

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ для студентов ЗФО и ЗСФО.

№ вопроса	Вопросы
1. Общие вопросы	
1	Метрология как наука, предмет и задачи метрологии.
2	Основные свойства, определяющие качество измерений. Единство, точность и достоверность измерений.
3	Основные свойства, определяющие качество измерений. Точность, правильность, сходимость и воспроизводимость измерений.
4	Взаимосвязь метрологии, квалиметрии, стандартизации и сертификации.
5	Физическая величина(ФВ). Единица ФВ. Размер и значение ФВ.
2. Виды и методы измерений	
1	Виды измерений. Прямые и косвенные, совокупные и совместные измерения.
2	Виды измерений. Абсолютные и относительные, однократные и многократные.
3	Виды измерений. Статические и динамические измерения.
4	Виды измерений. Технические и метрологические измерения.
5	Виды измерений. Равноточные и неравноточные, равномерные и неравномерные измерения.
6	Методы измерений. Метод непосредственной оценки.
7	Методы измерений. Метод сравнения с мерой(нулевой и дифференциальный методы, метод совпадения).
8	Методы измерений. Метод сравнения с мерой(метод противопоставления и метод замещения).
9	Шкалы измерений. Шкала наименований и шкала порядка. Использование шкалы наименований и шкалы порядка в метрологии.
10	Шкалы измерений. Шкала интервалов и шкала отношений. «Абсолютная» шкала.

3. Погрешности измерения	
1	Погрешность измерения. Классификация погрешностей измерений по формам выражения.
2	Погрешность измерения. Классификация погрешностей измерений по формам используемых оценок.
3	Погрешность измерения. Классификация погрешностей измерений по степени интегративности.
4	Погрешность измерения. Классификация погрешностей измерений по значимости.
5	Погрешность измерения. Классификация погрешностей измерений по характеру изменения во времени.
6	Погрешность измерения. Инструментальные погрешности.
7	Погрешность измерения. Методические погрешности.
8	Погрешность измерения Погрешности условий.
9	Погрешность измерения. Классификация погрешностей измерений по источникам возникновения. Субъективные погрешности.
10	Погрешность измерения. Определённые и неопределённые погрешности измерений.
4. Средства измерения	
1	Средства измерения линейных размеров
2	Средства измерения температур
3	Средства измерения давления
4	Средства измерения расходов
5	Методы измерения перепадов давлений (дифманометры). Счетчики количества

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОТВЕТА НА КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

№ варианта	Номера вопросов по разделам			
	1. Общие вопросы	2. Виды и методы измерений	3. Погрешности измерения	4. Средства измерения
1	4	1	10	5
2	3	2	9	4
3	2	3	8	3
4	1	4	7	2
5	5	5	6	1
6	4	1	5	1
7	3	2	4	2
8	2	3	3	3
9	1	4	2	4
10	5	5	1	5
11	4	10	1	5
12	3	9	2	4
13	2	8	3	3
14	1	7	4	2
15	5	6	5	1
16	4	10	6	1
17	3	9	7	2
18	2	8	8	3
19	1	7	9	4
20	5	6	10	5

Примечание: Вариант задания выбирается по двум последним цифрам номера зачетной книжки. Причем, если предпоследняя цифра этого номера нечетная, то выбираются темы с №1 по №10, если четная – темы с №11 по №20. По последней цифре номера зачетной книжки выбирается вариант в диапазоне с №1 по №10 или с №11 по №20.

Пример: Последние две цифры номера зачетной книжки “15”, “35” или “55” и т.д. – соответственно выбирается вариант №5. При последних цифрах зачетной книжки “25”, “45” или “65” и т.д. – соответственно выбирается вариант №15.

ЗАДАЧА №1. Тема: “Оценка случайной и грубой погрешностей”

Задана серия из 10 измерений какой-либо физической величины (например, длины деталей, выпускаемых на станке-автомате), значения которой меняются по случайному закону. Следует определить следующие величины:

- среднее значение измерений \bar{X} ,
- среднеквадратичное отклонение σ ;
- доверительные границы ε_i и доверительный интервал I_i для доверительных вероятностей $P = 90$ и 99% при условии, что число измерений $n \rightarrow \infty$;
- доверительные границы ε_i и доверительный интервал I_i для доверительных вероятностей $P = 90$ и 99% при условии, что число измерений $n = 10$;
- выделить значения из представленного ряда чисел, являющихся грубой погрешностью (не заслуживающими доверия).

Варианты заданий. Предпоследняя цифра номера зачетки.	Целая часть чисел.	Последняя цифра номера зачетки	Цифры после запятой
1	2	3	4
1	29	1	82, 9, 23, 86, 52, 07, 71, 84, 92, 96
2	35	2	3, 41, 53, 35, 46, 57, 12, 42, 94, 78
3	57	3	23, 37, 48, 02, 33, 45, 28, 92, 57, 76
4	65	4	57, 04, 9, 42, 73, 88, 12, 94, 96, 99
5	73	5	28, 42, 61, 99, 38, 02, 48, 52, 58, 87
6	81	6	41, 16, 92, 26, 49, 01, 53, 57, 59, 86
7	91	7	6, 73, 88, 03, 43, 12, 75, 78, 83, 95
8	49	8	14, 6, 76, 53, 08, 62, 65, 89, 69, 93
9	71	9	34, 52, 71, 43, 18, 26, 09, 67, 96, 98
0	93	0	34, 57, 12, 03, 38, 47, 53, 61, 98, 88

Примечание: Вариант задания выбирается по номеру зачетной книжки. Целая часть числа выбирается из 2-ой колонки таблицы по предпоследней цифре номера зачетной книжки, а дробная часть (после запятой) выбирается из 4-й колонки по последней цифре номера зачетной книжки. Например, для последних цифр 37 номера зачетной книжки выбирается следующий ряд (выборка) чисел: 57,6; 57,73; 57,88; 57,03; 57,43 и т.д.

ЗАДАЧА №1. Тема: “Оценка случайной и грубой погрешностей”

Шифр **66**

1. Определяется среднее значение и среднее квадратичное отклонение в табличной форме.

i	x_i , мм	Отклонение	
		$x_i - X$	$(x_i - X)^2$
1	81,41	0,07	0,0049
2	81,16	0,32	0,1024
3	81,92	0,44	0,1936
4	81,26	0,22	0,0484
5	81,49	0,01	0,0001
6	81,01	0,47	0,2209
7	81,53	0,05	0,0025
8	81,57	0,09	0,0081
9	81,59	0,11	0,0121
10	81,86	0,38	0,1444

$$X = 81,48 \quad \sum(x_i - X)^2 = 0,7374$$

$$\sqrt{\frac{0,7374}{10-1}} = 0,0905$$

2. Определяется значение критерия Стьюдента для значений $n \rightarrow \infty$ и $n = 10$ для доверительных вероятностей P

P	$n \rightarrow \infty$	$n = 10$
$P = 90\%$	$t_{x1} = 1,64$	$t_{n1} = 1,81$
$P = 99\%$	$t_{x2} = 2,58$	$t_{n2} = 3,17$

3. Определяются доверительные границы ε_i и доверительные интервалы при условии, что $n \rightarrow \infty$

$P = 90\%$	$\varepsilon_{x1} = t_{x1} \cdot \sigma = 0,1484$	$I_{x1} = X \pm \varepsilon_{x1} = 81,48 \pm 0,148$
$P = 99\%$	$\varepsilon_{x2} = t_{x2} \cdot \sigma = 0,2335$	$I_{x2} = X \pm \varepsilon_{x2} = 81,48 \pm 0,234$

4. Определяются доверительные границы ε_i и доверительные интервалы при условии, что $n = 10$

$P = 90\%$	$\varepsilon_{n1} = t_{n1} \cdot \sigma = 0,1638$	$I_{n1} = X \pm \varepsilon_{n1} = 81,48 \pm 0,164$
$P = 99\%$	$\varepsilon_{n2} = t_{n2} \cdot \sigma = 0,2869$	$I_{n2} = X \pm \varepsilon_{n2} = 81,48 \pm 0,287$

5. Определяются границы, за которыми значения считаются грубой погрешностью

$$\Delta_i = 3\varepsilon_i$$

Результаты расчета этой величины и предыдущих расчетов представляются в табличной форме.

Результаты расчетов:

X, мм	σ , мм.	n	$\pm \varepsilon_i$, мм		Δ_i , мм	
			P = 90%	P = 99%	P = 90%	P = 99%
81,48	0,0905	∞	0,148	0,234	0,445	0,701
		10	0,164	0,287	0,492	0,861

Результаты расчетов:

Для P = 90% длина образцов $x(\text{мм.}) = 81,48 \pm 0,16$

Для P = 99 % длина образцов $x(\text{мм.}) = 81,48 \pm 0,29$

Выводы:

- 1) С учетом количества измерений доверительные границы увеличиваются на 10 - 23 %
- 2) С увеличением довер. вероятности доверительные границы увеличиваются на 57 - 75 %
- 3) Сравниваем значения границ грубой погрешности Δ с данными отклонений

При $n = \infty$ и при P = 90% $\Delta_i(\text{мм}) = 0,445$

измерения, выполненные с грубой погрешностью: 6;

При $n = \infty$ и при P = 99% $\Delta_i(\text{мм}) = 0,701$

измерений, выполненных с грубой погрешностью нет ;

При $n = 10$ и при P = 90% $\Delta_i(\text{мм}) = 0,492$

измерений, выполненных с грубой погрешностью нет ;

При $n = 10$ и при P = 99% $\Delta_i(\text{мм}) = 0,861$

измерений, выполненных с грубой погрешностью нет ;

ЗАДАЧА №2
ТЕМА: “ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ
КОСВЕННОЙ ВЕЛИЧИНЫ”

Для предложенной схемы измерения косвенной величины:

1. Описать метод измерения косвенной величины, рассчитать ее значение.
2. Назначить инструмент и задать абсолютные погрешности измерения первичных величин.
3. Рассчитать относительную и абсолютную погрешности косвенной величины.
4. Найти первичную величину, которая наиболее значительно влияет на относительную погрешность косвенной величины, уменьшить абсолютную погрешность первичной величины на 50 % и уточнить погрешность косвенной величины.
5. Сделать выводы по результатам работы.

При определении относительной погрешности косвенной величины $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ использовать уравнения частного производного по влияющим факторам

$$\delta = \frac{\Delta y}{y} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[\frac{\frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i}{f(x_i)} \right]^2}$$

Абсолютная погрешность определится по зависимости

$$\Delta y = \delta \cdot y$$

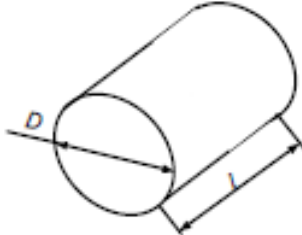
Формулы частного производного:

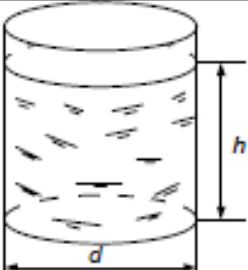
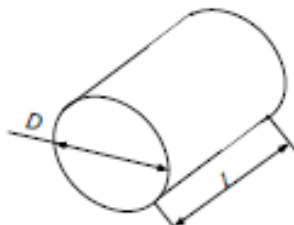
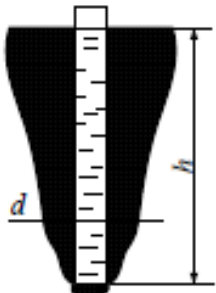
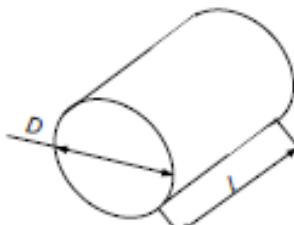
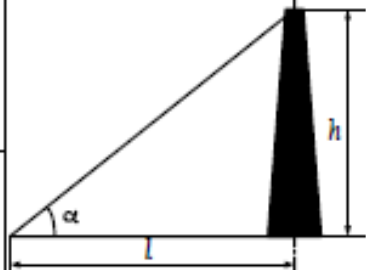
$$x^1 = 1; (Cx)' = Cx'; (1/x)' = -1/x^2; (x^n)' = nx^{n-1}; (a^x)' = a^x \ln a; (UV)' = U'V + UV'$$

$$(\sin x)' = \cos x; (\cos x)' = -\sin x; (\operatorname{tg} x)' = 1/\cos^2 x; (\operatorname{ctg} x)' = -1/\sin^2 x;$$

Таблица 6

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

№ вар.	Исходные данные	Схема измерения	Задание	Уравнения косвенной величины
1	$L = 2 \text{ м}$ $l = 5 \text{ м}$ $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$		Определить массу стержня m , используя для определения внешнего диаметра D длину его окружности L	$m = V \cdot \rho$
2	$L = 3 \text{ м}$ $l = 2 \text{ м}$ $\rho = 6300 \text{ кг/м}^3$			$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} l$ $D = \frac{L}{\pi}$
3	$d = 0,5 \text{ м}$ $h = 1 \text{ м}$ $\tau = 250 \text{ с}$ $\rho = 1230 \text{ кг/м}^3$		Определить массовый расход жидкости G_m , кг/с, используя	$G_m = m/\tau$ $m = \rho \cdot V$ $V = \pi d^2 h/4$

4	$d=0,02 \text{ м}$ $h=0,05 \text{ м}$ $\tau=10 \text{ с}$ $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$		метод налива за определенное время (объемный метод)	
5	$l=10 \text{ м}$ $D=10 \text{ мм}$ $\rho=0,05 \text{ Ом*м}$		Измерить электрическое сопротивление проводника R по его длине l и площади поперечного сечения S	$R = \rho \frac{l}{S}$ $S = \frac{\pi D^2}{4}$
6	$l=25 \text{ м}$ $D=5 \text{ мм}$ $\rho=0,005 \text{ Ом*м}$			
7	$d=0,1 \text{ м}$ $V=100 \text{ л}$		Определить глубину скважины h по объему залитой в нее воды V	$V = \frac{\pi d^2}{4} h$
8	$d=0,15 \text{ м}$ $V=500 \text{ л}$			
9	$R=500 \text{ Ом}$ $d=0,5 \text{ мм}$ $\rho=0,005 \text{ Ом*м}$		Определить длину проводника l по величине его электрического сопротивления R	$R = \rho \frac{l}{S}$ $S = \frac{\pi D^2}{4}$
10	$R=1200 \text{ Ом}$ $d=1 \text{ мм}$ $\rho=0,5 \text{ Ом*м}$			
11	$l=500 \text{ м}$ $\alpha=60^\circ$		Определить высоту трубы h по длине l и углу наклона α	$h=l \cdot \text{tg} \alpha$
12	$l=200 \text{ м}$ $\alpha=40^\circ$			
13	$d=20 \text{ мм},$ $D=100 \text{ мм},$ $\varepsilon=1$ $\Delta P=630 \text{ мм}$ в.ст. $\rho=10^3 \text{ кг/м}^3$		Определить расход жидкости G , $\text{м}^3/\text{с}$ через сужающее устройство. Перепад статических дав-	$G = 1,11 \alpha \varepsilon d^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ $m = d^2/D^2$

14	$d=50$ мм, $D=100$ мм, $\varepsilon=1$ $\Delta P=630$ мм в.ст. $\rho=2 \cdot 10^3$ кг/м ³		лений ΔP изме- ряется жидкост- ным микрома- нометром в мм в.ст.	$m=0,2:$ $\alpha=0,66 D^{-0,012};$ $m=0,5:$ $\alpha=0,75 D^{-0,013}.$ ΔP - [Па] 1 мм в.ст.=10Па
15	$D=100$ мм, $\Delta H_{\text{дин}}=120$ мм в.ст. $\rho=1,23$ кг/м ³		Определить рас- ход воздуха в воздуховоде G_v , м ³ /с, измеряя ди- намический на- пор трубкой Прандтля. Пере- пад давлений из- меряется жидко- стным микрома- нометром в мм в.ст.	$G_v=V \cdot S$ $V = \sqrt{\frac{2\Delta H_{\text{дин}}}{\rho}}$ $S = \frac{\pi D^2}{4}$ $\Delta H_{\text{дин}}$ - [Па] 1 мм в.ст.=10 Па
16	$D=150$ мм, $\Delta H_{\text{дин}}=220$ мм в.ст. $\rho=1,5$ кг/м ³			
17	$l=2$ м $\Delta l=1$ мм $d=10$ мм $E=2 \cdot 10^5$ МПа		Измерить массу m груза, используя закон Гука, по длине стержня l , его удлинению Δl и площади попе- речного сечения S	$\sigma = E \varepsilon$ $\sigma = \frac{P}{S}$ $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ $m = \frac{P}{g}$ $S = \frac{\pi d^2}{4}$
18	$l=1$ м $\Delta l=1,5$ мм $d=5$ мм $E=1 \cdot 10^5$ МПа			
19	$h=200$ м $\alpha=48^\circ$		Определить рас- стояние l до объ- екта по известной его высоте h и уг- лу наклона α	$l = h / \text{tg } \alpha$
20	$h=450$ м $\alpha=13^\circ$			

Примечание: Вариант задания выбирается по двум последним цифрам номера зачетной книжки. Причем, если предпоследняя цифра этого номера нечетная, то выбираются темы с №1 по №10, если четная – темы с №11 по №20. По последней цифре номера зачетной книжки выбирается вариант в диапазоне с №1 по №10 или с №11 по №20.

Пример: Последние две цифры номера зачетной книжки “15”, “35” или “55” и т.д. – соответственно выбирается вариант №5. При последних цифрах зачетной книжки “25”, “45” или “65” и т.д. – соответственно выбирается вариант №15.