

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

**МДК.04.01 Производство работ по
неразрушающему контролю, контролю качества
продукции и технологического процесса**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ на тему: «Классификация и расчет погрешности измерений» для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 658.58(07)

ББК К 476

Составитель А. В. Иванова

Производство работ по неразрушающему контролю, контролю качества продукции и технологического процесса: методические указания к выполнению практических работ для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: М. С. Веденева. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 19 с.

Методические указания содержат теоретический материал, необходимый для выполнения практических работ по дисциплине «Производство работ по неразрушающему контролю, контролю качества продукции и технологического процесса». Разработано на основе требований ФГОС СПО с опорой на научные принципы формирования содержания образования.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ПР_ПРрНКККПиТП_8.

УДК 658.58(07)

ББК К 476

Рецензент – И. В. Поцбнева, канд. техн. наук, доц. кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Практическая работа «Классификация и расчет погрешности измерений»

Цель работы – ознакомиться с основными теоретическими положениями о классификации и расчете погрешности измерений; научиться производить расчет погрешностей измерений.

Основные теоретические положения

При осуществлении измерений, вследствие ряда причин, числовое значение измеряемой величины, полученная в результате опыта, является лишь более менее приближенным.

Отклонение результатов измерения от истинного значения измеряемой величины называется *погрешностью измерения*.

Верным (истинным) значением измеряемой величины называют ее значение, свободное от погрешностей измерений.

Действительное значение – это значение, полученное в результате измерения с допустимой погрешностью (ошибкой).

Погрешности измерений можно классифицировать по ряду признаков:

1) В зависимости от формы выражения различают *абсолютную* и *относительную* погрешности измерений.

Абсолютной погрешностью (Δ) называется разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины, выраженную в тех же единицах, что и измеряемая величина.

Абсолютную погрешность вычисляют по формуле:

$$\Delta = A - X_{\text{ист}} \quad (1)$$

или

$$\Delta \cong A - X_{\text{д}}, \quad (2)$$

где A – результат измерения;

$X_{\text{ист}}$ – истинное (действительное) значение измеряемой величины;

$X_{\text{д}}$ – действительное значение измеряемой величины.

За действительные значения измеряемой величины принимают показания образцового прибора.

Величина обратная по знаку абсолютной погрешности называется поправкой.

$$\sigma = - \Delta. \quad (3)$$

Относительная погрешность измерения (δ) представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному) значению измеряемой величины. Она выражается в долях измеряемой величины по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{ист}}}, \quad \delta = \frac{\Delta}{A} \quad (4)$$

или в процентах

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{ист}}} \cdot 100\%, \quad \delta = \frac{\Delta}{A} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Существует понятие приведенной погрешности γ , которая связана непосредственно с измерительным прибором и определяется как отношение максимальной погрешности измерительного прибора ΔX_{max} к нормирующему значению шкалы прибора X_n :

$$\gamma = \frac{\Delta X_{\text{max}}}{X_n}. \quad (6)$$

Нормирующее значение X_n – это условно принятое значение, равное или верхнему пределу измерений, если нижний начинается с нуля, или диапазону измерений, или длине шкалы. Если приведенную погрешность выразить в процентах, то она будет численно равна классу точности прибора.

2) В зависимости от условий и режимов измерения различают **статическую** и **динамическую** погрешности.

Статической называют погрешность, не зависящую от скорости изменения измеряемой величины во времени.

Динамической называют погрешность, зависящую от скорости изменения измеряемой величины во времени.

Если в паспорте на средство измерений указывают предельные погрешности измерений, определенные в статических условиях, то они не могут характеризовать точность его работы в динамических условиях. Динамической погрешностью средства измерений является разность между погрешностью средства измерений в динамических условиях и его статической погрешностью.

3) В зависимости от характера проявления, возможностей устранения и причин возникновения различают *систематическую* и *случайную* погрешности.

Систематической ($\Delta_{\text{сист}}$) называют составляющую погрешности измерений, остающуюся постоянной или закономерно изменяющуюся при повторных измерениях одной и той же величины. Близость к нулю систематических погрешностей характеризует качество измерений, называемое правильностью измерений. Это означает, что в случае несущественных систематических погрешностей правильно выбраны методы и средства измерений, обеспечены условия измерений и др.

Случайной ($\Delta_{\text{случ}}$) называют составляющую погрешности измерений, изменяющуюся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Случайные погрешности нельзя исключить опытным путем, но их влияние на результат измерения может быть теоретически учтено путем применения при обработке результатов измерений методов теории вероятности и математической статистики.

Выделяют также *грубые погрешности* и *промахи*, которые возникают из-за ошибок или неправильных действий оператора. Они обнаруживаются, как правило, при окончательной обработке результатов измерений и их значения из анализа исключаются. *Грубые ошибки* – это погрешности, существенно превышающие ожидаемые при данных условиях. Примером грубых ошибок могут быть неправильные отсчеты показаний средств измерений. Грубые погрешности измерения выявляются при повторных измерениях и должны быть отброшены, как не заслуживающие доверия.

4) По причине возникновения погрешности разделяют на *инструментальные, методические и субъективные*.

Инструментальная погрешность – погрешность средства измерений, определяющая не совершенность конструкции, она может быть как систематической, так и случайной.

Методическая погрешность – составляющая погрешности, обусловленная несовершенством метода измерений и упрощением математических зависимостей или связанная с невозможностью идеального воспроизведения модели объекта измерения.

Субъективная погрешность определяется с индивидуальной особенностью оператора и в большинстве случаев эти погрешности относятся к случайным.

Пример решения задачи

Амперметром с диапазоном измерения от 0 до 50 А произведен ряд измерений (таблица 1):

Таблица 1 – Ряд измерений

Порядковый номер наблюдений	Значение величины тока I , А	Порядковый номер наблюдений	Значение величины тока I , А
1	20,5	9	20,5
2	20,1	10	20,7
3	20,5	11	20,5
4	20,5	12	20,3
5	20,2	13	20,9
6	20,6	14	20,1
7	20,3	15	20,6
8	20,7		

Необходимо:

- Произвести оценку результатов измерений (найти абсолютную, относительную и приведенные погрешности);
- За нормирующее значение принять верхний предел шкалы.

Решение:

№	Значение величины тока I , А	Истинное значение величины тока, I , А	Абсолютная погрешность (Δ), I , А	Относительная погрешность (δ), %	Приведенная погрешность (γ), %
1	20,50	20,47	0,03	0,0015	0,0006
2	20,10		-0,37	-0,0184	-0,0074
3	20,50		0,03	0,0015	0,0006
4	20,50		0,03	0,0015	0,0006
5	20,20		-0,27	-0,0134	-0,0054
6	20,60		0,13	0,0063	0,0026
7	20,30		-0,17	-0,0084	-0,0034
8	20,70		0,23	0,0111	0,0046
9	20,50		0,03	0,0015	0,0006
10	20,70		0,23	0,0111	0,0046
11	20,50		0,03	0,0015	0,0006
12	20,30		-0,17	-0,0084	-0,0034
13	20,90		0,43	0,0206	0,0086
14	20,10		-0,37	-0,0184	-0,0074
15	20,60		0,13	0,0063	0,0026

$$\text{Истинное значение: } X_{\text{ист}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

$$\text{Абсолютная погрешность: } \Delta = X_{\text{д}} - X_{\text{ист}}$$

$$\text{Относительная погрешность: } \delta = \pm \frac{\Delta}{X_{\text{д}}} \cdot 100\%$$

$$\text{Приведенная погрешность: } \gamma = \pm \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%$$

План практического занятия

Работа выполняется каждым обучающимся индивидуально в письменной форме и производится в следующей последовательности:

1 Ознакомиться основными теоретическими положениями.

2 Выполнить задания:

– составить классификационную схему погрешностей измерений;

– выписать определения и формулы для расчета всех видов погрешностей;

– произвести трехкратные измерения одного и того же предмета с помощью прибора, выданного преподавателем;

– определить абсолютную, относительную и приведенную погрешности.

3 Оформить отчет о работе на практическом занятии. Отчет должен содержать:

– тему и цель практического занятия;

– классификационную схему погрешностей измерений;

– результаты измерений и расчёта абсолютной, относительной и приведенной погрешности;

– выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

Контрольные вопросы для защиты практической работы

1 Что называется погрешностью измерений?

2 Дайте определение понятий истинного и действительного значения измеряемой величины.

3 Как классифицируют погрешности измерений?

4 Как определяется нормирующее значение измеряемой величины?

5 Что такое абсолютная погрешность измерений?

6 Что такое относительная погрешность измерений?

Задания для самостоятельной работы

В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо на основании изученных основных теоретических положений и примера решения задачи, решить задачи, приведенные в [приложении А](#).

Библиографический список

1. ГОСТ 8.401-80. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Классы точности средств измерений. Общие требования : межгосударственный стандарт: Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 12 ноября 1980 г. № 5320 дата введения установлена 01.07.81 – Москва : Стандартиформ, 2010 // Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2. Волегов, А. С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин : учебное пособие для спо / А.С. Волегов, Д.С. Незнахин, Е.А. Степанова. – Москва : Юрайт, 2020. – 103 с. – ISBN 978-5-534-10717-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/456821> (дата обращения: 09.01.2020).

3. Степанова, Е. А. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений : учебное пособие для спо / Е.А. Степанова, Н.А. Скулкина, А.С. Волегов. – Москва : Юрайт, 2020. – 95 с. – ISBN 978-5-534-10715-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/456820> (дата обращения: 09.01.2020).

Приложение А

Варианты задач

Задача 1

Вольтметром с диапазоном измерения от 0 до 250 В произведен ряд измерений (таблица А.1):

Таблица А.1 – Обозначения классов точности приборов

Порядковый номер наблюдений	Значение величины напряжения U , В	Порядковый номер наблюдений	Значение величины напряжения U , В
1	220	9	220
2	219	10	220
3	220	11	222
4	218	12	221
5	221	13	219
6	220	14	219
7	219	15	220
8	220		

Необходимо:

- произвести оценку результатов измерений (найти абсолютную, относительную и приведенные погрешности);
- за нормирующее значение принять верхний предел шкалы.

Задача 2

Омметром с диапазоном измерения от 0 до 300 МОм произведен ряд измерений (таблица А.2):

Таблица А.2 – Обозначения классов точности приборов

Порядковый номер наблюдений	Значение величины сопротивления R , МОм	Порядковый номер наблюдений	Значение величины сопротивления R , МОм
1	125	9	123
2	126	10	125
3	124	11	126
4	125	12	124
5	126	13	123
6	125	14	127
7	125	15	122
8	124		

Необходимо:

- произвести оценку результатов измерений (найти абсолютную, относительную и приведенные погрешности);
- за нормирующее значение принять верхний предел шкалы.

Задача 3

Рабочий термометр показывает температуру равную $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, образцовый $83\text{ }^{\circ}\text{C}$. Предел измерения термометров от 0 до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить абсолютную, приведенную и относительную погрешность.

Задача 4

При определении массы вещества получены следующие результаты: 5,23; 5,27; 5,13. Определить абсолютную и относительную погрешность измерений.

Задача 5

Вольтметр имеет верхний предел шкалы 600 В, абсолютную погрешность 9 В. Определить класс точности прибора.

Задача 6

Рабочий амперметр показывает силу тока, равную 11 А, а образцовый 12 А. Диапазон шкалы приборов от 0 до 20 А. Определить абсолютную, приведенную и относительную погрешности.