

Методические указания к
выполнению индивидуального
задания №1 по модулю 1

Расчет погрешностей средств измерений

Общие методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

Номер варианта индивидуального задания определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если образуемое ими число больше 20, то следует вычесть из номера зачетной книжки число 20. Например, если номер зачетной книжки 3-2Д1С/04, то номер варианта задания равен 4. Если номер зачетной книжки 3-2Д1С/37, то номер варианта задания равен 17.

При оформлении индивидуального задания необходимо соблюдать следующие требования:

- 1 Индивидуальное задание оформляется в печатном виде.
- 2 Индивидуальное задание должно иметь титульный лист, оформленный в соответствии со стандартами ТПУ. На титульном листе указываются, номер варианта индивидуального задания, название дисциплины; фамилия, имя, отчество студента; номер группы, шифр.
- 3 Все страницы работы должны иметь сквозную нумерацию.
- 4 В задание включается список использованной литературы.

Индивидуальное задание, выполненное не в соответствии со своим вариантом, на проверку не принимается, и студент к зачету не допускается. Студент, не получивший положительной аттестации по индивидуальному заданию, не допускается к сдаче зачета по данной дисциплине.

Критерии оценивания задания.

1. Соответствует содержанию и правилам оформления -2балла.
2. В ходе выполнения работы достигнуты все цели -3 балла.

В случае не выполнения одного из критериев работа должна быть исправлена и повторно предоставлена преподавателю. Максимальный балл -5.

Тема. Расчет погрешностей средств измерений.

Цель работы: способность владеть основными приемами получения, обработки и представления данных измерений, испытаний и контроля; организовывать метрологическое обеспечение производства.

В результате выполнения заданий студент будет:

<i>знать</i>	<i>уметь</i>	<i>владеть</i>
теоретические основы метрологии и стандартизации;	осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам;	методами оценивания погрешностей и неопределенностей с применением современных информационных технологий; методами расчета

		метрологических характеристик средств измерений;
--	--	--

Общие сведения

Основным показателем точности измерения является погрешность измерения. По форме представления погрешности средств измерения (СИ) подразделяются на абсолютные, относительные и приведенные.

Абсолютная погрешность - разность между показанием прибора $X_{И}$ и действительным значением измеряемой величины $X_{Д}$

$$\pm\Delta = X_{И} - X_{Д}, \quad (1)$$

Относительная погрешность - отношение абсолютной погрешности $\pm\Delta$ к действительному (показанию прибора $X_{И}$) значению измеряемой величины $X_{Д}$ и выражается в %

$$\delta = \frac{\pm\Delta}{X_{Д}} \cdot 100\% \text{ или } \delta = \frac{\pm\Delta}{X_{И}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Приведенная погрешность - отношение абсолютной погрешности $\pm\Delta$ к нормирующему значению X_{N} и выражается в %

$$\gamma = \frac{\pm\Delta}{X_{N}} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Нормирующее значение X_{N} - условно принятое значение, которое чаще всего равно диапазону измерения СИ. Если принять $X_{К}$ за верхний предел измерения, а $X_{Н}$ за нижний предел измерения, то для измерительных приборов с нулевой

$$X_{N} = X_{К} - X_{Н}. \quad (4)$$

По характеру возникновения погрешности СИ подразделяются на основные и дополнительные.

Основная погрешность СИ - заранее заданная погрешность, свойственная СИ, находящемуся в нормальных условиях эксплуатации.

Дополнительная погрешность (изменение показаний СИ под действием влияющих величин) - изменение погрешности СИ вызванное отклонением одной из влияющих физических величин от нормального значения или выходом ее за пределы нормального области значений.

Чувствительность СИ - отношение изменения выходного сигнала СИ $\Delta Y_{К}$ вызывающему его изменению измеряемой физической величины ΔX . Чувствительность (S) определяется по формуле:

$$S = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (5)$$

Чувствительность СИ может быть определена также как величина, обратная цене деления шкалы СИ.

Цена деления шкалы СИ – разность между значениями, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Цену деления шкалы (ΔN) СИ определяют по формуле:

$$\Delta N = \frac{X_K - X_H}{N}, \quad (6)$$

где N – число делений шкалы.

Класс точности – обобщенная характеристика СИ, определяемая пределами допускаемой основной погрешности, отражающая уровень их точности при нормальных условиях эксплуатации. Уровень точности СИ может быть представлен набором других нормируемых метрологических характеристик, связанных определенными соотношениями с классом точности, таких, как допускаемые дополнительные погрешности, допускаемые вариация и размах.

Для технических СИ класс точности (K) чаще всего принимают равный пределу допускаемой основной приведенной погрешности $\gamma_{\text{доп}}$, выраженной в %

$$K = \pm \gamma_{\text{доп}} \% = \pm \frac{\Delta_{\text{доп}}}{X_N} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ – предел допускаемой основной абсолютной погрешности.

Предел допускаемой основной абсолютной погрешности – выражают в единицах измеряемой величины и определяют по формуле:

$$\pm \Delta_{\text{доп}} = \frac{\pm \gamma_{\text{доп}} \cdot (X_K - X_H)}{100} \quad (8)$$

Вариация – полученная экспериментально разность между показаниями измерительного прибора (СИ), соответствующими одному и тому же действительному значению измеряемой физической величины при двустороннем подходе к этому значению, т.е. при прямом и обратном ходе стрелки-указателя СИ в одинаковых условиях измерения.

Предел допускаемой вариации $V_{\text{доп}}$ нормируется следующим образом:

$$V_{\text{доп}} = (от 0,5 до 1) \cdot |\Delta_{\text{доп}}|. \quad (9)$$

Поверка СИ – совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы с целью определения и подтверждения соответствия метрологических характеристик СИ установленным техническим требованиям.

СИ пригодно для эксплуатации, если максимальные значения погрешности и вариации СИ меньше или равны допускаемым значениям:

$$|\Delta_{\text{MAX}}| \leq |\Delta_{\text{доп}}| \quad (10)$$

$$V_{\text{MAX}} \leq V_{\text{доп}} \quad (11)$$

Измерительный прибор годен для дальнейшей эксплуатации, если допускаемая погрешность и вариация больше или равна максимальной погрешности и вариации измерительного прибора. Если хотя бы одно из этих неравенств (10; 11) не выполняется, то измерительный прибор не годен для дальнейшей эксплуатации и передается в ремонт.

Индивидуальное задание

Выполнить свой вариант задания и оформить отчет в формате WORD (*.doc, *.docx) согласно СТО ТПУ 2.5.01-2011.

Задача. Проведена поверка прибора, предназначенного для измерения напряжения. Известно, что нижний предел шкалы прибор X_H , верхний предел шкалы прибора X_K , класс точности прибора K , число интервалов равномерной шкалы N , отметка шкалы, на которой стоит указатель (стрелка) X_X , в которой определена максимальная абсолютная погрешность Δ_{MAX} максимальная вариация V_{MAX} .

Определить: пределы допускаемой абсолютной погрешности показаний ($\pm \Delta_{доп}$); максимальную относительную погрешность измерения ($\pm \delta_{MAX}$), цену деления шкалы (ΔN), чувствительность прибора (S), приведенную максимальную погрешность измерения ($\pm \gamma_{MAX}$) и метрологическую годность прибора. Варианты заданий приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для задачи

№ вар	X_H	X_K	Ед. изм.	K	N	X_X	$\pm \Delta_{MAX}$	V_{MAX}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	10	мВ	0,5	100	5	0,05	0,03
2	0	20	мВ	0,5	100	10	0,1	0,07
3	0	50	мВ	0,5	100	30	0,25	0,30
4	0	100	мВ	0,5	100	75	0,5	0,40
5	0	200	мВ	0,5	100	150	1,0	0,90
6	0	500	мВ	0,5	100	400	2,5	3,00
7	-10	10	мВ	1,5	100	-5	0,3	0,60
8	-20	20	мВ	1,5	80	-5	0,6	0,50
9	-50	50	мВ	1,5	50	40	1,5	0,80
10	-100	100	мВ	1,5	100	75	3,0	2,40
11	-200	200	мВ	1,5	80	-150	6,0	6,00
12	-500	500	мВ	1,5	100	250	15,0	10,00
13	0	75	мВ	1,5	75	5	1,125	1,00

14	-75	75	MB	1,5	75	50	2,25	2,0
15	0	1	B	0,5	50	0,5	0,4	0,003
16	0	1,5	B	0,5	75	0,5	0,02	0,007
17	0	3	B	0,5	150	2/8	0,01	0,005
18	0	7,5	B	0,5	75	7	0,1	0,11
19	-1	1	B	0,5	100	0,8	0,008	0,01
20	1,5	1,5	B	0,5	150	0,8	0,016	0,01