

Темы докладов

1. Исторические предпосылки возникновения стандартизации, сертификации и метрологии.
2. Организации, действующие в области стандартизации, сертификации и метрологии.
3. Система государственного контроля и надзора за соблюдением законодательства в области стандартизации, сертификации и метрологии.
4. Понятие о метрологии как науке.
5. Предмет, цели, задачи метрологии.
6. Основные категории и понятия метрологии.
7. Организация метрологической службы.
8. Организации законодательной метрологии.
9. Понятие о средствах измерения.
10. Метрологические свойства средств измерения.
11. Понятие эталона.
12. Понятие о поверочной схеме.
13. Первичные и вторичные эталоны.
14. Поверка и калибровка средств измерений.
15. Погрешности измерений.
16. Основные понятия стандартизации.
17. Предмет, цели, задачи стандартизации.
18. Закон «О техническом регулировании».
19. Правила, рекомендации и нормы.
20. Стандарты.
21. Технические условия.
22. Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации.
23. Органы и службы стандартизации в РФ.
24. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов и технических регламентов.
25. Информационное обеспечение работ по стандартизации.
26. Основные этапы разработки стандартов.
27. Система внедрения стандартов на предприятии.
28. Процедура утверждения и изменения стандартов.
29. Понятие сертификации.
30. Предмет, цели, задачи сертификации.
31. Схемы сертификации.
32. Системы сертификации.
33. Обязательная и добровольная сертификация.
34. Способы информирования о соответствии.
35. Лицензирование.
36. Об утверждении Правил по стандартизации
37. Порядок проведения государственного контроля и надзора.

- 38. Государственный контроль и надзор за соблюдением юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований и правил.
- 39. Предприятия и организации, подлежащие государственному контролю и надзору.
- 40. Особенности проведения государственного контроля и надзора продукции, выполнения работ и оказания услуг, подлежащих обязательной сертификации.
- 41. Форма разрешения на реализацию (поставку, продажу), использование (эксплуатацию), транспортирование, хранение и утилизацию продукции, выполнение работ и оказание услуг.
- 42. Особенности рекламы отдельных видов товаров и услуг.
- 43. Менеджмент качества на основе ГОСТ Р ИСО серии 9000.

Расчетно-графическая работа №1

Изучение Федерального закона РФ Об обеспечении единства измерений

Цель работы: Изучить правовую основу метрологии «Закон об обеспечении единства измерений»

Выполнение работы:

- 1.Изучить структуру Закона «Об обеспечении единства измерений».
- 2.Изучить основные понятия метрологии.
- 3.Составить блок-схему Закона (структура закона с номерами статей).
- 4.Ответить на вопросы.

Контрольные вопросы:

- 1.Что устанавливает Закон?
- 2.Что такое метрологическая служба?
- 3.Дать определение средства измерения.
- 4.Что такое единство измерений?
5. Что такое прямое измерение?
- 6.Чем отличается поверка средств измерений от калибровки средств измерений?
- 7.Для чего используются государственные эталоны единиц физических величин?
- 8.Кто осуществляет государственный метрологический контроль и надзор?
- 9.Для чего используются средства измерения?
- 10.Что включает государственный контроль и надзор и на что он распространяется?
- 11.Права и обязанности государственных инспекторов по обеспечению единства измерений.
- 12.Что такое калибровка средств измерений и для чего она проводится?
- 13.Ответственность за несоблюдение настоящего Закона

Расчётно-графическая работа №2

Тема: «Физические величины. Единицы измерений»

(2 часа)

План-содержание работы

1. Цель и задачи.
2. Методика выполнения работы.
3. Заполнение таблиц в соответствии с исследованиями нормативных документов и выданным вариантом задания.
4. Список использованных литературных источников.

Задание 1. По ГОСТ 8.417 назвать предложенные физические величины, указать их размерность и единицы измерения. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Дано:	Наименование величины	Формула размерности	Значение физической величины	Единица измерения		К какой группе системы относится заданная ф.в. (по степени условной независимости)
				наименование	обозначение (русское)	

Задание 2. Выразить единицу физической величины через основные и производные единицы системы СИ. Заполнить таблицу 2.

Таблица 2

№ п/п	Дано:	Наименование величины	Обозначение единицы ф.в.	Выражение через основные и производные единицы СИ (русское обозначение)
1				
2				
3				

Задание 3. Записать приведенные значения физических величин, используя кратные и дольные приставки. Заполнить таблицу 3.

Таблица 3

№ п/п	Дано:	Приставка (наименование)	Запись физической величины с приставкой (русское обозначение)
1			
2			
3			

Задание 4. Заданные физические величины, выраженные во внесистемных единицах, записать через единицы системы СИ. Заполнить таблицу 4.

Таблица 4

№ п/п	Дано:	Наименование ф.в.	Соотношение с единицей СИ	Перевод
1				
2				
3				

Варианты

Вариант	Задание
1	1) 60 с; 0,7 моль/м ³ ; 20 Н
	2) радиан; ньютон-метр; ватт на стерадиан - квадратный метр
	3) $11 \cdot 10^4$ Дж; $52 \cdot 10^7$ Гц; $75 \cdot 10^{10}$ Вт
	4) 20 см ³ /г; 15 а.е.м.; 3 га
2	1) 30 Ф; 0,04 м ⁻¹ ; 15 кд
	2) стерадиан; ньютон на метр; ватт на стерадиан
	3) $4 \cdot 10^{-4}$ А; $2 \cdot 10^{-11}$ м; $1 \cdot 10^5$ Ф
	4) 35 дм ³ /кг; 2 а.е.; 3 об/мин
3	1) 10 Па; 6 А; 0,7 м ³ /кг
	2) герц; паскаль-секунда; радиан на секунду в квадрате
	3) $23 \cdot 10^{-13}$ Ф; $12 \cdot 10^5$ Дж; $15 \cdot 10^7$ Вт
	4) 6 м ³ /г; 23 пк; 2 об/с
4	1) 75 Гц; 0,3 моль; 18 м/с ²
	2) ньютон; кулон на кубический метр; радиан в секунду
	3) $45 \cdot 10^4$ Н; $25 \cdot 10^{-4}$ м; $134 \cdot 10^{-7}$ моль
	4) 13 г/см ³ ; 67 га; 4 Гал
5	1) 5 См; 200 м; 12 А/м ²
	2) паскаль; кулон на квадратный метр; грэй в секунду
	3) $105 \cdot 10^{-19}$ Дж; $55 \cdot 10^4$ Гц; $75 \cdot 10^{10}$ Вт
	4) 5 т/см ³ ; 4 эВ; 34 кар
6	1) 0,2 кд/м ² ; 2 Кл; 7 кг
	2) джоуль; вольт на метр; кулон на килограмм
	3) $402 \cdot 10^{-5}$ А; $223 \cdot 10^{20}$ м; $112 \cdot 10^{-8}$ Ф
	4) 4 г/дм ³ ; 72 кВт·ч; 6 текс
7	1) 7 К; 97 Н; 0,9 кг/м ³
	2) ватт; фарад на метр; джоуль на моль-кельвин
	3) $234 \cdot 10^{-1}$ Ф; $16 \cdot 10^7$ Дж; $15 \cdot 10^{-4}$ Вт
	4) 54 г/м ³ ; 65 град.; 17 а.е.м.
8	1) 34 Н·м; 0,5 Дж/К; 0,6 лм
	2) кулон; генри на метр; джоуль на моль
	3) $455 \cdot 10^{23}$ Н; $20 \cdot 10^{-23}$ м; $16 \cdot 10^5$ моль
	4) 6 т/м ³ ; 12 а.е.м.; 23 св. год
9	1) 0,6 Вб; 80 м ² ; 0,7 Вт/(м·К)

	2) вольт; джоуль на килограмм; ватт на метр-кельвин
	3) $10 \cdot 10^{19}$ Дж; $50 \cdot 10^{-11}$ Гц; $75 \cdot 10^2$ Вт
	4) 12 см^3 ; 34 кар; 4 а.е.
10	1) $0,05 \text{ Ф/м}$; 3 рад/с^2 ; 5 м/с
	2) фарад; джоуль на кельвин; ватт на квадратный метр
	3) $491 \cdot 10^{-1} \text{ А}$; $204 \cdot 10^{13} \text{ м}$; $12 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$
	4) 56 дм^3 ; 45 текс; 789 га
11	1) $0,65 \text{ Бк}$; 40 м^3 ; 18 Вт
	2) ом; джоуль на килограмм-кельвин; ньютон-метр
	3) $25 \cdot 10^7 \text{ Ф}$; $11 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$; $158 \cdot 10^4 \text{ Вт}$
	4) 45 км/ч ; 56 Гал; 89 град
12	1) 6 с; 12 лм; 16 Гц
	2) сименс; ватт на квадратный метр; ньютон на метр
	3) $46 \cdot 10^{14} \text{ Н}$; $22 \cdot 10^{-19} \text{ м}$; $101 \cdot 10^{-13} \text{ моль}$
	4) 56 км/мин ; 12 бар; 4 кар
13	1) $25 \text{ }^\circ\text{C}$; 25 Ф; 11 Гр
	2) вебер; ватт на метр-кельвин; паскаль-секунда
	3) $145 \cdot 10^8 \text{ Дж}$; $52 \cdot 10^{13} \text{ Гц}$; $75 \cdot 10^{-4} \text{ Вт}$
	4) 20 мм^3 ; 43 об/мин; 5 пк
14	1) 71 Тл; 5 А/м; 0,25 моль
	2) тесла; джоуль на моль; кулон на кубический метр
	3) $406 \cdot 10^4 \text{ А}$; $203 \cdot 10^{22} \text{ м}$; $106 \cdot 10^{-4} \text{ Ф}$
	4) $3 \text{ см}^2/\text{г}$; 4 уз; 81 а.е.
15	1) 35 А; 0,3 См; 0,07 Гн/м
	2) генри; джоуль на моль-кельвин; кулон на квадратный метр
	3) $223 \cdot 10^{-1} \text{ Ф}$; $112 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$; $151 \cdot 10^5 \text{ Вт}$
	4) $34 \text{ дм}^2/\text{кг}$; 200 мин; 45 бар
16	1) 218 В; 3 кд; 25 лк
	2) градус Цельсия; кулон на килограмм; вольт на метр
	3) $451 \cdot 10^{23} \text{ Н}$; $21 \cdot 10^7 \text{ м}$; $123 \cdot 10^{-23} \text{ моль}$
	4) $45 \text{ м}^2/\text{г}$; 176 сут; 45 эВ
17	1) 17 Зв; 120 м; 16 Па
	2) люмен; грей в секунду; фарад на метр
	3) $112 \cdot 10^{17} \text{ Дж}$; $51 \cdot 10^5 \text{ Гц}$; $75 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}$
	4) 32 г/л; 345 св. год; 34 уз
18	1) 30 Ом; 0,02 моль/м ³ ; 5 Кл
	2) люкс; радиан в секунду; генри на метр
	3) $465 \cdot 10^8 \text{ А}$; $200 \cdot 10^{22} \text{ м}$; $14 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$
	4) $4 \text{ мм}^3/\text{г}$; 3 а.е.; 9 об/с
19	2 кд/м ² ; 10 кг; 21 Гн
	беккерель; радиан на секунду в квадрате; джоуль на моль
	$25 \cdot 10^7 \text{ Ф}$; $134 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$; $156 \cdot 10^{-11} \text{ Вт}$
	4) 76 т/см^3 ; 4 пк; 65 об/мин

20	17 Дж; 3,5 кат; 20 К
	грей; ватт на стерадиан; кулон на килограмм
	$452 \cdot 10^{16}$ Н; $27 \cdot 10^5$ м; $287 \cdot 10^{-20}$ моль
	4) 43 км/с^2 ; 543 га; 43 кар
21	$103 \text{ м}^3/\text{кг}$; 240 м; 2рад
	зиверт; ватт на стерадиан-квадратный метр; грэй в секунду
	3) $454 \cdot 10^8$ Н; $23 \cdot 10^{23}$ м; $108 \cdot 10^{-14}$ моль
	4) 14 см^2 ; 16 эВ; 654га
22	233 моль/м^3 ; 120 кг; 4 ср
	катал; герц; радиан в секунду
	$45 \cdot 10^{13}$ Н; $235 \cdot 10^7$ Дж; $17 \cdot 10^{-8}$ м
	64 мм^2 ; 37кВт·ч; 536пк
23	30 м/с^2 ; 50 с; 20 Гц
	ньютон-метр; джоуль; грэй
	$34 \cdot 10^5$ Па; $458 \cdot 10^{14}$ кг; $24 \cdot 10^{-4}$ с
	853 дм^3 ; 65 а.е.м.; 54 св. год
24	68 кд/м^2 ; 25 А; 65 Н
	ньютон на метр; вольт; катал
	$78 \cdot 10^5$ Ф; $46 \cdot 10^{16}$ Вт; $12 \cdot 10^{-13}$ моль
	4) 53 км^2 ; 17 кар; 546 а.е.
25	169 А/м^2 ; 300 К; 71 Па
	паскаль-секунда; фарад; градус Цельсия
	$67 \cdot 10^7$ Дж; $85 \cdot 10^{16}$ Н; $2 \cdot 10^{-7}$ моль
	6 г/см^3 ; 7 текс; 343сут
26	479 м^{-1} ; 2,7 моль; 200 Дж
	кулон на кубический метр; ом; люмен
	$53 \cdot 10^8$ Вт; $23 \cdot 10^{22}$ м; $15 \cdot 10^{-5}$ Гц
	4) 56 т/см^3 ; 6 уз; 76 эВ
27	300 Дж; 35 кд; 210 Вт
	кулон на квадратный метр; сименс; тесла
	$45 \cdot 10^{10}$ Вт; $54 \cdot 10^4$ А; $13 \cdot 10^{-5}$ Гц
	4) 8 кг/мм^3 ; 58 ч; 34 пк
28	Кл; 570 м; 5 кат
	2) вольт на метр; вебер; кулон
	3) $24 \cdot 10^5$ Па; $17 \cdot 10^{-4}$ Кл; $67 \cdot 10^{23}$ м
	4) 38 кг/дм^3 ; 16 об/мин; 24 а.е.
29	1) 498 В; 700 кг; 15 Зв
	2) фарад на метр; тесла; радиан
	3) $56 \cdot 10^{13}$ Ф; $94 \cdot 10^{-5}$ Дж; $11 \cdot 10^{-23}$ моль
	4) 64 т/дм^3 ; 3 об/с; 87 а.е.м.
30	1) 166 Ф; 25 с; 32 Гр
	2) генри на метр; беккерель; люкс
	3) $34 \cdot 10^{11}$ Н; $7 \cdot 10^{20}$ с; $54 \cdot 10^{-13}$ Гц

	12 дм ³ /кг; 43 Гал; 123 кВт·ч
31	1) 342 рад; 5 А; 35 Бк
	2) джоуль на килограмм; люкс; генри
	3) $6 \cdot 10^{19}$ м; $75 \cdot 10^5$ Дж; $85 \cdot 10^{-17}$ моль
	4) 8 т/см ² ; 6 бар; 16 град
32	1) 148 ср; 60 К; 50 лк
	2) джоуль на кельвин; люмен; вебер
	3) $27 \cdot 10^5$ Ф; $65 \cdot 10^{-7}$ А; $18 \cdot 10^{23}$ м
	4) 5 г/см ² ; 543 мин; 76 пк
33	22 Бк; 0,7 моль; 61 лм
	2) джоуль на килограмм-кельвин; катал; ньютон на метр
	3) $47 \cdot 10^{17}$ Н; $71 \cdot 10^5$ Вт; $15 \cdot 10^{-1}$ А
	4) 3 т/дм ² ; 539 ч; 7 св.год

Контрольные вопросы:

1. Определение понятия «физическая величина».
2. Определение понятия «значение физической величины».
3. Определение понятия «размерность физической величины».
4. Перечислите системы физических величин и системы единиц физических величин.
5. Перечислите основные и дополнительные физические величины в системе СИ.

Расчётно-графическая работа №3

Тема: «Метрологические характеристики средств измерений. Класс точности»

(2 часа)

План-содержание работы:

1. Цель и задачи.
2. Исходные данные
3. Методика выполнения работы.
4. Выполнение обработки данных по индивидуальным вариантам.
5. Список использованных литературных источников.

Рассчитать *абсолютную* и *приведённую* погрешность по приведённым формулам. Расчёт погрешностей измерений приборов занести в Таблицу 1.

Проверяемый диапазон шкалы	Измеренная величина, $X_{изм}$	Истинное значение измеренной величины, $X_{ист}$	Абсолютная погрешность, Δ	Относительная погрешность, δ

1. *Абсолютной погрешностью* измерительного прибора Δ называют разность показаний прибора $X_{изм}$ (результатом измерения) и истинным (или действительным) $X_{ист}$ значением измеряемой величины:

$$\pm \Delta = X_{изм} - X_{ист}$$

2. *Относительной погрешностью ИП* называют отношение абсолютной погрешности ИП к действительному значению измеряемой величины. Она выражается в процентах (%):

$$\pm \delta = \pm \left(\frac{\Delta}{X_{дл}} \right) \cdot 100(\%).$$

3. *Приведенной погрешностью ИП* называют отношение абсолютной погрешности ИП к нормирующему значению X_N , за которое принимается верхний предел измерения (если нижний равен 0) или длина шкалы в мм. Приведенную погрешность также выражают в процентах:

$$\pm \gamma = \pm \left(\frac{\Delta}{X_N} \right) \cdot 100(\%).$$

где X_N – нормированное значение измеряемой величины, определяется по формуле: $X_N = X_{max} - X_{min}$, где X_{max} и X_{min} – верхний и нижний предел измерительного средства;

Варианты

№ п/п	Проверяемый прибор	Диапазон шка- лы прибора	Измеренная величина, $X_{изм}$ Истинная величина, $X_{ист}$										E
			21 20	59 60	102 100	119 120	143 140	181 180	202 200	249 250	301 300	400 400	
1.	Манометр	0...400 кг/см ²	21 20	59 60	102 100	119 120	143 140	181 180	202 200	249 250	301 300	400 400	
2.	Манометр	0...1.6 кг/см ²	0,21 0,20	0,42 0,40	0,59 0,60	0,79 0,80	0,99 1,00	1,19 1,20	1,28 1,30	1,39 1,40	1,50 1,50	1,59 1,60	
3.	Манометр	0...50 кг/см ²	4,5 5,0	9,0 10,0	14,5 15,0	19,0 20,0	25,0 25,0	31,0 30,0	35,5 35,0	40,5 40,0	44,0 45,0	49,0 50,0	
4.	Манометр	0...400 кг/см ²	21 20	59 60	102 100	119 120	143 140	181 180	202 200	249 250	301 300	400 400	
5.	Манометр	0...1.6 кг/см ²	0,21 0,20	0,42 0,40	0,59 0,60	0,79 0,80	0,99 1,00	1,19 1,20	1,28 1,30	1,39 1,40	1,50 1,50	1,59 1,60	
6.	Манометр	200...600 кг/см ²	221 220	259 260	302 300	319 320	343 340	381 380	402 400	449 450	501 500	600 600	
7.	Мано- вакуумметр	-25...25 Па	-25 -25	-19 -20	-14 -15	-9 -10	-5 -5	0 0	6 5	9 10	15 15	21 20	
8.	Вакуумметр	-50...0 атм	-49 -50	-44 -45	-41 -40	-36 -35	-31 -30	-25 -25	-19 -20	-15 -15	-9 -10	-5 -5	
9.	Вакуумметр	-400...0 бар	-400 -400	-301 -300	-249 -250	-202 -200	-181 -180	-143 -140	-119 -120	-102 -100	-59 -60	-21 -20	
10.	Мановакуумметр	-200...200 Па	-193 -200	-188 -180	-143 -140	-119 -120	-106 -100	-59 -60	-25 -20	1 0	102 100	153 150	
11.	Термометр	-50...50°	-45 -50	-42 -40	-33 -30	-21 -20	-10 -10	1 0	12 10	26 25	32 30	47 45	
12.	Термометр	300...900°	352 350	402 400	451 450	501 500	551 550	603 600	655 650	705 700	755 750	803 800	
13.	Термометр	0...500°	53 50	104 100	155 150	203 200	256 250	303 300	355 350	402 400	451 450	499 500	
14.	Термометр	100...1000°	105 100	202 200	301 300	403 400	502 500	607 600	705 700	803 800	900 900	998 1000	

15.	Термометр	300...1200°	301 300	402 400	501 500	600 600	699 700	798 800	899 900	999 1000	1101 1100	1198 1200
16.	Термометр	100...200°	101 100	122 120	133 130	144 140	155 150	159 160	168 170	177 180	188 190	197 200
17.	Термометр	33...43°	33,2 33,0	34,1 34,0	35,5 35,0	36,6 36,0	37,5 37,0	38,2 38,0	39,1 39,0	40,5 40,0	41,2 41,0	41,2 42,0
18.	Вольтметр	0...100 В	23 25	34 30	43 40	48 45	55 50	64 60	71 70	76 75	79 80	87 90
19.	Вольтметр	50...100 В	50 50	54 55	61 60	66 65	71 70	74 75	82 80	87 85	93 90	97 95
20.	Амперметр	0...10 А	1,0 1,0	2,1 2,0	2,9 3,0	4,2 4,0	5,2 5,0	5,8 6,0	7,0 7,0	8,3 8,0	9,1 9,0	9,8 10,0
21.	Психрометр	0...100%	10,0 10,0	19,5 20,0	29,4 30,0	39,0 40,0	49,5 50,0	58,0 60,0	69,0 70,0	78,0 80,0	89,0 90,0	100,0 100,0

№ п/п	Проверяемый прибор	Диапазон шкалы прибора	Измеренная величина, $X_{изм}$ Истинная величина, $X_{ист}$									
22	Весы	0...200 кг	20,0 20,0	34,2 34,0	40,5 40,0	57,1 57,0	58,5 58,2	63,4 63,0	71,6 71,0	85,2 85,0	94,5 94,0	110,3 110,1
23	Весы	0...150 кг	21 20	59 60	69 70	78 80	89 90	100 100	119 120	143 140	147 146	149 150
24	Весы	0...50 кг	4,5 5,0	9,0 10,0	14,5 15,0	19,0 20,0	25,0 25,0	31,0 30,0	35,5 35,0	40,5 40,0	44,0 45,0	49,0 50,0
25	Линейка	50...75 мм	51,0 51,1	56,0 56,2	58,2 58,4	61,0 61,2	63,4 63,5	66,2 66,4	68,0 68,1	72,1 72,2	73,0 73,1	74,2 74,3
26	Линейка	25...50 мм	33,2 33,0	34,1 34,0	35,5 35,0	36,6 36,0	37,5 37,0	38,2 38,0	39,1 30,0	40,5 40,0	41,2 41,0	41,2 42,0
27	Линейка	0...25 мм	2,0 1,8	3,6 3,4	4,2 4,0	5,5 5,4	10,5 10,3	16,4 16,2	18,1 18,0	19,8 19,6	22,2 22,1	24,1 24,0
28	Линейка	0...160 мм	10,1 10,3	12,4 12,6	15,2 15,3	20,4 20,6	44,3 44,5	58,0 58,2	63,5 63,7	85,4 85,5	91,0 91,2	120,6 120,8
29	Вольтметр	0...24 В	1,6 1,8	3,4 3,6	4,0 4,2	5,4 5,5	10,3 10,5	16,2 16,4	18,0 18,1	19,6 19,8	22,1 22,2	24,0 24,0
30	Вольтметр	0...200 В	10,3 10,1	12,6 12,4	15,3 15,2	20,6 20,4	44,5 44,3	58,2 58,0	63,7 63,5	85,5 85,4	91,2 91,0	175,4 175,2
31	Вольтметр	0...230 В	25 23	30 34	40 43	45 48	50 55	60 64	70 71	75 76	80 79	90 87
32	Амперметр	0...50 А	1,0 1,0	2,0 2,1	3,0 2,9	4,0 4,2	5,0 5,2	6,0 5,8	7,0 7,0	8,0 8,3	9,0 9,1	10,0 9,8
33	Манометр	0...500 кг/см ²	20 21	60 59	102 100	119 120	140 143	180 181	200 202	250 249	300 301	400 402

Контрольные вопросы:

1. Дать определение класса точности прибора.
2. Какие бывают классы точности приборов и как они обозначаются?
3. Дать определение Основной погрешности измерения.
4. Дать определение Дополнительной погрешности измерения.
5. Дать определение относительной погрешности.
6. Дать определение абсолютной погрешности

Расчётно-графическая работа №4

Тема: «Обработка результатов прямых многократных измерений»
(2 часа)

План-содержание работы

1. Цель и задачи.
2. Исходные данные.
3. Методика выполнения работы.
4. Выполнение обработки данных по индивидуальным вариантам.
5. Разработка графиков.
6. Список использованных литературных источников.

Последовательность обработки результатов прямых многократных измерений состоит из ряда этапов. Разберем все этапы в упрощенном виде, понятном для обучающихся.

1. Исключают известные систематические погрешности из результатов измерений.

2. Вычисляют оценку измеряемой величины.

На этом этапе определяются среднее арифметическое значение $\bar{x}$:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

3. Вычисляют среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

4. Проверяют наличие грубых погрешностей и при необходимости исключают их.

Если грубые погрешности были обнаружены и исключены из результатов измерений, производится повторный расчет оценок среднего арифметического значения и его СКО по пунктам 2 и 3.

Для исключения грубых погрешностей, согласно ГОСТ 8.736-2011, используют критерий Граббса. Статистический критерий Граббса основан на предположении о том, что группа результатов измерений принадлежит нормальному распределению. Для этого вычисляют критерии Граббса G_1 и G_2 , предполагая, что наибольший $x_{\max}$ или наименьший $x_{\min}$ результат измерений вызван грубыми погрешностями:

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{s},$$

$$G_2 = \frac{|\bar{x} - x_{\min}|}{s}.$$

Сравнивают G_1 и G_2 с теоретическим значением G_T критерия Граббса при выбранном уровне значимости.

Если $G_1 > G_T$, то $x_{\max}$ исключают как маловероятное значение. Если $G_2 > G_T$, то $x_{\min}$ исключают как маловероятное значение.

Если $G_1 \leq G_T$, то $x_{\max}$ не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений. Если $G_2 \leq G_T$, то $x_{\min}$ не считают промахом и его сохраняют в ряду результатов измерений.

5. Определение закона распределения результатов измерений.

Для предварительной оценки вида распределения по полученным данным строят гистограмму распределений или полигон распределения. По виду построенных зависимостей может быть оценен закон распределения результатов измерений.

6. Оценка закона распределения по статистическим критериям

При числе измерений $n > 50$ для идентификации закона распределения используется критерий Пирсона. При $50 > n > 15$ для проверки нормальности закона распределения применяется составной критерий. При $n < 15$ принадлежность экспериментального распределения к нормальному не проверяется.

7. Вычисляют доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины ε .

$$\varepsilon = \pm t \cdot S_x,$$

где $S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$ - СКО среднего арифметического (оценки измеряемой величины);

t - коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов измерений n находят по таблице из ГОСТа.

8. Определение границ неисключенной систематической погрешности результата измерения.

Под этими границами понимают найденные нестатистическими методами границы интервала, внутри которого находится неисключенная систематическая погрешность. Границы неисключенной систематической погрешности принимаются равными пределам допускаемых основных и дополнительных погрешностей измерительных приборов, если их случайные составляющие пренебрежимо малы.

Если границы неисключенной систематической погрешности и оценка СКО результата измерения S связаны соотношением

$$\theta < 0,8S,$$

то следует пренебречь систематической составляющей погрешности и учитывать только случайную погрешность результата $\Delta = \varepsilon$.

Если же имеет место неравенство

$$\theta > 0,8S,$$

то, наоборот, следует пренебречь случайной составляющей и результат характеризовать лишь границами его суммарной систематической погрешности $\Delta = \theta$.

Погрешность, возникающая из-за пренебрежения одной из

составляющих погрешности, при выполнении указанных неравенств не превышает 15%.

9. Вычисление доверительных границ погрешности оценки измеряемой величины.

Доверительные границы результата измерения устанавливаются погрешностью $\pm \Delta$. Границы могут быть заданы как симметричными, так и несимметричными, они зависят от выбранной доверительной вероятности. Чаще используются доверительные границы с двухсторонней вероятностью.

За погрешность результата измерения может быть принято:

- а) только случайная составляющая погрешности;
- б) систематическая составляющая погрешности;
- в) композиция случайной и систематической составляющих погрешностей.

Характеристики погрешности измерений указываются в единицах измеряемой величины (абсолютные) и в процентах (относительные) относительно результатов измерений.

Если за погрешность оценки измеряемой величины принимается композиция случайной и систематической составляющих погрешностей, то

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma},$$

где K - коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и систематической погрешности.

$$K = \frac{\varepsilon + \theta}{S_x + S_{\theta}},$$

где S_{θ} - СКО систематической погрешности.

$$S_{\theta} = \frac{\theta}{\sqrt{3}}.$$

$S_{\Sigma} = \sqrt{S_x^2 + S_{\theta}^2}$ - суммарное СКО оценки измеряемой величины.

10. Запись результата измерения.

Результат измерения записывается в виде $x = \bar{x} \pm \Delta$ при доверительной вероятности P . Округление результата измерения вместе с погрешностью производится по правилам округления.

Варианты

$\sigma = 0,06$

Результаты измерений/вариант 1

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	25,03		
2	25,02		
3	25,04		
4	25,04		
5	25,04		
6	25,07		
7	25,06		
8	25,07		
9	25,02		
10	25,02		
11	25,05		
12	25,02		
13	25,05		
14	25,06		
15	25,01		
16	25,06		
17	25,05		
18	25,08		
19	25,04		
20	25,02		
21	25,07		
22	25,07		
23	25,03		
24	25,03		
25	25,01		
26	25,04		
27	25,06		
28	25,07		
29	25,04		
30	25,05		
31	25,06		
32	25,03		
33	25,02		
34	25,04		
35	25,05		
36	25,05		
37	25,01		
38	25,07		
39	25,06		
40	25,02		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,31$$

Результаты измерений/вариант 2

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	51,4		
2	51,0		
3	51,7		
4	51,5		
5	51,6		
6	51,2		
7	51,4		
8	51,9		
9	51,6		
10	51,4		
11	51,7		
12	51,2		
13	51,9		
14	51,7		
15	51,9		
16	51,8		
17	51,2		
18	51,2		
19	51,9		
20	51,5		
21	51,5		
22	51,7		
23	51,3		
24	51,4		
25	51,3		
26	51,3		
27	51,8		
28	51,1		
29	51,9		
30	51,9		
31	51,7		
32	51,4		
33	51,0		
34	51,5		
35	51,2		
36	51,6		
37	51,3		
38	51,5		
39	51,2		
40	51,0		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\theta = 0,7$$

Результаты измерений/вариант 3

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	15,3		
2	15,2		
3	15,1		
4	15,1		
5	15,6		
6	15,4		
7	15,3		
8	15,7		
9	15,6		
10	15,3		
11	15,7		
12	15,5		
13	15,1		
14	15,6		
15	15,5		
16	15,8		
17	15,1		
18	15,1		
19	15,6		
20	15,2		
21	15,7		
22	15,7		
23	15,2		
24	15,3		
25	15,0		
26	15,2		
27	15,0		
28	15,7		
29	15,3		
30	15,1		
31	15,5		
32	15,6		
33	15,2		
34	15,3		
35	15,4		
36	15,1		
37	15,0		
38	15,4		
39	15,4		
40	15,4		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\Theta = 0,5$$

Результаты измерений/вариант 4

№изм/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0,3		
2	0,8		
3	0,7		
4	0,7		
5	0,2		
6	0,5		
7	0,2		
8	0,4		
9	0,2		
10	0,3		
11	0,1		
12	0,2		
13	0,2		
14	0,2		
15	0,2		
16	0,4		
17	0,3		
18	0,6		
19	0,7		
20	0,5		
21	0,4		
22	0,7		
23	0,7		
24	0,3		
25	0,5		
26	0,4		
27	0,5		
28	0,1		
29	0,1		
30	0,6		
31	0,1		
32	0,6		
33	0,6		
34	0,6		
35	0,4		
36	0,3		
37	0,8		
38	0,5		
39	0,5		
40	0,4		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,29$$

Результаты измерений/вариант 5

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	4,1		
2	4,1		
3	4,1		
4	4,9		
5	4,1		
6	4,6		
7	4,8		
8	4,5		
9	4,7		
10	4,9		
11	4,8		
12	4,8		
13	4,7		
14	4,3		
15	4,9		
16	4,6		
17	4,1		
18	4,7		
19	4,5		
20	4,3		
21	4,6		
22	4,6		
23	4,8		
24	4,7		
25	4,1		
26	4,1		
27	4,8		
28	4,8		
29	4,8		
30	4,6		
31	4,8		
32	4,9		
33	4,4		
34	4,6		
35	4,2		
36	4,2		
37	4,3		
38	4,0		
39	4,0		
40	4,8		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,21$$

Результаты измерений/вариант 6

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1,02		
2	1,01		
3	1,00		
4	1,05		
5	1,04		
6	1,04		
7	1,05		
8	1,03		
9	1,02		
10	1,04		
11	1,05		
12	1,04		
13	1,04		
14	1,07		
15	1,07		
16	1,04		
17	1,02		
18	1,00		
19	1,07		
20	1,02		
21	1,02		
22	1,00		
23	1,00		
24	1,07		
25	1,05		
26	1,01		
27	1,05		
28	1,05		
29	1,02		
30	1,05		
31	1,05		
32	1,00		
33	1,07		
34	1,02		
35	1,07		
36	1,01		
37	1,06		
38	1,03		
39	1,05		
40	1,04		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,19$$

Результаты измерений/вариант 7

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	5,0		
2	5,5		
3	5,1		
4	5,7		
5	5,5		
6	5,8		
7	5,0		
8	5,5		
9	5,0		
10	5,3		
11	5,7		
12	5,6		
13	5,3		
14	5,1		
15	5,4		
16	5,4		
17	5,2		
18	5,1		
19	5,4		
20	5,4		
21	5,2		
22	5,1		
23	5,3		
24	5,3		
25	5,7		
26	5,5		
27	5,1		
28	5,2		
29	5,5		
30	5,0		
31	5,4		
32	5,3		
33	5,5		
34	5,5		
35	5,1		
36	5,5		
37	5,3		
38	5,5		
39	5,1		
40	5,0		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,07$$

Результаты измерений/вариант 8

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	11,2		
2	11,2		
3	11,4		
4	11,7		
5	11,2		
6	11,4		
7	11,5		
8	11,7		
9	11,3		
10	11,3		
11	11,7		
12	11,1		
13	11,6		
14	11,8		
15	11,8		
16	11,3		
17	11,5		
18	11,6		
19	11,2		
20	11,2		
21	11,7		
22	11,5		
23	11,2		
24	11,2		
25	11,8		
26	11,8		
27	11,3		
28	11,7		
29	11,9		
30	11,4		
31	11,5		
32	11,2		
33	11,3		
34	11,3		
35	11,5		
36	11,5		
37	11,9		
38	11,6		
39	11,1		
40	11,4		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,16$$

Результаты измерений/вариант 9

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1,5		
2	1,1		
3	1,3		
4	1,5		
5	1,4		
6	1,1		
7	1,5		
8	1,3		
9	1,5		
10	1,6		
11	1,2		
12	1,5		
13	1,5		
14	1,1		
15	1,3		
16	1,8		
17	1,5		
18	1,4		
19	1,4		
20	1,2		
21	1,4		
22	1,4		
23	1,0		
24	1,7		
25	1,2		
26	1,6		
27	1,7		
28	1,0		
29	1,8		
30	1,0		
31	1,4		
32	1,2		
33	1,7		
34	1,0		
35	1,1		
36	1,3		
37	1,6		
38	1,3		
39	1,1		
40	1,7		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,4$$

Результаты измерений/вариант 10

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	45,07		
2	45,06		
3	45,04		
4	45,06		
5	45,02		
6	45,08		
7	45,03		
8	45,06		
9	45,06		
10	45,05		
11	45,05		
12	45,01		
13	45,07		
14	45,05		
15	45,08		
16	45,02		
17	45,05		
18	45,04		
19	45,02		
20	45,02		
21	45,07		
22	45,02		
23	45,04		
24	45,03		
25	45,01		
26	45,07		
27	45,05		
28	45,03		
29	45,05		
30	45,07		
31	45,06		
32	45,01		
33	45,05		
34	45,01		
35	45,05		
36	45,05		
37	45,04		
38	45,05		
39	45,02		
40	45,06		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,22$$

Результаты измерений/вариант 11

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	3,5		
2	3,7		
3	3,4		
4	3,5		
5	3,4		
6	3,8		
7	3,5		
8	3,2		
9	3,0		
10	3,8		
11	3,1		
12	3,4		
13	3,5		
14	3,2		
15	3,7		
16	3,0		
17	3,3		
18	3,7		
19	3,7		
20	3,3		
21	3,7		
22	3,4		
23	3,6		
24	3,8		
25	3,8		
26	3,8		
27	3,1		
28	3,0		
29	3,2		
30	3,3		
31	3,2		
32	3,3		
33	3,6		
34	3,0		
35	3,3		
36	3,2		
37	3,1		
38	3,7		
39	3,2		
40	3,0		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\Theta = 0,6$$

Результаты измерений/вариант 12

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	10,7		
2	10,2		
3	10,6		
4	10,7		
5	10,2		
6	10,6		
7	10,3		
8	10,7		
9	10,6		
10	10,5		
11	10,2		
12	10,6		
13	10,3		
14	10,7		
15	10,5		
16	10,3		
17	10,6		
18	10,3		
19	10,8		
20	10,8		
21	10,4		
22	10,7		
23	10,2		
24	10,6		
25	10,4		
26	10,6		
27	10,5		
28	10,5		
29	10,2		
30	10,5		
31	10,7		
32	10,8		
33	10,3		
34	10,6		
35	10,8		
36	10,1		
37	10,7		
38	10,8		
39	10,1		
40	10,2		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,17$$

Результаты измерений/вариант 13

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	56		
2	53		
3	52		
4	56		
5	56		
6	51		
7	58		
8	52		
9	53		
10	52		
11	57		
12	55		
13	54		
14	54		
15	51		
16	53		
17	54		
18	56		
19	55		
20	53		
21	55		
22	54		
23	55		
24	56		
25	52		
26	52		
27	54		
28	53		
29	56		
30	53		
31	58		
32	52		
33	56		
34	54		
35	55		
36	56		
37	58		
38	51		
39	57		
40	55		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\Theta = 0,8$$

Результаты измерений/вариант 14

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	7,3		
2	7,6		
3	7,1		
4	7,6		
5	7,3		
6	7,4		
7	7,1		
8	7,7		
9	7,5		
10	7,4		
11	7,1		
12	7,3		
13	7,7		
14	7,3		
15	7,5		
16	7,2		
17	7,7		
18	7,3		
19	7,3		
20	7,5		
21	7,7		
22	7,5		
23	7,2		
24	7,7		
25	7,3		
26	7,3		
27	7,2		
28	7,2		
29	7,2		
30	7,4		
31	7,6		
32	7,2		
33	7,3		
34	7,3		
35	7,7		
36	7,5		
37	7,3		
38	7,7		
39	7,3		
40	7,4		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,03$$

Результаты измерений/вариант 15

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0,15		
2	0,17		
3	0,14		
4	0,18		
5	0,13		
6	0,16		
7	0,14		
8	0,15		
9	0,16		
10	0,14		
11	0,13		
12	0,16		
13	0,14		
14	0,13		
15	0,16		
16	0,14		
17	0,11		
18	0,15		
19	0,17		
20	0,14		
21	0,13		
22	0,15		
23	0,13		
24	0,17		
25	0,16		
26	0,17		
27	0,12		
28	0,14		
29	0,17		
30	0,11		
31	0,13		
32	0,17		
33	0,13		
34	0,12		
35	0,12		
36	0,15		
37	0,11		
38	0,15		
39	0,13		
40	0,13		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,2$$

Результаты измерений/вариант 16

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2,8		
2	2,9		
3	2,5		
4	2,8		
5	2,5		
6	2,6		
7	2,5		
8	2,6		
9	2,3		
10	2,2		
11	2,1		
12	2,2		
13	2,7		
14	2,2		
15	2,6		
16	2,2		
17	2,6		
18	2,5		
19	2,4		
20	2,4		
21	2,2		
22	2,1		
23	2,5		
24	2,3		
25	2,3		
26	2,2		
27	2,8		
28	2,8		
29	2,7		
30	2,2		
31	2,6		
32	2,4		
33	2,2		
34	2,2		
35	2,4		
36	2,8		
37	2,6		
38	2,3		
39	2,5		
40	2,6		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,07$$

Результаты измерений/вариант 17

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	20,7		
2	20,3		
3	20,5		
4	20,1		
5	20,9		
6	20,9		
7	20,3		
8	20,3		
9	20,0		
10	20,9		
11	20,1		
12	20,1		
13	20,8		
14	20,8		
15	20,8		
16	20,1		
17	20,9		
18	20,9		
19	20,5		
20	20,2		
21	20,5		
22	20,9		
23	20,6		
24	20,7		
25	20,7		
26	20,9		
27	20,8		
28	20,6		
29	20,3		
30	20,1		
31	20,3		
32	20,4		
33	20,1		
34	20,6		
35	20,8		
36	20,6		
37	20,6		
38	20,0		
39	20,4		
40	20,2		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,009$$

Результаты измерений/вариант 18

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	15,04		
2	15,05		
3	15,02		
4	15,05		
5	15,05		
6	15,07		
7	15,07		
8	15,03		
9	15,08		
10	15,03		
11	15,06		
12	15,02		
13	15,08		
14	15,03		
15	15,03		
16	15,07		
17	15,04		
18	15,06		
19	15,05		
20	15,03		
21	15,02		
22	15,04		
23	15,06		
24	15,03		
25	15,05		
26	15,06		
27	15,02		
28	15,02		
29	15,05		
30	15,05		
31	15,04		
32	15,06		
33	15,05		
34	15,02		
35	15,02		
36	15,04		
37	15,06		
38	15,05		
39	15,06		
40	15,05		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\theta = 0,6$$

Результаты измерений/вариант 19

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	6,8		
2	6,8		
3	6,7		
4	6,9		
5	6,2		
6	6,1		
7	6,2		
8	6,7		
9	6,3		
10	6,3		
11	6,9		
12	6,8		
13	6,4		
14	6,5		
15	6,3		
16	6,5		
17	6,8		
18	6,5		
19	6,6		
20	6,6		
21	6,2		
22	6,9		
23	6,5		
24	6,2		
25	6,2		
26	6,6		
27	6,1		
28	6,4		
29	6,5		
30	6,8		
31	6,2		
32	6,3		
33	6,3		
34	6,1		
35	6,1		
36	6,7		
37	6,3		
38	6,6		
39	6,1		
40	6,3		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,09$$

Результаты измерений/вариант 20

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	9,03		
2	9,07		
3	9,04		
4	9,03		
5	9,03		
6	9,04		
7	9,04		
8	9,08		
9	9,03		
10	9,06		
11	9,05		
12	9,03		
13	9,04		
14	9,07		
15	9,01		
16	9,05		
17	9,07		
18	9,07		
19	9,05		
20	9,04		
21	9,01		
22	9,07		
23	9,01		
24	9,03		
25	9,05		
26	9,07		
27	9,08		
28	9,04		
29	9,03		
30	9,04		
31	9,03		
32	9,05		
33	9,03		
34	9,04		
35	9,01		
36	9,06		
37	9,06		
38	9,06		
39	9,06		
40	9,02		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,25$$

Результаты измерений/вариант 21

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0,57		
2	0,52		
3	0,54		
4	0,56		
5	0,53		
6	0,53		
7	0,58		
8	0,53		
9	0,52		
10	0,53		
11	0,59		
12	0,57		
13	0,52		
14	0,57		
15	0,54		
16	0,58		
17	0,56		
18	0,55		
19	0,58		
20	0,52		
21	0,52		
22	0,55		
23	0,52		
24	0,56		
25	0,57		
26	0,58		
27	0,57		
28	0,54		
29	0,53		
30	0,52		
31	0,59		
32	0,58		
33	0,56		
34	0,53		
35	0,54		
36	0,58		
37	0,53		
38	0,58		
39	0,52		
40	0,52		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,12$$

Результаты измерений/вариант 22

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0,53		
2	0,59		
3	0,52		
4	0,53		
5	0,53		
6	0,54		
7	0,58		
8	0,56		
9	0,54		
10	0,56		
11	0,55		
12	0,57		
13	0,59		
14	0,57		
15	0,56		
16	0,56		
17	0,54		
18	0,57		
19	0,54		
20	0,52		
21	0,51		
22	0,56		
23	0,56		
24	0,55		
25	0,51		
26	0,52		
27	0,53		
28	0,55		
29	0,57		
30	0,55		
31	0,57		
32	0,57		
33	0,51		
34	0,53		
35	0,57		
36	0,52		
37	0,59		
38	0,56		
39	0,52		
40	0,55		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,4$$

Результаты измерений/вариант 23

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	35,1		
2	35,7		
3	35,5		
4	35,2		
5	35,5		
6	35,4		
7	35,6		
8	35,2		
9	35,1		
10	35,3		
11	35,4		
12	35,1		
13	35,6		
14	35,4		
15	35,4		
16	35,8		
17	35,8		
18	35,5		
19	35,6		
20	35,3		
21	35,4		
22	35,3		
23	35,8		
24	35,8		
25	35,7		
26	35,6		
27	35,6		
28	35,1		
29	35,5		
30	35,4		
31	35,7		
32	35,0		
33	35,0		
34	35,5		
35	35,7		
36	35,0		
37	35,2		
38	35,7		
39	35,2		
40	35,6		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,06$$

Результаты измерений/вариант 24

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	15,3		
2	15,7		
3	15,4		
4	15,8		
5	15,1		
6	15,1		
7	15,2		
8	15,3		
9	15,1		
10	15,6		
11	15,8		
12	15,5		
13	15,3		
14	15,6		
15	15,7		
16	15,2		
17	15,5		
18	15,9		
19	15,3		
20	15,6		
21	15,8		
22	15,7		
23	15,1		
24	15,4		
25	15,4		
26	15,3		
27	15,5		
28	15,3		
29	15,0		
30	15,7		
31	15,2		
32	15,4		
33	15,3		
34	15,6		
35	15,7		
36	15,1		
37	15,6		
38	15,3		
39	15,1		
40	15,4		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,05$$

Результаты измерений/вариант 25

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1,3		
2	1,7		
3	1,7		
4	1,2		
5	1,2		
6	1,4		
7	1,5		
8	1,1		
9	1,1		
10	1,9		
11	1,8		
12	1,6		
13	1,5		
14	1,1		
15	1,8		
16	1,7		
17	1,1		
18	1,6		
19	1,7		
20	1,6		
21	1,6		
22	1,5		
23	1,5		
24	1,2		
25	1,7		
26	1,5		
27	1,6		
28	1,3		
29	1,4		
30	1,9		
31	1,5		
32	1,8		
33	1,4		
34	1,9		
35	1,5		
36	1,7		
37	1,4		
38	1,1		
39	1,4		
40	1,6		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,15$$

Результаты измерений/вариант 26

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0,32		
2	0,34		
3	0,34		
4	0,36		
5	0,32		
6	0,37		
7	0,36		
8	0,31		
9	0,36		
10	0,34		
11	0,34		
12	0,33		
13	0,36		
14	0,35		
15	0,32		
16	0,37		
17	0,37		
18	0,37		
19	0,34		
20	0,34		
21	0,35		
22	0,31		
23	0,38		
24	0,37		
25	0,38		
26	0,33		
27	0,36		
28	0,32		
29	0,33		
30	0,37		
31	0,31		
32	0,32		
33	0,36		
34	0,38		
35	0,38		
36	0,35		
37	0,35		
38	0,38		
39	0,31		
40	0,34		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$$\sigma = 0,08$$

Результаты измерений/вариант 27

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	25,04		
2	25,03		
3	25,06		
4	25,02		
5	25,02		
6	25,01		
7	25,05		
8	25,06		
9	25,04		
10	25,07		
11	25,01		
12	25,04		
13	25,07		
14	25,03		
15	25,06		
16	25,03		
17	25,02		
18	25,05		
19	25,08		
20	25,05		
21	25,04		
22	25,03		
23	25,05		
24	25,04		
25	25,03		
26	25,01		
27	25,02		
28	25,04		
29	25,02		
30	25,03		
31	25,08		
32	25,02		
33	25,01		
34	25,03		
35	25,05		
36	25,07		
37	25,01		
38	25,08		
39	25,03		
40	25,03		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

Результаты измерений/вариант 28

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	51,2		
2	51,8		
3	51,1		
4	51,8		
5	51,5		
6	51,3		
7	51,4		
8	51,6		
9	51,5		
10	51,5		
11	51,7		
12	51,5		
13	51,0		
14	51,6		
15	51,2		
16	51,4		
17	51,4		
18	51,4		
19	51,2		
20	51,4		
21	51,5		
22	51,7		
23	51,0		
24	51,4		
25	51,5		
26	51,3		
27	51,1		
28	51,3		
29	51,6		
30	51,5		
31	51,7		
32	51,4		
33	51,6		
34	51,4		
35	51,4		
36	51,9		
37	51,4		
38	51,4		
39	51,2		
40	51,7		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

Результаты измерений/вариант 29

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	15,3		
2	15,7		
3	15,3		
4	15,6		
5	15,1		
6	15,3		
7	15,3		
8	15,6		
9	15,0		
10	15,8		
11	15,2		
12	15,2		
13	15,3		
14	15,4		
15	15,8		
16	15,7		
17	15,6		
18	15,3		
19	15,8		
20	15,4		
21	15,4		
22	15,6		
23	15,2		
24	15,8		
25	15,5		
26	15,3		
27	15,4		
28	15,2		
29	15,5		
30	15,3		
31	15,6		
32	15,0		
33	15,7		
34	15,0		
35	15,6		
36	15,4		
37	15,7		
38	15,5		
39	15,6		
40	15,3		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$\Theta=0,4$

Результаты измерений/вариант 30

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0,6		
2	0,7		
3	0,3		
4	0,2		
5	0,6		
6	0,4		
7	0,1		
8	0,7		
9	0,2		
10	0,8		
11	0,5		
12	0,4		
13	0,5		
14	0,2		
15	0,3		
16	0,2		
17	0,1		
18	0,4		
19	0,2		
20	0,5		
21	0,8		
22	0,1		
23	0,5		
24	0,8		
25	0,7		
26	0,6		
27	0,3		
28	0,1		
29	0,3		
30	0,7		
31	0,7		
32	0,6		
33	0,2		
34	0,3		
35	0,7		
36	0,8		
37	0,5		
38	0,2		
39	0,7		
40	0,4		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$\Theta=0,6$

Результаты измерений/вариант 31

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	4,1		
2	4,9		
3	4,3		
4	4,7		
5	4,6		
6	4,7		
7	4,4		
8	4,9		
9	4,6		
10	4,6		
11	4,1		
12	4,1		
13	4,6		
14	4,5		
15	4,2		
16	4,9		
17	4,2		
18	4,3		
19	4,4		
20	4,5		
21	4,2		
22	4,4		
23	4,3		
24	4,1		
25	4,4		
26	4,1		
27	4,6		
28	4,0		
29	4,3		
30	4,0		
31	4,4		
32	4,0		
33	4,4		
34	4,8		
35	4,5		
36	4,6		
37	4,4		
38	4,4		
39	4,4		
40	4,3		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$\Theta=0,3$

Результаты измерений/вариант 32

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1,05		
2	1,08		
3	1,02		
4	1,00		
5	1,06		
6	1,04		
7	1,01		
8	1,03		
9	1,06		
10	1,05		
11	1,01		
12	1,00		
13	1,03		
14	1,00		
15	1,07		
16	1,03		
17	1,02		
18	1,01		
19	1,02		
20	1,05		
21	1,05		
22	1,02		
23	1,05		
24	1,05		
25	1,07		
26	1,04		
27	1,03		
28	1,03		
29	1,04		
30	1,07		
31	1,06		
32	1,07		
33	1,02		
34	1,07		
35	1,07		
36	1,02		
37	1,03		
38	1,02		
39	1,03		
40	1,07		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

$\Theta=0,06$

Результаты измерений/вариант 33

№п/п	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	5,1		
2	5,1		
3	5,1		
4	5,4		
5	5,2		
6	5,3		
7	5,7		
8	5,8		
9	5,2		
10	5,0		
11	5,6		
12	5,1		
13	5,8		
14	5,3		
15	5,4		
16	5,2		
17	5,1		
18	5,4		
19	5,7		
20	5,3		
21	5,3		
22	5,7		
23	5,3		
24	5,1		
25	5,0		
26	5,3		
27	5,1		
28	5,6		
29	5,1		
30	5,5		
31	5,4		
32	5,3		
33	5,1		
34	5,1		
35	5,7		
36	5,0		
37	5,5		
38	5,3		
39	5,3		
40	5,2		
	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i =$		$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 =$

Контрольные вопросы:

1. Дать определение прямых многократных измерений.
2. Что такое гистограмма распределения результатов измерений?
3. Что такое полигон распределения результатов измерений?

4. Что такое «систематическая погрешность результата измерения»?
5. Что такое среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений?

Расчётно-графическая работа №5

Тема: «Обработка результатов косвенных измерений»

(2 часа)

План-содержание работы

1. Цель и задачи.
2. Исходные данные.
3. Методика выполнения работы.
4. Выполнение обработки данных по индивидуальным вариантам.
5. Список использованных литературных источников.

Методика выполнения работы:

1. Искомое значение Y связано с i измеряемыми аргументами $x_1, x_2, \dots, x_m$ уравнением:

$$Y = b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_m \cdot x_m,$$

где $b_1, b_2, \dots, b_m$ - постоянные коэффициенты при аргументах.

2. На первом этапе оцениваются каждое слагаемое $b_i \cdot x_i$ как косвенно измеряемую величину, полученную в результате произведения двух измеряемых величин.

3. На втором этапе находят оценку измеряемой величины $\bar{Y}$.

Результат $\bar{Y}$ вычисляется по формуле:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^m b_i \cdot \bar{x}_i,$$

где $\bar{x}_i$ - результат измерения i -го аргумента;

m - число аргументов.

4. Оценка среднего квадратического отклонения измерения вычисляется по формуле:

$$S_Y = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2 \cdot S_{x_i}^2},$$

где S_{x_i} - оценка среднего квадратического отклонения измерения аргумента.

5. Задача определения погрешности косвенного измерения в этих случаях делится на три этапа:

- а) суммирование частных систематических погрешностей аргументов;
- б) суммирование частных случайных погрешностей аргументов;
- в) сложение систематической и случайной составляющих погрешности.

6. Доверительная граница систематической погрешности косвенного измерения определяется по формуле:

$$\theta_Y = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2 \cdot \theta_{x_i}^2},$$

где θ_{x_i} - доверительная граница систематической погрешности среднего

значения аргумента x_i .

7. При нормальном распределении погрешностей косвенного измерения доверительная граница случайной составляющей погрешности вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = \pm t \cdot S_p,$$

где t – квантиль Стьюдента при доверительной вероятности P .

8. Доверительная граница суммарной погрешности результата косвенного измерения определяется по правилам обработки результатов прямого измерения.

9. Запись результата производится также аналогично обработке результатов прямых многократных измерений с учетом правил округления.

Варианты для работы используются из РГР № 3.

Контрольные вопросы:

1. Что такое прямые измерения?
2. Что такое косвенные измерения?
3. Дать определение среднего квадратического отклонения.
4. Дать определение погрешности.
5. Что такое коэффициент Стьюдента?
6. Дать определение суммарной погрешности результата измерения.

Расчётно-графическая работа №6

Тема: «Категории и виды стандартов»

(2 часа)

План-содержание работы

1. Цель и задачи.
2. Исходные данные.
3. Методика выполнения работы.
4. Выполнение исследований стандартов, их характеристик по индивидуальным вариантам. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1

№ стандарта	Название стандарта	Вид	Категория

Сравнить структуру стандартов разных видов. Результаты занести в таблицу 2

Таблица 2

№ стандарта	Название стандарта	Объект стандартизации	Структурные элементы

Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению стандартов, принятых на территории РФ, установлены в ГОСТ Р 1.5 - 92 и ГОСТ 1.5 - 93. Требования ГОСТ могут быть обязательные, либо рекомендательные.

Варианты

№ варианта	Задания: ГОСТы
1	1) 8.009-84 2) 10392-89
2	1) 8.010-2013 2) 12026-76
3	1) 8.134-98 2) 12.0.003-74
4	1) 166-89 2) 12.1.001-89
5	1) 427-75 2) 12.1.007-76
6	1) 4226-2012 2) 12.1.014-84
7	1) 4381-87 2) 12.1.029-80
8	1) 5648-90 2) 12.1.047-85
9	1) 6507-90 2) 12.3.029-82
10	1) 7606-2005 2) 10117.2-2001
11	1) 14043-2001 2) 10146-74
12	1) 19300-86 2) 10157-79
13	1) 19823-74 2) 10163-76
14	1) 24026-80 2) 10272-87
15	1) 24389-89 2) 10398-76
16	1) 25346-89 2) 10485-75
17	1) 25347-82 2) 10554-74
18	1) 26600-98 2) 10555-75
19	1) 27384-2002 2) 10958-78
20	1) 4.204-79 2) 2678-94

21	1) 7076-99 2) 8242-88
22	1) 16297-80 2) 25621-83
23	1) 28575-90 2) 23426-79
24	1) 15867-79 2) 19111-77
25	1) 30412-96 2) 24846-81
26	1) 12730.1-78 2) 31383-2008
27	1) 26633-91 2) 9416-83
28	1) 5781-82 2) 6727-80
29	1) 10884-94 2) 6009-74
30	1) 54369-2011 2) 11042-90
31	1) 6629-88 2) 8242-88
32	1) 22406-77 2) 25535-82
33	1) 23961-80 2) 24451-80
34	1) 26775-97 2) 17624-2012
35	1) 22904-93 2) 12.4.135-84
36	1) 12.4.137-84 2) 17.1.4.02-90
37	1) 24.104-85 2) 23.301-78
38	1) 27.004-85 2) 30.001-83
39	1) 27.503-81 2) 447-91
40	1) 1923-78 2) 2841-80
41	1) 4751-73 2) 472-75
42	1) 608-93 2) 657-79

Контрольные вопросы:

1. Цели стандартизации.
2. Принципы стандартизации.
3. Определение стандарта как нормативного документа.
4. Перечислить виды стандартов.
5. Перечислить категории стандартов.

Расчётно-графическая работа №7

Тема: «Проверка соответствия текстовых и графических документов требованиям ГОСТ 2.105-95 ЕСКД»

(2 часа)

План-содержание работы

1. Цель и задачи.
2. Исходные данные.
3. Методика выполнения работы.
4. Выполнение нормоконтроля по индивидуальным вариантам.
5. Заполнение таблицы 1 по итогам нормоконтроля.
6. Список использованных литературных источников.

Перечень замечаний нормоконтролера

Таблица 1

Обозначение документа	Документ	Содержание замечания

Содержание отчёта:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Заполненная таблица 1.
4. Выводы.

Образцы текстовых документов и графических работ выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные требования к оформлению формул.
2. Назовите основные требования к оформлению рисунков.
3. Назовите основные требования к оформлению таблиц.
4. Назовите основные требования к оформлению списка литературы (ГОСТ 7.1-2003)

Расчётно-графическая работа №8

Тема: «Анализ сертификата соответствия».

(2 час)

План-содержание работы

1. Цель и задачи.
2. Исходные данные.
3. Методика выполнения работы.
4. Выполнение анализа сертификата по индивидуальным вариантам.
5. Список использованных литературных источников.

Задание: Проанализировать все позиции сертификата соответствия и письменно ответить на следующие вопросы:

1. В какой системе выдан сертификат?

2. Привести знак (логотип) системы сертификации

3. Орган по сертификации, выдавший сертификат соответствия

4. Срок действия сертификата соответствия

5. На какую продукцию выдан сертификат

6. Изготовитель продукции

7. Каким нормативным документам соответствует данная продукция

8. На основании каких документов выдан сертификат соответствия

9. Характер системы сертификации

10. Какую цель преследует данный сертификат

11. На основании анализа заданного сертификата соответствия написать выводы о его годности

Копии сертификатов продукции для изучения выдаются преподавателем.

Вопросы к зачету

1. Предмет и задачи метрологии.
2. Классификация физических величин.
3. Единицы физических величин и их развитие.
4. Принципы образования системы единиц физических величин.
5. Основные и дополнительные единицы СИ.
6. Производные единицы механических величин.
7. Размерность физических величин.
8. Дольные и кратные единицы.
9. Сущность процесса измерения
10. Классификация измерений
11. Методы измерений(с примерами).
12. Классификация средства измерений.
13. Эталоны.
14. Поверка средств измерений
15. Калибровка средств измерений
16. Погрешности средств измерений. Классификация.
17. Класс точности средств измерений.
18. Виды погрешностей результатов измерений и их источники.
19. Алгоритмы обработки прямых многократных измерений.
20. Особенности обработки результатов однократных измерений.
21. Косвенные измерения. Обработка результатов косвенных измерений.
22. Правовые основы метрологической деятельности.
23. Государственная метрологическая служба.
24. Нормативная документация в области стандартизации.
25. Стандартизация. Цели и принципы.
26. Методы стандартизации.
27. Закон «О техническом регулировании». Технический регламент.