

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Факультет «Кораблестроение и морская техника»

Кафедра «Управление качеством»

**ИЗМЕРЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

**Задания и методические указания к контрольной работе**

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2023

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Цель контрольной работы – закрепление теоретических знаний и приобретение навыков статистической обработки данных многократных прямых измерений. Контрольная работа является самостоятельной работой студента, выполняемой под руководством преподавателя, и выполняется с соответствие с учебным планом по направлению и индивидуальным заданием. В результате выполнения контрольной работы студент должен освоить стандартную методику обработки прямых измерений. Получить навыки определения размерности различных физических величин. Закрепить теоретический материал в ответах на поставленные вопросы.

**ЗАДАНИЕ**

Задание на контрольную работу представляет собой комплекс из двух типовых задачи теоретического вопроса. Исходные данные выбираются в соответствии с порядковым номером студента по списку группы и рекомендаций преподавателя.

В ходе выполнения курсовой работы необходимо:

* Дать подробной описание заданной физической величины;
* Определить размерность заданной физической величины;
* Выполнить статистическую обработку результатов многократных прямых измерений;
* Определить наличие или отсутствие грубых погрешностей (промахов) в результатах измерений;
* Рассчитать границы доверительного интервала с заданной вероятностью;
* Ответить на поставленные теоретические вопросы.

Контрольная работа выполняется на листах формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.105-95 и включает:

1. Титульный лист;
2. Содержание;
3. Основная часть;
4. Заключение;
5. Список используемых источников.

**Задача 1**

**(номер в списке группы)**

Выразите размерности приведенных ниже физических величин через размерности основных физических величин системы SI. Определите единицы измерений этих величин и их связь с единицами измерений основных физических величин системы SI.

|  |  |
| --- | --- |
| № в списке группы | Физическая величина |
| 1 | Удельная теплоемкость |
| 2 | Кинематическая вязкость |
| 3 | Теплопроводность |
| 4 | Механическое сопротивление |
| 5 | Мощность |
| 6 | Давление |
| 7 | Электрическое напряжение |
| 8 | Электрическая ёмкость |
| 9 | Работа |
| 10 | Электрическое сопротивление |
| 11 | Электрическая проводимость |
| 12 | Поток магнитной индукции |
| 13 | Потенциал |
| 14 | Магнитная индукция |
| 15 | Механическое напряжение |
| 16 | Индуктивность |
| 17 | Эквивалентная доза излучения |
| 18 | Теплоемкость |
| 19 | Количество теплоты |
| 20 | Электродвижущая сила |
| 21 | Энергия |
| 22 | Количество электричества |
| 23 | Ускорение |
| 24 | Скорость |

**ТЕОРИЯ**

С 1 января 1980 г. в нашей стране действует международная метрическая система единиц SI (SystemInternational).

В этой системе установлено 7 основных единиц:

- длины: метр (м);

- массы: килограмм (кг);

- времени: секунда (с);

- силы электрического тока: Ампер (А);

- термодинамической температуры: Кельвин (К);

- количества вещества: моль (моль);

- силы света: кандела (кд).

Производные единицы системы SI образованы в соответствии с уравнениями, связывающими их с основными единицами или с основными и уже определенными производными. В SI установлено более 130 производных единиц.

Например, 1 м/с – единица скорости, образованная из основных единиц SI – метра и секунды;

1 Н – единица силы, образованная из основных единиц SI – килограмма, метра и секунды.

Показателем качественного различия физических величин является их размерность. Размерность обозначается "dim" и записывается заглавными латинскими буквами:

– размерность длины – dim*l* = L;

– размерность массы – dimm = M;

– размерность времени – dimt = T;

– размерность силы электрического тока – dimI = I;

– размерность термодинамической температуры – dimT = Q;

– размерность силы света – dimj = J.

Размерность любой производной физической величины Q можно представить уравнением, содержащим размерности основных физических величин с соответствующими показателями степеней:

dimQ = Lα⋅Mβ⋅Tγ⋅θη⋅Jζ, (1.1.)

где α, β, γ, λ, ξ – показатели степеней.

**ПРИМЕР** выразите размерность электрической емкости через размерности основных физических величин SI. Определите единицу измерения электрической емкости через единицы основных физических величин. Установлена ли специальная единица электрической емкости?

**Решение**.

Электрическая емкость С численно равна заряду q, изменяющему потенциал проводника U на 1 единицу:

C=q/U (1.2.)

В системе SI за единицу заряда q принимается Кулон. Кулоном называется электрический заряд, протекающий через поперечное сечение проводника за 1с при силе тока I в 1А, т.е.

q=I•t (1.3.)

Электрическое напряжение U представляет собой работу А, совершаемую суммарным полем кулоновских и сторонних сил при перемещении на участке цепи единичного положительного заряда q:

U=A/q (1.4.)

Работу А можно выразить через электрическую силу F и путь *l*:

A=F⋅*l* (1.5.)

Сила F определяется по закону Ньютона:

F = m⋅a (1.6.)

гдеm – масса;

a – ускорение.

В свою очередь ускорение a:

a=υ/t=*l*/t2 (1.7.)

гдеυ – скорость;

*l* – длина;

t – время.

Тогда можно записать:

 (1.8)

Размерность электрической емкости:

dimC=dim-2*l⋅*dim-1m*⋅*dim4t*⋅*dim2I=L2*⋅*M-1*⋅*T4*⋅*I2 (1.9.)

В системе SI единица электрической емкости может быть выражена:

 (1.10)

Специальная единица электрической емкости называется Фарадой.

**Задача 2**

**(номер в списке группы)**

При прямых равноточных многократных измерениях диаметра вала получили следующие результаты (по варианту), мм. Определить границы доверительного интервала с вероятностью Р=0,98.

|  |  |
| --- | --- |
| № в списке группы | Результаты измерений |
| 1 | 15,8; 15,6; 15,9; 14,5; 15,7; 15,8; 15,9; 15,5;15,7; 15,6 |
| 2 | 28,2; 28,0; 28,3; 28,2; 26,9; 28,1; 28,2; 28,0; 28,3; 28,1 |
| 3 | 52,7; 52,5; 51,1; 52,2; 52,6; 52,3; 52,5; 52,4; 52,1; 52,6 |
| 4 | 74,3; 74,1; 74,0; 72,8; 74,0; 74,2; 73,9; 74,1; 74,2; 74,0 |
| 5 | 31,6; 31,4; 31,2; 31,5; 31,7; 31,5; 31,3; 31,4; 30,2; 31,5 |
| 6 | 42,1; 42,0; 40,8; 41,9; 41,7; 41,9; 42,0; 42,1; 41,8; 41,7 |
| 7 | 68,9; 68,7; 68,8; 67,5; 68,6; 68,9; 69,0; 68,7; 68,9; 68,6 |
| 8 | 81,3; 81,2; 80,0; 81,2; 81,1; 81,0; 80,9; 81,0; 81,3; 81,1 |
| 9 | 17,7; 17,9; 17,6; 17,9; 17,7; 17,8; 16,5; 17,6;17,9; 17,8 |
| 10 | 12,8; 12,5; 12,6; 12,7; 12,5; 12,8; 12,6; 10,5; 12,8; 12,6 |
| 11 | 95,7; 95,5; 93,4; 95,6; 95,8; 95,9; 95,6; 95,4; 95,7; 95,8 |
| 12 | 63,2; 61,1; 63,0; 63,3; 62,9; 62,8; 63,0; 62,8; 63,1; 63,2 |
| 13 | 37,4; 37,2; 37,6; 37,4; 37,3; 37,5; 37,7; 37,4; 36,2; 37,3 |
| 14 | 55,2; 55,0; 54,8; 55,0; 54,9; 55,1; 55,3; 53,1; 54,9; 55,0 |
| 15 | 91,7; 91,3; 91,5; 90,4; 91,8; 91,5; 91,6; 91,4; 91,7; 91,5 |
| 16 | 23,3; 23,6; 23,4; 23,2; 22,0; 23,1; 23,5; 23,3; 23,1; 23,3 |
| 17 | 88,7; 88,5; 88,6; 87,4; 88,7; 88,5; 88,6; 88,4; 88,7; 88,8 |
| 18 | 49,0; 49,2; 48,8; 49,1; 48,9; 49,3; 47,1; 49,2; 48,9; 49,0 |
| 19 | 72,4; 72,7; 72,5; 72,6; 72,4; 72,5; 71,3; 72,7; 72,5; 72,4 |
| 20 | 58,1; 58,0; 57,7; 57,8; 58,2; 58,0; 56,1; 58,0; 57,9; 57,8 |
| 21 | 35,4; 34,2; 35,5; 35,3; 35,2; 35,1; 35,0; 35,2; 35,4; 35,1 |
| 22 | 62,2; 62,0; 61,8; 62,1; 62,0; 62,3; 61,9; 61,1; 62,0; 62,2 |
| 23 | 98,8; 99,1; 99,0; 98,7; 98,9; 99,1; 99,0; 99,2; 98,0; 98,9 |
| 24 | 45,3; 45,1; 45,6; 44,2; 45,4; 45,3; 45,5; 45,4; 45,6; 45,3 |

**ТЕОРИЯ**

**Методика обработка результатов измерений.**

**Многократные прямые равноточные измерения.**

**Этапы:**

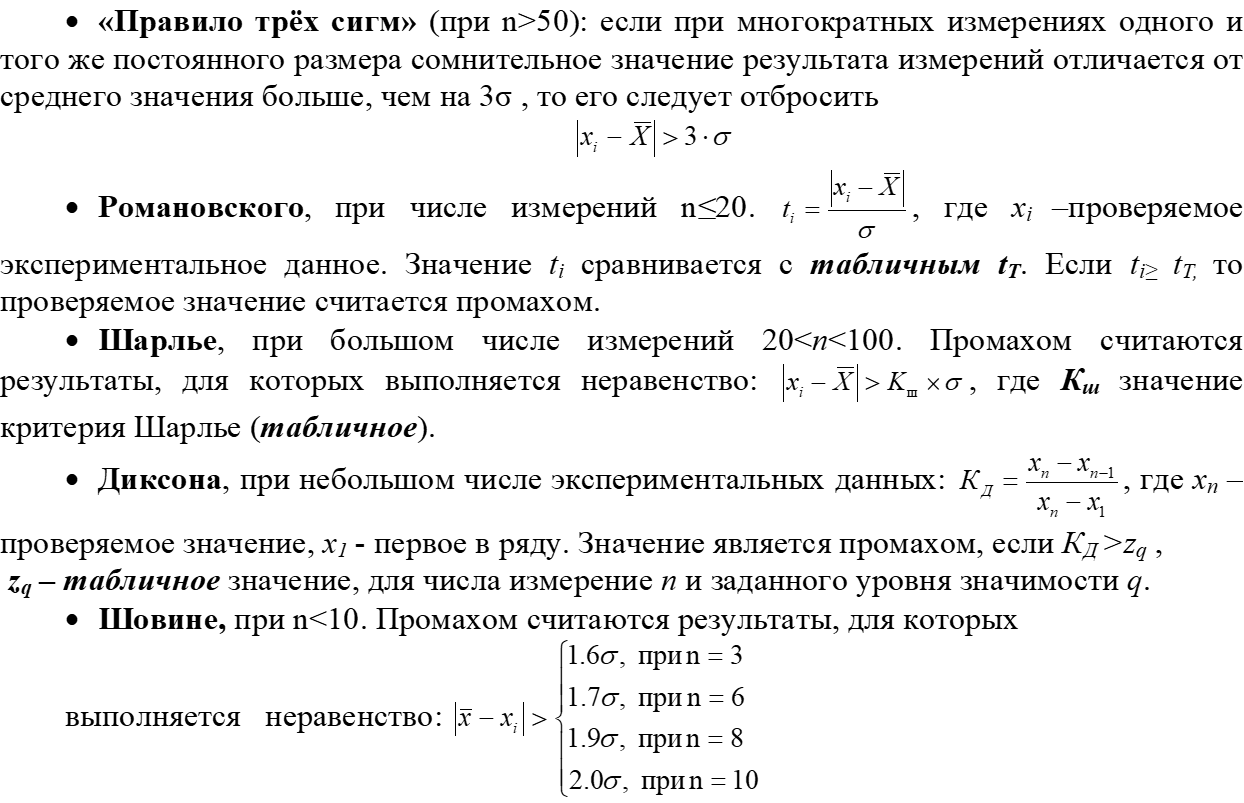
1. Исправляют результаты наблюдений исключением систематической погрешности (графический метод);
2. Вычисляют среднее арифметическое значение по формуле: ;



1. Вычисляют выборочное СКО от значения погрешности измерений по формуле: ;



1. Исключают промахи (критерии «трёх сигм», Романовского, Шарлье, Диксона или Шовине).



1. Пересчитывают среднее арифметическое и СКО.
2. При заданном значении доверительной вероятности *Р* и числе измерений *n* по таблицам определяют коэффициент Стьюдента ;



1. Находят границы доверительного интервала для случайной погрешности

;



1. Окончательный результат записывают в виде при вероятности *Р*.



Или в форме доверительного интервала:



**Задание 3**

**(номер в списке группы)**

1. Система величин. Основные величины системы. Примеры систем физических величин. Единица измерения физической величины.

2. Размерность физической величины. Обобщенные единицы величин. Размерность производной физической величины. Определяющее уравнение производной величины.

3. Физическая величина. Истинное значение физической величины. Погрешность результата измерений.

4. Основные методы измерения физических величин. Виды погрешностей измерений. Алгоритм обработки результатов прямых и косвенных измерений.

5. Виды инструментальных погрешностей. Влияние внешних причин на погрешность измерений: влияние температуры, магнитных и электрических полей, атмосферного давления и влажности воздуха.

6. Классификация погрешностей по характеру их проявления при измерениях. Перечислите методы исключения систематических погрешностей (до и после измерений).

7. Метод вольтметра-амперметра. Метод непосредственного измерения напряжения. Метод непосредственного измерения тока.

8. Измерительные системы. Структура измерительной системы. Измерительный сигнал.

9. Преобразователи. Пассивные и активные датчики. Входные и выходные датчики.Преобразование сигналов. Аналоговые и квантованные сигналы. Модуляция сигналов.

10. Шумы в измерительных установках. Тепловой шум. Дробовой шум. Фликкер-шум. Квантовый шум.

11. Фундаментальные физические законы, используемые в измерительной технике. Использование в измерительной технике законов механики. Приборы инерционного действия.

12. Жидкостный манометр. Определение удельного веса твёрдых тел.

13. Приборы магнитоэлектрической и электромагнитной системы. Эффект Холла, датчики Холла

14. Газовые термометры. Термоэлектрические термометры.

15. Пирометрические методы измерений температуры. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Виды пирометров

16. Резистивные датчики: потенциометры (реостаты), металлические датчики температуры, полупроводниковые датчики температуры.

17. Фоторезисторы. Датчики деформации (тензорезисторы).

18. Емкостные датчики.

19. Эффект Зеебека и эффект Пельтье, термопары. Пьезоэлектрические датчики. Пироэлектрические датчики.

20. Передача, хранение и воспроизведение ФВ. Единство измерений. Воспроизведение основных и производных единиц. Хранение единицы.

21. Поверка средств измерений. Эталон. Виды эталонов. Эталоны единиц СИ. Что представляет собой эталон массы? Из чего состоит эталон длины?

22. Что представляет собой эталон температуры? Что представляет собой эталон единицы силы тока? Как реализован эталон силы света?

23. Поясните структуру государственного первичного эталона единиц времени и частоты.

Дайте современное определение секунды.

24. Поясните сущность эффекта Джозефсона. Из чего состоит комплекс измерений, входящий в государственный первичный эталон единицы постоянной ЭДС и постоянного электрического напряжения?

**Рекомендуемая литература**

I. Маркин И.С.Основы теории обработки результатов измерений. - М.: Изд-во стандартов, 1991. – 268 с.

2. Маркин Н.С. Практикум по метрологии. - М.: Изд-во стандартов, 1994*.* – 214с.

3. Кошлякова И.Г., Ваганов В.А., Атоян Т.В. Практикум по метрологии и стандартизации. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2013. – 214 с

4. Анисимов, Г. Н. Основы метрологии : учебное пособие / Г. Н. Анисимов, А. А. Ткачук. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2021