут быть вызваны различными случайными факторами, такими как флуктуации внешней среды, электромагнитные помехи и т.д.
3. Систематические изменения влияющих величин: Это изменения в параметрах влияющих величин в течение времени или в различных условиях эксплуатации. Например, изменение температуры или влажности может влиять на характеристики измерительного прибора.
4. Неконтролируемые влияющие величины: Это факторы, которые могут влиять на результаты измерений, но их трудно или невозможно измерить или контролировать. Это могут быть, например, незамеченные систематические ошибки или факторы, которые сложно учесть в эксперименте.

Учет влияющих величин и их воздействия на результаты измерений является важной частью метрологии и обеспечивает достоверность и точность измерений. Разработка методов коррекции или компенсации влияния этих факторов способствует улучшению качества измерений.

**6. Что означают нормальные условия измерений?**

Нормальные условия измерений — это условия, при которых проводятся измерения физических величин с целью обеспечения единообразия и сопоставимости результатов. Обычно, нормальные условия включают в себя определенные стандартизированные параметры, чтобы минимизировать влияние изменений в окружающей среде.

Основные характеристики нормальных условий могут включать:

1. Температура: Нормальные условия часто предполагают стандартную температуру. В метрологии, это может быть 20 градусов Цельсия (20°C) или другая установленная температура.
2. Давление: Обычно принимается нормальное давление на уровне моря, что соответствует стандартному атмосферному давлению, равному 101325 Паскалям (1013.25 гектопаскалям) или 760 миллиметрам ртутного столба.
3. Относительная влажность: В нормальных условиях может быть установлено стандартное значение относительной влажности. Обычно это может быть 50% или другое установленное значение.
4. Состав воздуха: В нормальных условиях предполагается, что состав воздуха стандартен. Например, содержание кислорода, азота и других компонентов воздуха может приниматься как стандартное.

Такие стандартизированные нормальные условия обеспечивают возможность сравнения результатов измерений, полученных в различных местах и временах. Важно отметить, что в некоторых областях, например, в химии, могут использоваться другие нормальные условия, определенные для конкретных типов экспериментов или измерений.

**7. Приведите определение и классификацию эталонов.**

Эталон — это стандарт, с которым сравнивают другие измерения или величины. Эталоны служат основой для обеспечения единообразия и точности измерений в различных областях. Эталоны могут быть использованы для калибровки измерительных приборов или для проверки точности результатов измерений.

В настоящее время различают следующие виды эталонов:

* Первичный эталон – эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью. Первичные эталоны подразделяются на национальные (государственные), международные и специальные.
* Вторичный эталон – эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы. Вторичные эталоны подразделяются на эталоны-копии и эталоны сравнения.
* Национальный эталон – эталон, признанный официальным решением служить в качестве исходного для страны. Первичный эталон, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории Российской Федерации, называется государственным первичным эталоном. Оба термина имеют адекватное значение. Термин "национальный эталон" применяется тогда, когда хотят подчеркнуть соподчиненность государственного эталона международному.
* Международный эталон – эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами.
* Специальный эталон – эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы в особых условиях и заменяющий для этих условий первичный эталон. Единица, воспроизводимая с помощью специального эталона, по размеру должна быть согласована с единицей, воспроизводимой с помощью соответствующего первичного эталона.
* Эталон-копия – вторичный эталон, предназначенный для передачи размеров единиц рабочим эталонам. Эталон-копия не всегда является физической копией государственного эталона, он копирует лишь метрологические свойства государственного эталона.
* Эталон сравнения – вторичный эталон, применяемый для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.
* Рабочий эталон воспринимает размер единицы от вторичных эталонов и, в свою очередь, служит для передачи размера менее точному рабочему эталону (низшего разряда) или рабочим средствам измерений. Термин "рабочий эталон" заменил используемый ранее термин "образцовое средство измерений".
* Разрядный эталон – эталон, обеспечивающий передачу размера единицы физической величины через цепочку соподчиненных по разрядам рабочих эталонов. При этом от последнего рабочего эталона в этой цепочке размер единицы передается рабочему средству измерения. Число разрядов для каждого вида средств измерений устанавливается государственной поверочной схемой.
* Исходный эталон (юридического лица или индивидуального предпринимателя) - в соответствии с пунктом 2 постановления Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. N 734, исходным эталоном единицы величины является эталон единицы величины, обладающий наивысшими показателями точности среди эталонов единицы величины, который применяется в подведомственной организации федерального органа исполнительной власти, государственной корпорации, у юридического лица или индивидуального предпринимателя, и от которого передается единица величины.

**В зависимости от назначения и исполнения эталоны подразделяются следующим образом:**

* одиночный эталон, в составе которого имеется одно средство измерений (мера, измерительный прибор, эталонная установка) для воспроизведения и хранения единицы;
* групповой эталон, в состав которого входит совокупность средств измерений одного типа, номинального значения или диапазона измерений, применяемых совместно для повышения точности воспроизведения единицы или ее хранения; за результат измерений обычно принимается среднее арифметическое значение из результатов измерений однотипными средствами измерений или эталонными установками;
* эталонный набор, состоящий из совокупности средств измерений, позволяющих воспроизводить и хранить единицу в диапазоне, представляющем объединение диапазонов указанных средств; эталонные наборы создаются в тех случаях, когда необходимо охватить определенную область значений физической величины, например набор эталонных гирь;
* транспортируемый эталон, иногда специальной конструкции, предназначенный для его транспортировки к местам поверки или калибровки средств измерений или сличений эталонов данной единицы.

Совокупность всех государственных и соподчиненных им эталонов образует эталонную базу России.

**8. Что такое государственный метрологический надзор?**

Федеральный государственный метрологический надзор (ФГМН) – одна из форм государственного регулирования в области обеспечения единства измерений (ОЕИ). ФГМН – контрольно-надзорная деятельность в сфере ОЕИ, которая заключается в систематической проверке соблюдения обязательных требований законодательства РФ об ОЕИ, в применении мер за нарушения, выявленные во время надзорных действий в рамках действующих законов. Она осуществляется уполномоченными федеральными органами исполнительной власти.

**9. Дайте определение понятий «поверка» и «калибровка» и объясните, в чем разница между ними?**

* Поверка - это процесс проверки точности измерительных приборов с целью убедиться, что они соответствуют требуемым стандартам и работают правильно. В процессе поверки измерительному прибору подают известное физическое значение, и затем сравнивают результаты измерений с эталоном. Это обязательная процедура
* Калибровка - это процесс настройки точности измерительных приборов. Она может включать в себя регулировку и настройку устройства, дополнительную проверку точности и корректировку системы измерений. Калибровка может включать в себя также процедуру поверки, но это необязательно. Эта процедура добровольная и необязательная.

Ключевые отличия проверки и калибровки:

Обязательность проведения поверки для всех средств измерения, использующихся в сфере гос. регулирования обеспечения единства измерения, в то время как калибровка является добровольной процедурой.

Поверка позволяет определить находятся ли метрологические параметры в пределах допустимых норм, а калибровка определяет реальные показатели метрологических параметров в данный момент времени.

Поверка осуществляется исключительно юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями с аккредитацией в соответствующей сфере в национальной системе РФ, а калибровку могут проводить организации без аккредитации в соответствующей национальной системе РФ.

**10. Что такое поверочная схема? В чем ее предназначение? Приведите пример.**

Поверочная схема — это структурированный план или программа, определяющая порядок и методику проведения поверки измерительных приборов и средств измерений. Эта схема включает в себя информацию о необходимых эталонах, процедурах поверки, установленных критериях приемлемости результатов, а также периодичности проведения поверок.

Цели и предназначение поверочной схемы:

1. Обеспечение точности измерений: Поверочная схема разрабатывается с учетом требований точности и соответствия стандартам. Это помогает поддерживать высокую точность при измерениях.
2. Обеспечение прослеживаемости: Поверочная схема обеспечивает прослеживаемость результатов поверки до эталонов и стандартов, что является важным аспектом в метрологии.
3. Оптимизация ресурсов: Схема позволяет определить необходимые ресурсы (эталоны, персонал, время) для проведения поверок и планировать их использование с оптимальной эффективностью.
4. Соблюдение требований нормативов: Поверочные схемы часто разрабатываются с учетом требований стандартов и нормативов в области измерений и метрологии.

Пример: локальная поверочная схема для средств измерения силы постоянного электрического тока в диапазоне (1∙10-5 – 50) А

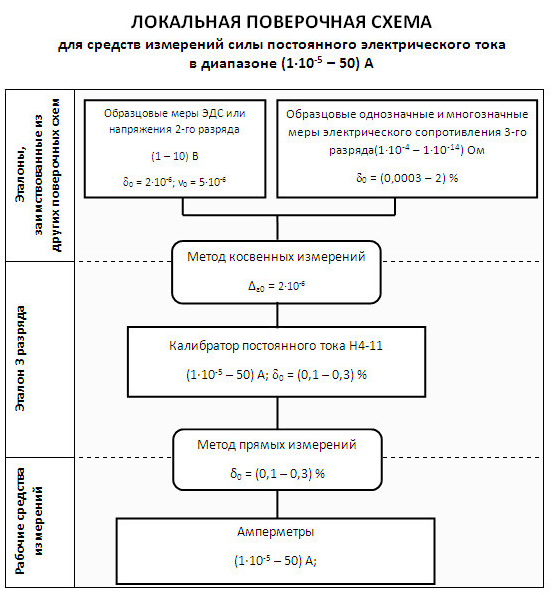


Рисунок 2 - локальная поверочная схема для средств измерения силы постоянного электрического тока в диапазоне (1∙10-5 – 50) А

На чертеже указаны:

Наименование рабочих средств измерения (амперметры) с диапазоном измеряемых величин;

Метод их поверки (метод прямых измерений), эталоны n-ного разряда (калибратор постоянного тока H4-11) с диапазоном измеряемых величин и погрешностью измерений;

Метод поверки рабочего эталона (метод косвенных измерений);

Образцовые эталоны, на базе которых происходит поверка конкретного рабочего эталона 3 разряда.

##### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2014. – 60 с.

2. Извеков, В.Н. Метрология, измерительная техника, основы стандартизации и сертификации: учебное пособие / В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров. - Томск: ТПУ, 2011. – 149 с.

3. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2013. - 24 с.

4. МИ 2091-90 ГСИ. Измерения физических величин. Общие требования. - М.: Комитет Стандартизации и Метрологии СССР, 1991. – 19 с.

5. Тартаковский, Д.Ф. Метрология, стандартизация и технический средства измерений / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. М.: Высшая школа, 2002. - 205 с.

6. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. М.: Издательство Юрайт, 2011. - 820 с.

7. Р 50.2.038-2004 ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей И неопределенности результата измерений. М.: Стандартинформ, 2011. - 11 с.

8. МИ 2083-90. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей. М.: Комитет Стандартизации и Метрологии СССР, 1991. - 11 с.

