МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра технологии металлов и конструирования

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

по дисциплине «**Метрология, стандартизация и сертификация»**

## для направления подготовки (специальности)

## 23.03.01 – Технология транспортных процессов

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) – 2 зачетных единицы.  
Форма текущего контроля в семестре – контрольная работа.  
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) – нет.  
Форма промежуточного контроля в семестре – зачет.

**Краткое содержание курса**

Перечень изучаемых тем, разделов дисциплины (модуля)

1. Физические величины, методы и средства измерений
2. Погрешности измерений, обработка результатов, выбор средств измерений
3. Основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)
4. Стандартизация
5. Сертификация

**Форма текущего контроля**

**Контрольная работа № 2 (5 семестр)**

Контрольная работа выполняется в виде расчетно-графического задания. Рекомендации по определению варианта, задания для выполнения контрольной работы, примеры выполнения заданий приведены ниже.

Оформление письменной работы согласно МИ 01-02-2018[Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](http://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny%27e_dokumenty%27_i_obrazcy%27_zayavlenij/Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра технологии металлов и конструирования

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к контрольной работе № 2**

**Дисциплина**: Метрология, стандартизация и сертификация

**Форма обучения**: заочная

Чита 2019

**1 Задания контрольной работы**

**Задание 1. Наименования и обозначения единиц физических величин**

Наименования единиц физических величин (таблица 1.1) представить в виде русских обозначений согласно заданиям по вариантам (таблица 1.2). Ответы представить в форме таблицы 1.3.

Таблица 1.2 – Задания по вариантам (M – последняя цифра номера зачетной книжки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **М** | Номера ячеек таблицы 1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **0** | 1 | 20 | 21 | 40 | 41 | 60 | 61 | 80 | 81 | 15 | 16 | 35 | 36 | 55 | 56 | 75 | 76 | 10 | 11 | 30 |
| **1** | 2 | 19 | 22 | 39 | 42 | 59 | 62 | 79 | 82 | 14 | 17 | 34 | 37 | 54 | 57 | 74 | 77 | 9 | 12 | 29 |
| **2** | 3 | 18 | 23 | 38 | 43 | 58 | 63 | 78 | 83 | 13 | 17 | 33 | 36 | 53 | 56 | 73 | 79 | 8 | 11 | 28 |
| **3** | 4 | 17 | 24 | 37 | 44 | 57 | 64 | 77 | 84 | 12 | 19 | 32 | 39 | 52 | 59 | 72 | 79 | 7 | 14 | 27 |
| **4** | 5 | 16 | 25 | 36 | 45 | 56 | 65 | 76 | 85 | 11 | 20 | 31 | 40 | 51 | 60 | 71 | 80 | 6 | 15 | 26 |
| **5** | 6 | 15 | 26 | 35 | 46 | 55 | 66 | 75 | 1 | 10 | 21 | 30 | 41 | 50 | 61 | 70 | 81 | 5 | 16 | 25 |
| **6** | 7 | 14 | 27 | 34 | 47 | 54 | 67 | 74 | 2 | 9 | 22 | 29 | 42 | 49 | 62 | 69 | 82 | 4 | 17 | 24 |
| **7** | 8 | 13 | 28 | 33 | 48 | 53 | 68 | 73 | 3 | 9 | 23 | 27 | 43 | 40 | 63 | 67 | 83 | 4 | 18 | 22 |
| **8** | 9 | 12 | 29 | 32 | 49 | 52 | 69 | 72 | 4 | 7 | 24 | 27 | 44 | 47 | 64 | 67 | 84 | 2 | 19 | 22 |
| **9** | 10 | 11 | 30 | 31 | 50 | 51 | 70 | 71 | 5 | 6 | 25 | 26 | 45 | 46 | 65 | 66 | 85 | 1 | 20 | 21 |

Таблица 1.3 – Ответы задания 1 (M – последняя цифра номера зачетной книжки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| М | Номера ячеек таблицы 1.1 | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Русские обозначения единиц физических величин | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Номера ячеек таблицы 1.1 | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Русские обозначения единиц физических величин | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Справочные данные для выполнения заданий 1 и 2 – Приложение Б настоящих методических указаний.

Таблица 1.1 – Наименования единиц физических величин

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** метр | **18** килограмм на кубический метр | **35** ампер на квадратный метр | **52** кубический метр в секунду | **69** килокалория |
| **2** килограмм | **19** метр в третьей степени | **36** кулон на кубический метр | **53** паскаль – се-кунда на куб. метр | **70** оборот в секунду |
| **3** секунда | **20** кубический метр на килограмм | **37** ампер – квадратный метр | **54** ньютон – секунда на метр | **71** оборот в минуту |
| **4** ампер | **21** килограмм – метр в квадрате | **38** кулон – метр | **55** кубический метр на моль | **72** литр |
| **5** кельвин | **22** килограмм – метр в секунду | **39** кельвин в минус первой степени | **56** миллиметр в секунду | **73** градус (угловой) |
| **6** моль | **23** меганьютон | **40** нанометр | **57** джоуль на моль – кельвин | **74** минута (угловая) |
| **7** кандела | **24** ньютон – метр | **41** квадратный метр – кельвин на ватт | **58** кулон –квадратный метр на вольт | **75** секунда (угловая) |
| **8** джоуль – квадратный метр на килограмм | **25** джоуль на килограмм – кельвин | **42** ватт на квад-ратный метр -кельвин в четвертой степени | **59** кулон – квад-ратный метр на вольт – секунду | **76** секунда в ми-нус первой степе-ни - метр в минус второй степени |
| **9** киловатт | **26** микрометр | **43** квадратный метр | **60** квадратный метр на вольт секунду | **77** минута |
| **10** ватт на стерадиан – квадратный метр | **27** квадратный метр на секунду – паскаль | **44** ватт на квадратный метр – кельвин | **61** ампер– квад-ратный метр на джоуль – секунду | **78** сутки |
| **11** кубический метр | **28** паскаль – секунда | **45** люмен | **62** час | **79** тонна |
| **12** метр в секунду | **29** джоуль на килограмм | **46** люкс | **63** миллиампер | **80** градус Цельсия |
| **13** метр на секун-ду в квадрате | **30** ньютон на метр | **47** ватт –квад-ратный метр | **64** калория | **81** киловатт – час |
| **14** секунда в минус второй степени | **31** сантиметр | **48** люкс – секунда | **65** кубический метр на вольт – секунду | **82** процент |
| **15** миллисекунда | **32** килобайт | **49** люмен на метр – радиан | **66** кулон – квадратный метр на килограмм | **83** промилле |
| **16** радиан на секунду в квадрате | **33** килоом | **50** квадратный метр на моль | **67** миллиметр ртутного столба | **84** километр в час |
| **17** герц | **34** пикофарад | **51** кандела на люкс | **68** лошадиная сила | **85** децибел |

**Задание 2.** Перевести значения единиц физических величин по вариантам таблицы 2.1. Ответы свести в таблицу 2.2.

Таблица 2.1 – Значения единиц физических величин по вариантам (М – последняя, L – предпоследняя цифра в номере зачетной книжки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **вопр.** | **Перевести значения физических величин в указанные** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | |
| **1** | 2км | м | 11 см | м | 14 нм | м | 4 мм | м | 32 мкм | м | 6 дм | м | 17нм | м | 43 мкм | м | 65 нм | м | 27 мм | м |
| **2** | 16дм | м | 21 м | мкм | 41 м | мм | 7 м | нм | 11 м | см | 8 км | м | 15м | мм | 22км | м | 47м | нм | 54м | мкм |
| **3** | 18 км2 | м2 | 16 м2 | см2 | 14 м2 | мм2 | 51 м2 | мкм2 | 61 м2 | км2 | 31 м2 | дм2 | 26м2 | мм2 | 12м2 | мкм2 | 25м2 | нм2 | 38км2 | м2 |
| **4** | 1,2 мм3 | м3 | 3,8 м3 | км3 | 7 см3 | м3 | 24 дм3 | м3 | 5,6 м3 | мкм3 | 19 нм3 | м3 | 37нм3 | м3 | 13мкм3 | м3 | 18дм3 | м3 | 16м3 | км3 |
| **5** | 13,716 0 | º ' " | 5,8260 | º ' " | 3,0020 | º ' " | 7,1620 | º ' " | 6,7260 | º ' " | 4,2510 | º ' " | 8,5460 | º ' " | 2,7890 | º ' " | 9,0120 | º ' " | 11,0020 | º ' " |
| **6** | 3017′ 31″ | º | 604′26″ | º | 1007′14″ | º | 2024′1″ | º | 706′8″ | º | 4016′4″ | º | 5042′2″ | º | 0014′5″ | º | 1021′5″ | º | 503′2″ | º |
| **7** | 1200  об/мин |  | 1800 об/мин |  | 2400 об/мин |  | 3000 об/мин |  | 3600 об/мин |  | 4200 об/мин |  | 4800 об/мин |  | 5400 об/мин |  | 6000 об/мин |  | 6600 об/мин |  |
| **8** | 440  рад/с |  | 314 рад/с |  | 251 рад/с |  | 189 рад/с |  | 126 рад/с |  | 377 рад/с |  | 691 рад/с |  | 628 рад/с |  | 565 рад/с |  | 502 рад/с |  |
| **9** | **Представить значение физической величины с множителем 10n без использования приставки для обозначения**  **десятичной кратной или дольной единицы СИ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | |
| 3 кВт·ч | | 4 мВ/м | | 5 кДж/К | | 8 мПа/с | | 4 пФ/м | | 5 А/мм | | 0,1МКл/м3 | | 20 кДж/кг | | 0,005кА/м | | 0,009 ГОм·м | |
| **10** | **Представить значение физической величины так, чтобы в обозначении использовалась приставка для обозначения**  **десятичной кратной или дольной единицы СИ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | |
| 12,3·1010 Гц | | 0,0026 м | | 3,7·107 Па | | 0,7·105 Ом | | 1,35 10-11 Ф | | 16,3·108 В | | 317·10-4 м | | 0,218 ·105 В | | 15,3·10-13 Ф | | 12045 м | |

Таблица 2.2 – Ответы по вариантам М, L

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера вопросов | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Ответы |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задание 3. Обработка результатов многократных измерений**

На фиксированной частоте производятся прямые измерения коэффициента усиления К партии из n усилителей. Считая, что случайные погрешности имеют нормальный закон распределения, определить на основании заданного количества измерений (таблицы 3.1 и 3.2):

* среднее арифметическое значение ;
* среднее квадратическое отклонение погрешности результата однократного измерения σ;
* наличие грубых погрешностей;
* среднее квадратическое отклонение среднего арифметического ;
* величину случайной погрешности ε при доверительной вероятности Р (таблица 3.3), используя таблицу коэффициентов Стьюдента tp (таблица 3.4);

Результаты расчетов удобно свести в таблицу (табл.3.5)

Таблица 3.1 - Номера значений Кi по вариантам (М – последняя цифра номера зачетной книжки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| М | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Кi | 4-15 | 2-13 | 9-20 | 3-14 | 1-12 | 5-16 | 7-18 | 8-19 | 6-17 | 7-18 |

Таблица 3.2 – Значения Кi

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № измерения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Кi | 28,11 | 27,86 | 27,71 | 27,51 | 27,62 | 27,66 | 26,99 | 27,42 | 27,65 | 27,93 |
| № измерения | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Кi | 27,78 | 27,95 | 27,47 | 27,47 | 27,08 | 27,60 | 27,35 | 27,28 | 27,18 | 27,46 |

Таблица 3.3 – Доверительные вероятности Р по вариантам (L – предпоследняя цифра номера зачетной книжки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Р | 0,96 | 0,99 | 0,90 | 0,95 | 0,98 | 0,92 | 0,94 | 0,97 | 0,93 | 0,91 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n P | 0,90 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,98 | 0,99 |
| 10 | 1,833 | 1,900 | 1,973 | 2,056 | 2,151 | 2,262 | 2,399 | 2,574 | 2,821 | 3,250 |
| 11 | 1,812 | 1,877 | 1,949 | 2,029 | 2,121 | 2,228 | 2,260 | 2,528 | 2,764 | 3,169 |
| 12 | 1,796 | 1,859 | 1,929 | 2,007 | 2,097 | 2,201 | 2,329 | 2,491 | 2,718 | 3,106 |
| 13 | 1,782 | 1,845 | 1,913 | 1,989 | 2,077 | 2,179 | 2,303 | 2,461 | 2,681 | 3,055 |

Таблица 3.4 – Коэффициенты Стьюдента tp

Таблица 3.5 – Результаты расчетов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исход-ные данные по вариан-ту \_\_(ML) | Среднее арифмети-ческое значение | Разность | Модуль разности | Квадрат разности | Сумма квадратов разности | СКО  погрешности  результата  однократного  измерения σ | СКО  среднего арифметического | Коэффициент Стьюдента | Величина случайной погрешности ε |
|  | = |  |  | ()2 |  | σ = | = | (по известным значениям n и P) | ε = ± tp ∙ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 |  |  |  |  |  | σ = |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  | 3 σ = |
| 8 |  |  |  |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 11 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |
| Результат ε = … (Р = …) | | | | | | | | | |

**Задание 4. Оценка результата при прямых однократных измерениях**

Для трех приборов:

- аналогового вольтметра (данные в таблице 4.1);

- цифрового вольтметра (данные в таблице 4.1);

- третьего прибора, выбираемого по таблице 4.2,

определить пределы допустимой погрешности средства измерения Θи и записать действительное значение величины Хд согласно правилам округления. Исходные данные по варианту и результаты решения свести в таблицу 4.3.

Таблица 4.1 – Исходные данные (М – последняя цифра номера зачетной книжки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| М | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Аналоговый вольтметр | Класс точности | 0,05 | 4,0 | 1,5 | 4,0 | 0,5 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 2,5 | 0,1 |
| Диапазон измерения | 0-100 мВ | 0-250 В | 0-1  В | 0-30 В | 0-100 мВ | 0-3  В | 0-100 мВ | 0-300 мВ | 0-10 В | 0-1  В |
| Показание | 48,3 мВ | 220  В | 0,87  В | 27,5  В | 67,2 мВ | 1,69  В | 65,8 мВ | 275,8  мВ | 7,36  В | 0,84  В |
| Цифровой вольтметр | Класс точности | 0,2/0,1 | 0,5/0,2 | 0,1/0,05 | 0,01/  0,002 | 0,2/0,1 | 0,05/  0,02 | 0,1/  0,01 | 0,06/  0,02 | 0,5/  0,2 | 0,15/  0,05 |
| Диапазон измерения | 0-2,9 В | 0-100 мВ | 0-10  В | 0-10  В | 0-100 мВ | 0-10  В | 0-1  В | 0-1  В | 0-10  В | 0-350  В |
| Показание | 1,85  В | 57,8  мВ | 7,93  В | 8,34  В | 87,35  мВ | 7,3  В | 0,67  В | 617  мВ | 7,93  В | 327  В |

Таблица 4.2 – Исходные данные (L – предпоследняя цифра номера зачетной книжки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Наименование прибора | Омметр | Мост | Омметр | Мост | Омметр | Мульти-метр | Омметр | Магазин | Омметр | Потен-циометр |
| Класс точности | 1,5 | 0,05 | 2,5 | 5,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,01 | 4,0 | 0,02 |
| Диапазон измерения (длина шкалы) | 70 мм | 2·105  ÷  8·106 Ом | 100мм | 5·105  ÷  6·106  Ом | 20 см | 4·105  ÷  5·106  Ом | 20 см | 0,01  ÷  100  Ом | 50мм | 0÷1,2  В |
| Показание | 3 Ом | 4,6 кОм | 505 Ом | 680 кОм | 110 Ом | 25кОм | 530 кОм | 67,4 Ом | 2 кОм | 0,8764 В |

Таблица 4.3 – Исходные данные и результаты решения задания 4 варианта М, L

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование прибора | Класс точности | Диапазон измерений  (длина шкалы) | Показание | Предел допустимой погрешности средства измерения Θи | Действительное значение величины Хд |
| Аналоговый вольтметр |  |  |  |  |  |
| Цифровой вольтметр |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |

Справочные данные для выполнения задания 4 – Приложение В настоящих методических указаний.

**2 Краткие теоретические сведения**

**2.1-2 Правила написания ЕФВ**

Единицы выбирают таким образом, чтобы числовые значения находились в диапазоне от 0,1 до 1000.

▪ 0,001 кН = 1 Н;

▪ 2000 Н = 2 кН

Исключение: используют значение величины в одних единицах в одном тексте, таблице, принятые в отрасли (мм в машиностроении).

Типы наименований

1.Лаконично отражающие физическую сущность величины:

▪ метр – мера ▪ грамм – мелкая мера веса ▪ секунда – вторая единица после градуса (угловая) ▪ кандела – свеча ▪ калория – теплота

2.Образованные в соответствии с уравнениями связи:

▪ удельная теплоемкость: ; [с] = 

3. Связанные с градуировкой шкалы:

▪ t 0С; ▪ 0  ′ ″; ▪ мм рт. ст.

4.По фамилиям ученых:

▪ ампер – А ▪ вольт – В

5. Аббревиатура (сокращение по начальным буквам):

▪ вар – вольт-ампер реактивный

Способы обозначения

1.Сокращенные обозначения наименований единиц:

▪ м – метр ▪ кг – килограмм ▪ кал – калория

2. Из обозначений других единиц, не обязательно основных:

▪ Дж/(кг∙К)

3. Обозначения по фамилии ученого – с прописной буквы. Полные наименования по фамилии ученого - со строчной буквы:

▪ А – ампер; ▪ В – вольт; ▪ Вт – ватт

4. В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят (м, кг, А) за исключением: мм рт. ст., л.с.

5. Обозначения единиц - только после числовых значений (20 °С), в тексте пишут полные наименования единиц (температура, измеренная в градусах Цельсия)

Буквенные обозначения единиц печатают прямым шрифтом: м, В, км; ~~(~~*~~м, В, км).~~*

6. а) Обозначения единиц помещают за числовыми значениями величин и в строку с ними (без переноса на следующую строку). Числовое значение в виде дроби с косой чертой, стоящее перед обозначением единицы, заключают в скобки. Между последней цифрой числа и обозначением единицы оставляют пробел. Пробел не оставляют перед знаком, поднятым над строкой:

* 100 кВт; 80 %; 20 °С; (1/60) с-1; 20°.

б) При наличии десятичной дроби в числовом значении величины обозначение единицы помещают за всеми цифрами:

▪ 423,06 м; 5,758°

в) Варианты обозначения значений величин с предельными отклонениями:

▪(20±5) °С или 20 °С±5 °С

г) Помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимость между величинами, представленными в буквенной форме, или между их числовыми значениями не допускается:

* v = 3,6 s / t, ~~v = 3,6 s / t, км/ч~~

где v- скорость, км/ч; ~~где s - путь, м;~~

s - путь, м; ~~t- время, с.~~

t - время, с.

7. а) Обозначения единиц в произведении разделяются точками (символ «х» - не допускается), а в тексте - полные наименования – тире:

▪ Н∙м – ньютон - метр

▪ А∙м2 – ампер - квадратный метр

б) При обозначении отношения единиц (делении) применяются:

* косая черта: м/с; Вт/(м∙К)

При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе помещают в одну строку. Произведение обозначений единиц в знаменателе заключают в скобки.

* горизонтальная черта: 
* возведение в степень: м∙с-1

8. а) Единицы, стоящие в знаменателе пишут и читают с предлогом «на»:

▪ метр на секунду в квадрате (м/с2)

Искл: деление на с1 – с предлогом «в»:

▪ метр в секунду: 

б) Если вторая и третья степень длины (м2 и м3) касается площади или объема – читается «квадратный метр», «кубический метр». В остальных случаях: «метр в квадрате», «метр в третьей степени».

▪ кг∙м2/с – килограмм – метр в квадрате в секунду.

Кратные и дольные единицы

1. Приставка пишется слитно с обозначением и наименованием единицы:

▪ пФ, мкм, километр, гектар.

1. При подстановке в формулу приставки заменяют множителями:

▪ 1 пФ = 10-12  Ф

1. Применение приставок более одной не допускается:

▪ ~~микромикрофарад~~ – пикофарад; ~~микрокилограмм~~ – миллиграмм.

1. Показатель степени означает возведение в степень кратной и дольной единицы вместе с приставкой:

▪ 5 км2 = 5 (км)2 = 5(103 м)2 = 5⋅106 м2

* 250 см3/с = 250(10-2 м)3/с = 250⋅10-6 м3/с

1. Применяют единицы с приставками – приемлемые на практике:

▪ киловатт – ~~гектоватт~~

▪ ~~килоар~~ – гектар

▪ километр – ~~гектометр~~ – ~~декаметр~~ – метр – сантиметр – миллиметр – микрометр – нанометр

▪ пикофарад

▪ декалитр – 1 дал = 10 л

▪ миллисекунда (мс) – микросекунда (мкс) – наносекунда (нс)

1. При образовании единиц как произведения или отношения единиц, приставку или ее обозначение присоединяют к наименованию или обозначению первой единицы, входящей в произведение или отношение:

* кПа⋅с/м (килопаскаль-секунда на метр), ~~Па⋅кс/м (паскаль-килосекунда на метр)~~

Исключение: широко распространенные единицы (т⋅км - тонна-километр; В/см - вольт на сантиметр)

1. При склонении наименований производных единиц, состоящих из произведения единиц, изменяют только последнее наименование и относящееся к нему прилагательное:

* килограмм-метра в квадрате, ньютон-секунды.

**2.3-4 Погрешность измерения.**

**Обработка результатов многократных измерений.**

**Оценка результата при прямых однократных измерениях**

Понятие погрешности измерения

При измерении стремятся получить ***истинное значение величины*** (Хист)*, которое идеальным образом характеризует величину.* Так как Хист узнать невозможно, на практике используют понятие ***действительного значения величины*** (Хд)*, которое получают измерением* (Хизм) *и настолько близкое к* Хист*, что может быть использовано вместо него.*

При измерении возникает ***погрешность результата измерения*** (ΔХ)*.* Отсюда:

Хд = Хизм ± ΔХ

Цель метрологии – оценка Хд через ее составляющие Хизм и ΔХ и возможное уменьшение погрешности результата измерения ΔХ.

Величина погрешности ΔХ может быть оценена при расчете по формуле:

ΔХ =

где Θ - систематическая погрешность;

– случайная погрешность.

Алгоритм вычисления случайной погрешности ε

1.Найти среднее значение результатов измерения : = ;



2.Определить ΔХi = – Xi ; ΔХi2 = ( – Xi)2 ; ;



3.Определить СКО результата измерения σ: σ = ;



4. Исключить грубые погрешности и промахи.

Метод исключения зависит от числа измерений n. Чаще всех применяют метод 3 σ (трех сигм), который работает лучшим образом при 50 ≥ n ≥ 20: **если ‌‌‌‌‌‌*│ - Xi│≥*  3 σ , то это значение Xi отбрасывают.**

Найти значение 3σ и проверить наличие грубых погрешностей выполнением неравенства │ ***- Xi│≥* 3 σ.**  Если это неравенство выполняется при каких – либо Хi, то исключить эти значения Хi из выборки и начать расчет с п.1.

5.Вычислить СКО среднего арифметического : = =



6.Вычислить значение случайной погрешности ε = ± tp ∙ , выбрав коэффициент Стьюдента в зависимости от заданных доверительной вероятности Р и числа измерений n.

7.Представить результат в виде**: ε = … (Р = …)**

Из формул для определения ε видно, что случайная погрешность уменьшается с увеличением числа повторных измерений n. Исключить полностью случайные погрешности нельзя.

Систематическая погрешность Θ

Составляющими систематической погрешности Θ являются:

Θсуб – субъективная погрешность;

Θдоп = Θвв – дополнительная погрешность или погрешность внешних влияний;

Θи – инструментальная погрешность;

Θуст – погрешность установки;

Θтеор – теоретическая погрешность.

При изучаемом приближенном методе расчета, как правило, учитывают только Θи. Отсюда:

ΔХ =

При прямых однократных измерениях в составе ΔХ часто учитывают только значение систематической погрешности Θ, представленной при приближенном методе расчета значением Θи. Отсюда:

Хд = Хизм ± ΔХ = Хизм ± Θи

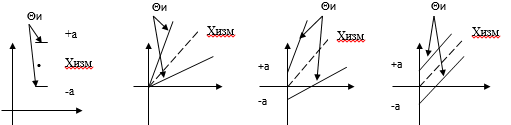
Хд = Хп ± Θи

где Хп – показание прибора (Хизм = Хп при однократном измерении)

Θи – инструментальная погрешность (погрешность средства измерения)

Наиболее точным способом оценки Θи является расчет по классу точности СИ.

Классы точности СИ. Обозначение классов точности



а) б) в) г)

Рисунок 2.4.1 – Изменение инструментальной погрешности Θи при изменении результата измерения Хизм

***Класс точности*** *– обобщенная характеристика СИ, определяемая пределами основных и дополнительных погрешностей и другими свойствами СИ, влияющими на точность, значения которых устанавливают в нормативно – технической документации (НТД).*

Значение класса точности, указанное на приборе, должно быть постоянным и независимым от показания прибора. Для выполнения этого требования при обозначении класса точности используют понятия абсолютной, относительной и приведенной погрешности.

**1.** Обозначение класса точности **прописными латинскими буквами (С, М…) или римскими цифрами (I, II…),** означает, что для СИ установлен предел допускаемой **основной абсолютной погрешности** (рис.2.4.1, а).

Значение **Θи** находят по обозначению класса точности в НТД на СИ

**2.** Обозначение класса точности, например, означает что Θи (мультипликативная) изменяется пропорционально изменению Хизм, а класс точности обозначают через **относительную погрешность средства измерений δ** (рис.2.4.1, б)**:**

Например: означает δ % = 1 %.

Тогда для однократного измерения, где Хизм = Хп:

δ % = ± ; **Θи = ±**



**3.** Обозначение класса точности, например, 0**,02/0,01,** означает что Θи (мультипликативная) изменяется пропорционально изменению Хизм, а класс точности обозначают через **относительную погрешность средства измерений δ** (рис.2.4.1, в)**:**

δ% = ± (для однократного измерения),



но значение δ % сначала вычисляют по формуле:

δ % = [с + d·(│)]



где с = 0,02 % ; d = 0,01 %.

Дальнейший расчет Θи производят по формулам (для однократного измерения):

**Θи = ±** δ % = [с + d·(│)]



где c, d – положительные числа, независящие от Хизм;

Хк – конечное значение диапазона измерения; бóльший по модулю из пределов измерения;

Хп- показание прибора при однократном измерении.

0,02/0,01 – один из вариантов обозначения класса точности цифровых приборов.

Для зарубежных СИ, например: Θи = А(%)Хк + В(%)Хизм.

**4.** Обозначение класса точности, например, **2,5** – для СИ с равномерной шкалой или  **2,5** – для СИ с неравномерной шкалой означает, что Θи (аддитивная) не изменяется с изменением Хизм, относительная погрешность δ% ≠ const, поэтому класс точности обозначают через **приведенную погрешность средства измерений** (рис.2.4.1, г)

γ % = ±,



где ХN – нормирующий интервал, выбор которого представлен в таблице В2 Приложения В.

При этом:

**Θи = ±**



У приборов с таким типом изменения Θи, относительная погрешность

δ % = ± уменьшается с увеличением Хп, поэтому при измерении выбирают такой диапазон, чтобы стрелка находилась в двух третьих частях, ближайших к концу шкалы.



Некоторые цифровые значения классов точности, например: 0,1-0,2-0,5-1-1,5-2-2,5-4 (ниже 4 кл. обычно не обозначаются). Данные по обозначению классов точности представлены в таблице В1 Приложения В.

Правила округления результата измерения и значения погрешности

1.Округление начинают с величины погрешности. Погрешность результата измерения в окончательном расчете указывают двумя значащими цифрами, если первая из них 1 или 2, и одной – если первая цифра 3 и более. В промежуточных расчетах оставляют четыре и три значащих цифры, соответственно.

2.Результат измерения округляют до того же десятичного разряда, что и погрешность.

3.Общий множитель результата измерения и погрешности по необходимости можно выносить за скобки.

Примеры:

1. 534,031±0,043 → 534,03±0,04
2. 534,0355±0,0135 → 534,036±0,014
3. 14,275±1,17 → 14,3±1,2
4. 1587±281,6 → (15,87±2,816)∙102 → (15,9±2,8)∙102
5. (1,965∙10-19±3,81∙10-21) → (1,965±0,0381)∙10-19 →(1,97±0,04)∙10-19

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 7.32-2001 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Введ. 30.06.2002. – Москва: Изд-во стандартов, 2008. – 32 с.: ил.
2. МИ 4.2-5/47-01-2013 Методическая инструкция. Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации. – Чита: ФГБОУ ВПО «ЗабГУ», 2013. – 40 с.: ил.
3. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Димов Юрий Владимирович. - Иркутск: ИГТУ, 2002. - 448 с
4. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Часть 1. Метрология : учебник для академического бакалавриата / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. – 5 изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 481 с. – Серия : Бакалавр. Академический курс.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Форма бланка для контрольной работы

(обязательное)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра технологии металлов и конструирования

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2**

по дисциплине: «Метрология, стандартизация и сертификация»

Вариант № \_\_\_\_\_\_\_

Выполнил ст. гр. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Чита 20\_\_

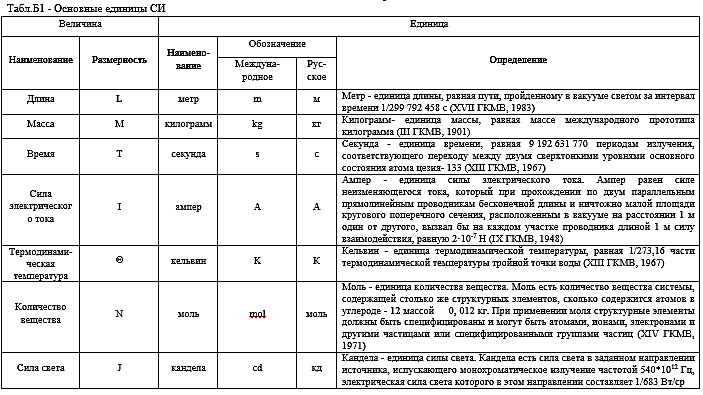
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Единицы физических величин

Таблица Б2 – Производные единицы СИ, имеющие специальные наименования и обозначения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина | | Единица | | | |
| Наименование | Размерность | Наименование | Обозначение | | Выражение через основные и производные единицы СИ |
| между-народное | русское |
| Плоский угол | 1 | радиан | rad | рад | m·m-1=1 |
| Телесный угол | 1 | стерадиан | sr | ср | m2·m-2=1 |
| Частота | Т -1 | герц | Hz | Гц | s-1 |
| Сила | L М Т -2 | ньютон | N | Н | m·kg·s-2 |
| Давление | L -1 М Т -2 | паскаль | Ра | Па | m -1·kg·s-2 |
| Энергия, работа, количество теплоты | L 2 М Т -2 | джоуль | J | Дж | m 2 ·kg·s-2 |
| Мощность | L 2 М Т -3 | ватт | W | Вт | m 2 ·kg·s-3 |
| Электрический заряд, количество электричества | T I | кулон | С | Кл | s·А |
| Электрическое напряжение, электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила | L 2 М Т -3 I -1 | вольт | V | В | m 2 ·kg·s-3·Α-1 |
| Электрическая емкость | L -2 М -1Т 4 I 2 | фарад | F | Ф | m -2 ·kg -1·s4 ·Α2 |
| Электрическое сопротивление | L 2 М Т -3 I -2 | ом | Ω | Ом | m 2 ·kg·s -3 ·Α-2 |
| Электрическая проводимость | L -2 М -1 Т 3 I 2 | сименс | S | См | m -2 ·kg -1·s 3 ·Α2 |
| Поток магнитной индукции, магнитный поток | L 2 М Т -2 I -1 | вебер | Wb | Вб | m 2 ·kg·s -2 ·Α-1 |
| Плотность магнитного потока, магнитная индукция | М Т -2 I -1 | тесла | Т | Тл | kg·s -2 ·Α-1 |
| Индуктивность, взаимная индуктивность | L 2 М Т -2 I -2 | генри | Н | Гн | m 2 ·kg·s -2 ·Α-2 |
| Температура Цельсия | Θ | градус Цельсия | 0С | 0С | К |
| Световой поток | J | люмен | lm | лм | cd · sr |
| Освещенность | L-2 J | люкс | lx | лк | m -2 cd · sr |
| Активность нуклида в радиоактивном источнике (активность радионуклида) | Т-1 | беккерель | Bq | Бк | s -1 |
| Поглощенная доза ионизирующего излучения, керма | L 2 Т -2 | грей | Gy | Гр | m 2 · s-2 |
| Эквивалентная доза ионизирующего излучения, эффективная доза ионизирующего излучения | L 2 Т -2 | зиверт | Sv | Зв | m 2 · s-2 |
| Активность катализатора | N T -1 | катал | kat | кат | mol · s -1 |
| Примечания  1. В таблицу 3 включены единица плоского угла – радиан и единица телесного угла – стерадиан.  3. Единица катал введена в соответствии с резолюцией 12 ХХI ГКМВ.  4.Температура Цельсия определяется выражением t = Т – Т0, где t - температура Цельсия, Т - термодинамическая температура, Т0 = 273,15 К | | | | | |

Таблица Б3 – Внесистемные единицы, допустимые к применению наравне с единицами СИ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименованиевеличины | Единица | | | | |
| Наименование | Обозначение | | Соотношение с единицей СИ | Область применения |
| между-народное | русское |
| Масса | тонна | t | т | 1 · 103 kg | Все области |
| атомная единица  массы 1) 2) | u | а.е.м. | 1,66054 · 10-27 kg (приблизительно) | Атомная физика |
| Время 2) 3) | минута  час  сутки | min  h  d | мин  ч  сут | 60 s  3600 s  86400 s | Все области |
| Плоский  угол 2) | градус 2) 4)  минута 2)4)  секунда2)4) | …º  …'  ..." | …º  …'  ..." | (π/180) rad = 1,745329…·10-2 rad (π/10800) rad = 2,908882…·10-4 rad (π/648000) rad = 4,848137..·10-6 rad | Все области |
| град (гон) | gon | град | (π/200) rad = 1,57080…·10-2 rad | Геодезия |
| Объем, вместимость | литр5) | 1 | л | 1 · 10-3 m3 | Все области |
| Длина | Астрономичес-  кая единица, световой год, парсек | ua  1y  рс | а.е.  св.год.  пк | 1,49598 · 1011 m (приблизительно)  9,4605 · 1015 m (приблизительно)  3,0857 · 1016 m (приблизительно) | Астрономия |
| Оптическая сила | диоптрия | - | дптр | 1 · m -1 | Оптика |
| Площадь | гектар | ha | га | 1 · 104 m 2 | Сельское и лесное хозяйство |
| Энергия | электрон-вольт | eV | эВ | 1,60218 · 10 -19 J (приблизительно) | Физика |
| киловатт-час | kW ·h | кВт · ч | 3,6 · 106 J (приблизительно) | Для счетчиков электрической энергии |
| Полная мощность | вольт-ампер | V·А | В·А |  | Электротехника |
| Реактивная мощность | вар | var | вар |  | Электротехника |
| Электричес-кий заряд, количество электричест-ва | ампер-час | А · h | А · ч | 3,6 · 103 С | Электротехника |
| 1) Здесь и далее см. ГСССД 1 – 87  2) Наименования и обозначения единиц времени (минута, час, сутки), плоского угла (градус, минута, секунда), астрономической единицы, диоптрии и атомной единицы массы не допускается применять с приставками.  3) Допускается также применять другие единицы, получившие широкое распространение, например неделя, месяц, год, век, тысячелетие.  4) Обозначение единиц плоского угла пишут над строкой.  5) Не рекомендуется применять при точных измерениях. При возможности смешения обозначения l («эль») с цифрой 1 допускается обозначение L. | | | | | |

Продолжение таблицы Б3

Некоторые относительные и логарифмические величины и их единицы, допустимые к применению наравне с единицами СИ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Единица | | | |
| Наимено-вание | Обозначение | | Значение |
| между-народное | русское |
| 1. Относительная величина (безразмерное отношение физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную): КПД; относительное удлинение; относительная плотность; деформация; относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости; магнитная восприимчивость; массовая доля компонента; молярная доля компонента и т.п. | единица  процент  промилле  миллионная доля | 1  %  ‰  ppm | 1  %  ‰  млн -1 | 1  1 · 10 -2  1 · 10 -3  1 · 10 -6 |
| 2. Логарифмическая величина (логарифм безразмерного отношения физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную): уровень звукового давления; усиление;ослабление и т.п. 2) | бел 1)  децибел | В  dB | Б      дБ | 1 В = lg (Р2/Р1)  при Р2 = 10 Р1  1 В = 2 lg (F2 /F1)  при F2 = ·F1  где Р1 и Р2 – одноименные энергетические величины (мощность, энергия, плотность энергии и т.п.);  F1 и F2 – одноименные «силовые» величины (на-пряжение, сила тока, на-пряженность поля и т.п.)  0,1 В |
| 3. Логарифмическая величина (логарифм безразмерного отношения физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную): уровень громкости | фон | phon | фон | I phon равен уровню громкости звука, для которого уровень звукового давления равногромкого с ним звука частотой  1000 Нz равен 1 dB |
| 4. Логарифмическая величина (логарифм безразмерного отношения физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную): частотный интервал | октава  декада | -  - | окт  дек | 1 октава равна log2 (f2/ f1) при f2/f1 = 2;  1 декада равна lg (f2/f1) при f2/f1=10, где f2 и f1- частоты |
| 5. Логарифмическая величина (натуральный логарифм безразмерного отношения физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную) | непер | Np | Нп | 1 Np = 0,8686 В=8,686… dB |

Таблица Б4 – Внесистемные единицы, временно допустимые к применению, до принятия международных решений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Единицы | | | | Область применения |
| Наименование | Обозначение | | Соотношение с единицей СИ |
| между-народное | русское |
| Длина | морская миля | n mile | миля | 1852 m (точно) | Морская навигация |
| Масса | карат | - | кар | 2 · 10-4 kg (точно) | Добыча и производство драгоценных камней и жемчуга |
| Линейная плотность | текс | tex | текс | 1 · 10-6 kg/ m (точно) | Текстильная промышленность |
| Скорость | узел | kn | уз | 0,514(4) m/s | Морская навигация |
| Ускорение | гал | Gal | Гал | 0,01 m/s2 | Гравиметрия |
| Частота вращения | оборот в секунду  оборот в минуту | r/s  r/min | об/с  об/мин | 1 s -1  (1/60) s-1 =0,016(6) s-1 | Электротехника |
| Давление | бар | bar | бар | 1 · 105 Ра | Физика |

Таблица Б5 – Множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Десятичный множитель | Приставка | Обозначение приставки | | Десятичный множитель | Приставки | Обозначение приставки | |
| между-народное | русское | между-народное | русское |
| 1024 | иотта | Y | И | 10 -1 | деци | d | д |
| 1021 | зетта | Z | З | 10 -2 | санти | c | с |
| 1018 | экса | Е | Э | 10 -3 | милли | m | м |
| 1015 | пета | P | П | 10 -6 | микро | μ | мк |
| 1012 | тера | T | Т | 10 -9 | нано | n | н |
| 109 | гига | G | Г | 10 -12 | пико | p | п |
| 106 | мега | M | М | 10 -15 | фемто | f | ф |
| 103 | кило | k | к | 10 -18 | атто | a | а |
| 102 | гекто | h | г | 10 -21 | зепто | z | з |
| 101 | дека | da | да | 10 -24 | иокто | у | и |

Таблица Б6 – Единицы количества информации

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Единица | | | | Применение |
| Наименование | Обозначение | | Значение |
| международное | русское |
| Количество информации 1) | бит 2)  байт 2) 3) | bit  B (bуte) | бит  Б (байт) | 1  1 Б = 8 бит | Единица информации в двоичной системе счисления (двоичная единица информации) |
| 1) Термин «количество информации» используют в устройствах цифровой обработки и передачи информации, например, в цифровой вычислительной технике (компьютерах), для записи объема запоминающих устройств, количества памяти, используемой компьютерной программой.  2) В соответствии с международным стандартом МЭК 60027-2 единицы «бит» и «байт» применяют с приставками СИ.  3) Исторически сложилась такая ситуация, что с наименованием «байт» некорректно (вместо 1000=103 принято 1024 = 210) использовали (и используют) приставки СИ: 1 Кбайт = 1024 байт, 1 Мбайт = 1024 Кбайт, 1 Гбайт = 1024 Мбайт и т.д. При этом обозначении Кбайт начинают с прописной буквы «К» в отличие от строчной буквы «к» для образования множителя 103. | | | | | |

Таблица Б7 – Единицы, допускавшиеся к временному применению до 01.01.1980 (примеры)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование величины | Единица | | | Значение в единицах СИ |
| Наименование | Обозначение | |
| международное | русское |
| Давление | миллиметр ртутного столба |  | мм рт. ст. | 133, 332 Па |
| Мощность | лошадиная сила |  | л. с. | 735,499 Вт |
| Скорость | километр в час |  | км/ч | ≈ 0,28 м/с |
| Количество теплоты | калория |  | кал | 4, 1868 Дж |

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Классы точности средств измерений (СИ)

(справочное)



Таблица В2 – Выбор нормирующего интервала ХN .

|  |  |
| --- | --- |
| Для равномерных шкал | |
| |\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_|  0 100  |\_\_׀\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_|  0 10 100  ● ● | 0- в начале шкалы  XN-бóльший из пределов измерения (100 ед.).  от Δ до Δ (от • до •)- диапазон измерения |
| |\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_\_\_|  ­30 0 +20  |\_\_\_\_|\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_|  ­10 0 +200 | 0- в середине шкалы  ХN­бóльший по модулю предел измерения  или сумма модулей пределов измерения (50ед.; 200 ед.). |
| |\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_|   1. 600 | 0- условный  ХN –разность пределов измерения (400ед.). |
| СИ имеет номинальное значение Хн | ХN=Xн |
| Для неравномерных шкал | |
| Всех видов | **Х**N- длина всей шкалы или её части, равной диапазону измерения, выраженные в миллиметрах или сантиметрах. |

В формулах таблиц В1 и В2:

а, в, c, d - положительные числа, независящие от Хп;

Хк - конечное значение диапазона измерения; бóльший по модулю из пределов измерения;

ХN – нормирующий интервал;

Хп- показание прибора;

а = с−d в = d ⋅⏐Хк⏐

**Форма промежуточного контроля**

**Зачет (5 семестр)**

Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету

1. Виды отношений свойств физических объектов, типы шкал физических величин.
2. Международная система единиц SI. Размер, значение, обозначение, размерность физической величины.
3. Методы измерений.
4. Средства измерений (СИ) и их классификация.
5. Погрешность измерения. Систематическая и случайная погрешности.
6. Классы точности средств измерений. Расчет погрешности измерения по классу точности.
7. Измерения однократные и многократные. Оценка результатов различных видов измерений.
8. Правовая основа метрологического обеспечения.
9. Организационные основы обеспечения единства измерений.
10. Поверка и калибровка средств измерений. Метрологические службы предприятий.
11. Техническая основа обеспеченияединства измерений**.**
12. Стандартизация. Цели и принципы стандартизации. Органы и службы стандартизации.
13. Технический регламент. Документы в области стандартизации.
14. Работы, выполняемые при стандартизации.
15. Методы стандартизации. Научно-технические принципы стандартизации, параметрическая стандартизация, ряды предпочтительных чисел.
16. Подтверждение соответствия. Цели и принципы подтверждения соответствия.
17. Формы подтверждения соответствия.
18. Обязательное подтверждение соответствия: документы, требованиям которых должна соответствовать продукция; участники процедуры подтверждения соответствия; документы и знаки, подтверждающие соответствие.
19. Добровольное подтверждение соответствия: документы, требованиям которых должна соответствовать продукция; участники процедуры подтверждения соответствия; документы и знаки, подтверждающие соответствие.
20. Системы и схемы подтверждения соответствия.
21. Порядок проведения обязательной сертификации продукции.
22. Сертификация средств измерений.
23. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий: цели, принципы. Структура российской системы аккредитации.
24. Международные и региональные организации в области метрологии, стандартизации и сертификации.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

**Печатные издания:**

1. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / Димов Юрий Владимирович. - Иркутск : ИГТУ, 2002. - 448 с. - ISBN 5-8038-0192-5 : 132-00.

**Издания из ЭБС:**

1. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Часть 1. Метрология : учебник для академического бакалавриата / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. – 5 изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 235 с. – Серия : Бакалавр. Академический курс. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/E97789F2-0F06-4765-9BC7-FD3732EF6639>

2. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Часть 2. Стандартизация : учебник для академического бакалавриата / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. – 5 изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 481 с. – Серия : Бакалавр. Академический курс. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/ED02B132-AE1A-401D-A5B7-F9C485D7B116>

3. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Часть 3. Сертификация : учебник для академического бакалавриата / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. – 5 изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 132 с. – Серия : Бакалавр. Академический курс. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/D54B69D4-F4D2-4CDC-8E14-1DEFA29E4069>

4. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / И.М. Лифиц - 12-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 314 с. – (Серия: Бакалавр. Прикладной курс). – Режим доступа: https://biblio-online.ru/viewer/090ED56E-3BF3-47BE-862C-C732B387CE3C.

**Дополнительная литература**

**Печатные издания:**

1. Раннев Г. Г. Методы и средства измерений : учебник / Раннев Георгий Георгиевич, Тарасенко Анатолий Пантелеевич. - 6-е изд., стер. - Москва : Академия, 2010. – 336 с.

**Издания из ЭБС:**

1. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров / Я.М Радкевич, А.Г. Схиртладзе. - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2014. – 829 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-4754-0. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/B3B899AA-6107-493C-89F0-97A2811024B5>

2. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров / А.Г. Сергеев., В.В. Терегеря – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2014. – 838 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс).– Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/1CEC0D2A-56B2-4F2E-9DBE-13571FFC5F0E>.

3. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 2. Стандартизация и сертификация : учебник и практикум для академического бакалавриата / Сергеев А. Г., Терегеря В. В. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 325 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03645-9. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/4573F340-3BC9-4076-B475-99681B96A072](http://www.biblio-online.ru/book/4573F340-3BC9-4076-B475-99681B96A072).

Ведущий преподаватель О.И. Климкова

Заведующий кафедрой А.Н. Власов