Лабораторная работа №1

Оценка методической погрешности прямых и косвенных измерений

Результат измерений физической величины всегда отличается от истинного значения на некоторую величину, которая называется погрешностью. Классификация погрешностей производится в зависимости от источника возникновения, условий проведения измерений, характера проявления измеряемой величины во времени и способа числового выражения.

1. Погрешность метода или **методические погрешности** обуславливается несовершенством метода и приемов использования средств измерений. Например, при определении мощности источника постоянного тока по показаниям амперметра и вольтметра без учета мощности, потребляемой указанными приборами, возникает методическая погрешность.

2. Инструментальная погрешность (погрешность инструмента)

обуславливается погрешностью примененных средств измерений. Например,

погрешность из–за неточной градуировки измерительного прибора.

3. Субъективная погрешность обуславливается несовершенством Например, погрешность при измерении частоты методом биений со слуховым контролем

**Измерения и их погрешности. Оценка величины погрешности при прямых измерениях**

Целью измерений является определение числового значения какой-либо физической величины (ФВ). Результат измерения всегда является приближенным, так как установить истинное значение измеряемой величины практически невозможно. Все измерения сопровождаются погрешностями (ошибками). Между этими терминами принципиального различия нет и мы будем использовать оба.

Погрешностью измерений называют разность между измеренным (найденным на опыте) и истинным значением ФВ. Различают абсолютную погрешность Δх измерения ФВ х: Δх = хизм – хист и относительную : δ= Δх / хист. За истинное значение принимают результаты теоретических вычислений. Если нет теоретических вычислений, за истинное значение принимают результаты измерений более точными приборами. При отсутствии точных (эталонных приборов), как показывается в теории измерений, наиболее близким к хист (которое мы не знаем) является среднее арифметическое или действительное значение хд. Обычно величину δ выражают в %.

Подчеркнем, что задача измерений состоит не только в том, чтобы получить числовую оценку какой-либо величины, но и обязательно указать погрешность этой оценки, т.е. абсолютную или относительную погрешность. За меру точности измерения принимают величину, обратную δ. Следовательно, чем меньше относительная погрешность δ, тем выше точность измерений.

По характеру проявления ошибки измерений ФВ принято подразделять на три группы: систематические, случайные и промахи (грубые ошибки). Источником грубой ошибки или промаха может быть невнимательность экспериментатора, изменившиеся внезапно внешние условия (замыкание в электрической цепи или нарушение контакта) и т.д. Если установлено, что они имеют место, то соответствующие измерения надо отбросить.

Систематические ошибки сохраняют величину и знак от опыта к опыту; далее обозначаются буквой δ. Они могут быть обусловлены разными причинами, но основной вклад в величину δ вносит приборная погрешность. Она принципиально не устранима. Подчеркнем, что ошибку измерений нельзя сделать меньше той, которая определяется ошибкой прибора.

Приборная погрешность определяется из данных: а) о классе точности, б) оценки шкалы прибора и др. В зависимости от величины погрешности инструментам и приборам присваивается тот или иной класс точности, который указывается в его паспорте или на шкале прибора. Погрешность, определяемая классом точности, является максимальной (предельной) систематической погрешностью.

Приступая к измерениям, следует помнить, что прежде всего необходимо изучить шкалу измерительного прибора и узнать его погрешность.

Приборы со шкалой. Для приборов со шкалой (кроме электроизмерительных): -линеек, секундомеров и других она равна наименьшему делению шкалы прибора. У некоторых механических приборов погрешность указывается на приборе. Например, микрометр: 0,01 мм; штангенциркуль: 0,1 или 0,05мм. Несколько слов о точности линеек. Для металлических линеек с миллиметровыми нарезанными делениями, а не просто нанесенными краской, погрешность принято считать равной 0,5мм. Погрешность деревянных или пластиковых порядка 1мм, но может быть и хуже. Поэтому, необходимо шкалы этих линеек предварительно сравнить со шкалой хорошей металлической линейки (такая линейка имеет знак: ГОСТ…).

Для цифровых показывающих приборов систематическую погрешность принимают равной единице наименьшего учитываемого разряда по индикатору прибора.

Так как мы никогда не знаем, в какую сторону отклоняется измеренная величина от истинного её значения, в большую или меньшую, то результат её измерения принято представлять со знаками «±» в виде: хд= xизм ± Δхприб.

Электроизмерительные приборы. В этом случае Δхприб определяется классом точности, который характеризует предельное значение систематической ошибки.

Класс точности (γ) обозначается цифрами: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Это число означает процентную погрешность от максимального значения шкалы прибора: хмакс, т.е. 0,1%; 0,2% и т.д.

Формула для расчета: Δхприб = (γ×хмакс)/100.

Пример: вольтметр, γ=2,0, Uмакс=100 В, измеренное напряжение U=20В. Результат измерения должен быть записан так: Uд=20±2 В.

 Следует иметь в виду, что в общем случае суммарная систематическая погрешность равна:

Рассмотрим кратко другие составляющие . обусловлена субъективными особенностями производства измерений. Например, среднее время реакции человека (при нажатии кнопки секундомера) 0,3 с. К этой категории может быть отнесена также ошибка параллакса при снятии отсчета по шкале со стрелочным указателем.

 обусловлена использованием приближенной формулы или модели (например, неучетом выталкивающей силы Архимеда при взвешивании тела в воздухе).

Любое округление чисел дает систематическую погрешность. Поэтому все вычисления окончательного результата следует производить с числом значащих цифр, превышающих на единицу число значащих цифр, полученных при измерениях. Отметим, что увеличение числа измерений не уменьшает величину систематических ошибок. Однако они могут быть снижены, например, при переходе к другой методике измерений, при использовании более точных приборов и др.

Если учитываются различные виды систематических ошибок результат измерения записывают так:

хизм±

В данной работе учитывают только методическую погрешность. В этом случае результат измерения записывают так: хд= xист ± Δхмет.

1. **Прямые измерения с помощью амперметра**

1.2. Соберите схему на рис.1. Двойным щелчком на изображение амперметра можно изменить его внутреннее сопротивление. При этом условно примите значение внутреннего сопротивления амперметра RA по варианту указанному в таблице 1.



Рис.1. Схема измерения тока

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| RA, Ом | 5 | 10 | 12 | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 |

Внутреннее сопротивление идеального амперметра, работающего в режиме измерения тока, RA =1 миллиОм. При измерении таким амперметром значение тока будет равно истинному.

Запишите значение тока нагрузки истинное и измеренное реальным прибором с конечным внутренним сопротивлением в таблицу 2, изменяя величину RН от RН = RA до RН = 10RA  с равным интервалом. Вычислите абсолютную и относительную методическую погрешность измерений реальным амперметром.

Сделайте выводы: Чем обусловлена эта погрешность? Почему ее называют методической погрешностью?

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Rн |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Iн, mА |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Iист |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Абсол.погр.,А |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Относит.погр.,% |  |  |  |  |  |  |  |  |

Постройте график зависимости методической погрешности от соотношения (RA/RH):

2. **Прямые измерения с помощью вольтметра**

Схема измерения напряжения приведена на рис.2. Сопротивление идеального вольтметра примите равным 100 мегаОм.



Рис.2. Схема измерения напряжения

При этом условно примите сопротивление RН по варианту указанному в таблице 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| RН, кОм | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 |

Изменяя величину внутреннего сопротивления вольтметра RV от RV=2 кОм до RV=20 кОм, снимите показания вольтметра, занесите данные в табл. 4.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RV |  |  |  |  |  |  |  |  |
| UV, В |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  Uист |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Абсол.погр.,В |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Относит.погр.,% |  |  |  |  |  |  |  |  |

Постройте график зависимости методической погрешности от соотношения (RН/RV):

**Методическая погрешность косвенных измерений неизвестного сопротивления**

**1. Способ 1 измерения сопротивления**

Соберите схему для косвенного измерения сопротивления нагрузки RН как показано на рис.3.



Рис. 3. Измерение сопротивления косвенным методом (1 способ)

Внутреннее сопротивление реального амперметр RA =12 Ом.

Внутреннее сопротивление реального вольтметра 10 кОм.

Измерения выполните для 4-х значений сопротивления RН 100 Ом,1 кОм, 10 кОм, 100 кОм. По результатам показаний амперметра и вольтметра вычислите измеренное значение RНизм и сравните с истинными значениями (100 Ом,1 кОм, 10 кОм, 100 кОм).

По правилам вычисления погрешностей косвенных измерений оцените относительную и абсолютную методическую погрешность измерений. Заполните таблицу 5 измерений и соответствующих вычислений.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр  | RН=100 Ом(ист)  | RН=1кОм(ист)  | RН=10кОм(ист) | RН=100кОм(ист)  |
| 1 | Iист |  |  |  |  |
| 2 | Uизм |  |  |  |  |
| 3 | Rн изм |  |  |  |  |
| 4 | Абс.погр. ΔR |  |  |  |  |
| 5 | Относит.погр. δR |  |  |  |  |

Построить зависимость δR=f(RН).

2. Способ 2 .измерения сопротивления

Собрать схему для второго способа косвенного измерения сопротивления согласно рис.



Рис. 4. Измерение сопротивления косвенным методом (2 способ)

Внутреннее сопротивление реального амперметр RA =12 Ом.

Внутреннее сопротивление реального вольтметра RV=10 кОм.

Измерения выполните для 4-х значений сопротивления RН: 100 Ом,1 кОм, 10 кОм, 100 кОм. По результатам показаний амперметра и вольтметра вычислите измеренное значение RНизм и сравните с истинными значениями (100 Ом,1 кОм, 10 кОм, 100 кОм).

 Таблица 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр  | RН=100 Ом(ист)  | RН=1кОм(ист)  | RН=10кОм(ист) | RН=100кОм(ист)  |
| 1 | Iист |  |  |  |  |
| 2 | Uизм |  |  |  |  |
| 3 |  RНизм |  |  |  |  |
| 4 | Абс.погр. ΔR |  |  |  |  |
| 5 | Относит.погр. δR |  |  |  |  |

Построить зависимость δR=f(RН).

Сравните методические погрешности по разным способам измерения сопротивления.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под терминами «измерение», «единство

измерений»?

2. Что называют физической величиной?

3. Назовите основные единицы измерения величин при электрических измерениях, запишите их размерности в Международной системе единиц (СИ).

4.Как образуются производные единицы?

5. Какие принципы измерений вы знаете?

6. Что такое метод измерения? Какие методы применяются на практике?

7. Какие погрешности называют методическими?

8. Как оценивается погрешность при прямых измерениях?

9. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.

10. Как оценивается погрешность при косвенных измерениях.