

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»**

Кафедра физики

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА**

Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов  
направления подготовки 29.03.02 – Технологии и проектирование текстильных  
изделий очной и заочной форм обучения

Составители:  
С. Ю. Иванова  
В. В. Безносова

Санкт-Петербург  
2021

Утверждено  
на заседании кафедры  
18.01.2021 г., протокол № 1

Рецензент А. А. Лысенко

Методические указания содержат материал для подготовки к выполнению контрольной работы по дисциплине «Инженерная физика», а также список необходимой для изучения литературы. Подробно описаны правила выбора варианта контрольной работы и правила ее оформления, представлены примеры задач и подход к их решению, даны вопросы к экзамену.

Контрольные работы разработаны для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 29.03.02 – Технологии и проектирование текстильных изделий.

Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве методических материалов

Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=202116](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202116), по паролю. – Загл. с экрана.  
Дата подписания к использованию 09.02.2021 г. Рег. № 16/21.

ФГБОУВО «СПбГУПТД»  
Юридический и почтовый адрес: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18.  
<http://sutd>.

### **Методические указания к выполнению контрольной работы**

1. За время обучения инженерной физике студент должен выполнить одну контрольную работу. Каждая контрольная работа содержит пять задач.
2. Выбор варианта контрольной работы:  
Вариант контрольной работы следует выбирать согласно номеру зачетной книжки (по двум последним цифрам).  
Например: если последние две цифры зачетной книжки заканчиваются от 01 до 20, то номер варианта соответствует этим двум последним цифрам (например, номер зачетной книжки 0332116 – вариант № 16). Если две последние цифры больше 20, то номер варианта равен одной последней цифре (например, номер зачетной книжки 0332186 – вариант № 6). Если две последние цифры зачетной книжки – 00, то выполнять вариант № 10.
3. Каждую контрольную работу можно выполнять:
  - в отдельной тетради, на обложке которой указать номер контрольной работы, наименование дисциплины («Инженерная физика»), фамилию и инициалы студента, номер зачетной книжки, номер группы;
  - в печатном варианте в формате Word. На титульном листе указать номер контрольной работы, наименование дисциплины («Инженерная физика»), фамилию и инициалы студента, номер зачетной книжки, номер группы.
4. Контрольную работу следует выполнять аккуратно, оставляя поля для замечаний преподавателя.
5. Формулировку задачи своего варианта переписывать полностью.
6. Обязательно записать условия задачи.
7. При решении задачи физические величины должны быть выражены в системе СИ.
8. Решения задач и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями.
9. Приводить вывод расчетной формулы, которая нужна для решения конкретной задачи.
10. Решение задачи рекомендуется сначала сделать в общем виде, т. е. только в буквенных обозначениях.
11. Вычисления следует проводить путем подстановки заданных величин в расчетную формулу.
12. Проверить размерность полученных величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить ее правильность.

**Контрольные работы, представленные без соблюдения вышеперечисленных указаний, зачитываться не будут.**

**При представлении работы на повторную проверку обязательно предъявлять первоначальную работу с замечаниями преподавателя.**

## Примеры решения задач

**Пример 1.** Определить размерность напряжённости гравитационного поля.

Решение. Напряжённость гравитационного поля

$$g = \frac{F}{M}, \quad (1)$$

где  $F$  – сила тяготения, действующая на массу  $M$ . Тогда

$$g = \frac{Ma}{M} = a. \quad (2)$$

Очевидно, что размерность напряжённости гравитационного поля соответствует размерности ускорения

$$[g] = L^1T^{-2}.$$

**Пример 2.** В состав бронзового сплава входит 10 % олова и 90 % меди. Определите плотность бронзы, если плотность олова  $7,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , а плотность меди  $8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  при  $20^\circ\text{C}$ .

Дано	Решение
$M_1 = 0,1M$ $M_2 = 0,9M$ $\rho_1 = 7,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ $\rho_2 = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$	Плотность бронзового сплава: $\rho = \frac{M_1 + M_2}{V_1 + V_2}, \quad (1)$ где $V_1 = \frac{M_1}{\rho_1} = \frac{0,1M}{\rho_1}$ – объем, занимаемый оловом; $V_2 = \frac{M_2}{\rho_2} = \frac{0,9M}{\rho_2}$ – объем, занимаемый медью. Подставим значения $V_1$ и $V_2$ в уравнение (1) и подсчитаем плотность сплава: $\rho = \frac{(0,1 + 0,9)\rho_1\rho_2}{0,1\rho_2 + 0,9\rho_1} = \frac{7,3 \cdot 8,9 \cdot 10^6}{(0,1 \cdot 8,9 + 0,9 \cdot 7,3) \cdot 10^3} = 8,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
$\rho - ?$	

Ответ: плотность бронзового сплава  $\rho = 8,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

**Пример 3.** Сила тока контролируется амперметром с максимальным пределом 2 А. Класс точности прибора 0,25. Стрелка прибора установилась на отметке 1 А. Определить абсолютную погрешность показания прибора и относительную погрешность измерения.

Дано	Решение
$I_{\max} = 5 \text{ А}$ $K = 0,25$ $I = 2 \text{ А}$	Абсолютная погрешность электроизмерительного прибора определяется по формуле $\Delta I = 0,01 \cdot K \cdot I_{\max}.$ Определим погрешность $\Delta I = 0,01 \cdot 0,25 \cdot 5 = 0,0125 \text{ А}.$ Теперь показания прибора соответствуют $I = (2,00 \pm 0,01) \text{ А}.$ Относительная погрешность $\delta I = \frac{\Delta I}{I} 100 \% = 0,6 \%$
$\Delta I - ?$ $\delta I - ?$	

Ответ:  $\Delta I = 0,0125 \text{ А}$ ,  $\delta I = 0,6 \%$ .

**Пример 4.** При многократном измерении температуры  $T$  в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Укажите доверительные границы истинного значения температуры в помещении с вероятностью  $P = 0,95$ .

Дано	Решение
$T_1 = 20,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_2 = 20,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_3 = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_4 = 20,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_5 = 19,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_6 = 20,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_7 = 20,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_8 = 20,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $n = 8$ $P = 0,95$	<p>Среднее значение измеряемой величины <math>\bar{T}</math>:</p> $\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i = \frac{20,4+20,2+20,0+20,5+19,7+20,3+20,4+20,1}{8} = 20,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$ <p>Среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического <math>S</math>:</p> $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}} = 0,09.$ <p>По таблице находим значение коэффициента Стьюдента <math>tn,p</math> при доверительной вероятности <math>P = 0,95</math>: <math>tn,p = 2,4</math>.</p> <p>Доверительные границы (интервал) истинного значения температуры в помещении с вероятностью <math>P = 0,95</math> рассчитываются по формуле</p> $\bar{T} - S \cdot tn,p < \bar{T} < S \cdot tn,p + \bar{T}$ $20,2 - 0,09 \times 2,4 < \bar{T} < 20,2 + 0,09 \times 2,4.$ <p>Окончательно результат измерения температуры <math>T</math> в производственном помещении:</p> $20 < \bar{T} < 20,4, P = 0,95 \text{ или } T = 20,2 \pm 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}, P = 0,95$

**Пример 5.** Амперметром класса точности 2,0 со шкалой (0...50) А измерены значения тока 0; 5; 10; 20; 25; 30; 40; 50 А. Рассчитать абсолютную, относительную и приведённую погрешности от результата измерений.

Дано	Решение
$I_1 = 0 \text{ А}$ $I_2 = 5 \text{ А}$ $I_3 = 10 \text{ А}$ $I_4 = 20 \text{ А}$ $I_5 = 25 \text{ А}$ $I_6 = 30 \text{ А}$ $I_7 = 40 \text{ А}$ $I_8 = 50 \text{ А}$ $K = 2,0$	<p>Класс точности амперметра задан числом без кружка, следовательно, приведённая погрешность, выраженная в процентах, во всех точках шкалы не должна превышать по модулю класса точности, т. е. <math> \gamma I  \leq 2\%</math>.</p> <p>Выразим абсолютную погрешности из формулы приведенной погрешности:</p> $\gamma I = \frac{\Delta I}{I_N} 100\%,$ $\Delta I = \frac{\gamma I \cdot I_N}{100\%},$ <p>где <math>I_N</math> — нормирующее значение.</p> <p>За нормирующее значение <math>I_N</math> принимаем размах шкалы, так как шкала амперметра содержит нулевую отметку, то</p> $I_N =  50 \text{ А} - 0 \text{ А}  = 50 \text{ А}.$ <p>Абсолютная погрешность равна</p> $\Delta I = \frac{2\% \cdot 50}{100\%} = 1 \text{ А}.$ <p>Значения относительной погрешности будем рассчитывать по</p>
$\Delta I - ?$ $\delta I - ?$ $\gamma I - ?$	

формуле	$\delta I = \frac{\Delta I}{I} 100 \%.$
При $I_1 = 0$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{0} 100 \% \rightarrow \pm\infty.$
При $I_2 = 5$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{5} 100 \% = 20 \%.$
При $I_3 = 10$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{10} 100 \% = 10 \%.$
При $I_4 = 20$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{20} 100 \% = 5 \%.$
При $I_5 = 25$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{25} 100 \% = 4 \%.$
При $I_6 = 30$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{30} 100 \% = 3 \%.$
При $I_7 = 40$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{40} 100 \% = 2,5 \%.$
При $I_8 = 50$ А получаем	$\delta I = \frac{1}{50} 100 \% = 2 \%.$

**Пример 6.** Вольтметром класса точности  $\textcircled{0,5}$  со шкалой (0...100) В измерены значения напряжения 0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 В. Рассчитать абсолютную и относительную погрешности измерений.

Дано	Решение
$V_1 = 0$ В $V_2 = 10$ В $V_3 = 20$ В $V_4 = 40$ В $V_5 = 50$ В $V_6 = 60$ В $V_7 = 80$ В $V_8 = 100$ В $K = 0,5$	<p>Класс точности вольтметра задан числом в кружке, следовательно, относительная погрешность, выраженная в процентах, во всех точках шкалы не должна превышать по модулю класса точности, т. е. <math> \delta V  \leq 0,5 \%</math>.</p> <p>Найдем значения абсолютной погрешности <math>\Delta V</math>:</p> $\delta V = \frac{\Delta V}{V} 100 \% \rightarrow \Delta V = \frac{\delta V \cdot V}{100 \%}.$ <p>При <math>V_1 = 0</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_1}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 0}{100 \%} = 0</math> В.</p> <p>При <math>V_2 = 10</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_2}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 10}{100 \%} = 0,05</math> В.</p>
$\Delta V - ?$ $\delta V - ?$	<p>При <math>V_3 = 20</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_3}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 20}{100 \%} = 0,1</math> В.</p> <p>При <math>V_4 = 40</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_4}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 40}{100 \%} = 0,2</math> В.</p> <p>При <math>V_5 = 50</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_5}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 50}{100 \%} = 0,25</math> В.</p> <p>При <math>V_6 = 60</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_6}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 60}{100 \%} = 0,3</math> В.</p> <p>При <math>V_7 = 80</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_7}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 80}{100 \%} = 0,4</math> В.</p> <p>При <math>V_8 = 100</math> В получаем <math>\Delta V = \frac{\delta V \cdot V_8}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 100}{100 \%} = 0,5</math> В</p>

**Пример 7.** Цифровым омметром класса точности 1,0/0,5 со шкалой (0...1000) Ом измерены значения сопротивления 0; 100; 200; 400; 500; 600; 800; 1000 Ом. Рассчитать абсолютную и относительную погрешности измерений.

Дано	Решение
$R_1 = 0$ Ом $R_2 = 100$ Ом $R_3 = 200$ Ом $R_4 = 400$ Ом $R_5 = 500$ Ом $R_6 = 600$ Ом $R_7 = 800$ Ом $R_8 = 1000$ Ом $K = 1,0/0,5$	<p>Класс точности омметра задан в виде двух чисел, разделённых косой чертой. Следовательно, относительная погрешность, выраженная в процентах, во всех точках шкалы должна удовлетворять следующему соотношению:</p> $\delta R \leq \left[ a + b \cdot \left( \left  \frac{R_k}{R} \right  - 1 \right) \right], \%$ <p>В данном случае <math>a = 1,0</math>; <math>b = 0,5</math>; <math>R_k = 1000</math> Ом, причём параметры этой формулы <math>a</math> и <math>b</math> определяются мультипликативной и аддитивной составляющими суммарной погрешности соответственно. Таким образом, получаем</p>
$\Delta R - ?$ $\delta R - ?$	<p>При <math>R_1 = 0</math> Ом получаем <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{0} \right  - 1 \right) \right] \rightarrow \infty</math>.</p> <p>При <math>R_2 = 100</math> Ом получаем <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{100} \right  - 1 \right) \right] = 5,5 \%</math>.</p> <p>При <math>R_3 = 200</math> Ом получаем <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{200} \right  - 1 \right) \right] = 3 \%</math>.</p> <p>При <math>R_4 = 400</math> Ом получаем <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{400} \right  - 1 \right) \right] = 1,7 \%</math>.</p> <p>При <math>R_5 = 500</math> Ом получаем <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{500} \right  - 1 \right) \right] = 1,5 \%</math>.</p> <p>При <math>R_6 = 600</math> Ом получаем <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{600} \right  - 1 \right) \right] = 1,3 \%</math>.</p> <p>При <math>R_7 = 800</math> Ом получаем <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{800} \right  - 1 \right) \right] = 1,1 \%</math>.</p> <p>При <math>R_8 = 1000</math> Ом получаем: <math>\delta R \leq \left[ 1,0 + 0,5 \left( \left  \frac{1000}{1000} \right  - 1 \right) \right] = 1 \%</math>.</p> <p>Зная значения относительной погрешности, рассчитаем абсолютную погрешность:</p> $\delta R = \frac{\Delta R}{R} 100 \% \rightarrow \Delta R = \frac{\delta R \cdot R}{100 \%}$ <p>При <math>R_1 = 0</math> Ом получаем <math>\Delta R = \frac{\infty \cdot 0}{100 \%}</math> — неопределенность.</p> <p>В таком случае искомое значение <math>\Delta R</math> можно определить следующим образом. Так как класс точности прибора задан в виде двух чисел, то у данного прибора аддитивные и мультипликативные погрешности соизмеримы.</p> <p>При <math>R = 0</math> Ом мультипликативная составляющая погрешность равна нулю, значит, общая погрешность в этой точке обусловлена только аддитивной составляющей. Аддитивную составляющую представляет второе из чисел, задающих класс точности, т. е. в данном случае число <math>b = 0,5</math>. Это означает, что аддитивная погрешность составляет 0,5 % от верхнего предела измерений прибора, т. е. от <math>R_k = 1000</math> Ом. Таким образом, при <math>R = 0</math> имеем</p> $\Delta R = \frac{b \cdot R_k}{100 \%} = \frac{0,5 \% \cdot 1000}{100 \%} = 5 \text{ Ом.}$

При $R_2 = 100$ Ом получаем $\Delta R = \frac{5,5 \% \cdot 100}{100 \%} = 5,5$ Ом.
При $R_3 = 200$ Ом получаем $\Delta R = \frac{3 \% \cdot 200}{100 \%} = 6$ Ом.
При $R_4 = 400$ Ом получаем $\Delta R = \frac{1,7 \% \cdot 400}{100 \%} = 6,8$ Ом.
При $R_5 = 500$ Ом получаем $\Delta R = \frac{1,5 \% \cdot 500}{100 \%} = 7,5$ Ом.
При $R_6 = 600$ Ом получаем $\Delta R = \frac{1,3 \% \cdot 600}{100 \%} = 7,8$ Ом.
При $R_7 = 800$ Ом получаем $\Delta R = \frac{1,1 \% \cdot 800}{100 \%} = 8,8$ Ом.
При $R_8 = 1000$ Ом получаем $\Delta R = \frac{1 \% \cdot 1000}{100 \%} = 10$ Ом

**Пример 8.** Для определения сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  измерили сопротивление при их последовательном  $R_{\text{пос}} = 20$  кОм и при параллельном  $R_{\text{пар}} = 4,5$  кОм включении. Чему равны сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ ?

Дано	Решение
$R_{\text{пос}} = 20$ кОм $R_{\text{пар}} = 5$ кОм	При последовательном соединении $R_{\text{пос}} = R_1 + R_2.$ (1) При параллельном соединении $R_{\text{пар}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$ (2)
$R_1 - ?$ $R_2 - ?$	Подставим (1) в (2) $\rightarrow R_{\text{пар}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_{\text{пос}}} = \frac{(R_{\text{пос}} - R_2) \cdot R_2}{R_{\text{пос}}} = \frac{R_{\text{пос}} \cdot R_2 - R_2^2}{R_{\text{пос}}}$ $\rightarrow R_{\text{пос}} \cdot R_2 - R_2^2 = R_{\text{пар}} \cdot R_{\text{пос}} \rightarrow 20 \cdot R_2 - R_2^2 = 100 \rightarrow$ $R_2^2 - 20 \cdot R_2 + 100 = 0.$ Решаем квадратное уравнение, корень которого равен $R_2 = 10$ кОм, тогда $R_1 = R_{\text{пос}} - R_2 = 20 - 10 = 10$ кОм. Ответ: $R_1 = 10$ кОм; $R_2 = 10$ кОм

**Пример 9.** Перевести температуру  $t = -20$  °С в температуру Ренкина.

Дано	Решение
$t = -20$ °С	Перевод температуры Ренкина ( $r$ ) в температуру Цельсия можно определить, используя формулу $t$ °С = $5/9 t_r$ ° - 273,15. Тогда $t_r$ ° = $\frac{9(t$ °С + 273,15)}{5} = $\frac{9(273,15 - 20)}{5} = 455,67$ °r.
$t_r$ ° - ?	Ответ: $t_r$ ° = 455,67 °r



**Пример 10.** При 20 °С отмерено 100 м железной и 100 м медной проволоки. Найти разницу длин этих проволок при 60 °С. Коэффициенты линейного расширения для железа  $\alpha_{ж} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$  и меди  $\alpha_{м} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$ .

Дано	Решение
$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $l_{ж} = 100 \text{ м}$ $l_{м} = 100 \text{ м}$ $t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ $\alpha_{ж} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$ $\alpha_{м} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$	<p>Найдём удлинение железной проволоки при <math>t_1</math> и <math>t_2</math>:</p> $l_{ж1} = l_{0ж}(1 + \alpha_{ж}t_1),$ $l_{ж2} = l_{0ж}(1 + \alpha_{ж}t_2),$ $\Delta l_{ж} = l_{ж2} - l_{ж1} = l_{0ж} \cdot \alpha_{ж}(t_2 - t_1).$ <p>Заменим <math>l_{0ж}</math> и вычислим</p> $\Delta l_{ж} = l_{ж1} \frac{\alpha_{ж} \cdot (t_2 - t_1)}{1 + \alpha_{ж}t_1} = 100 \frac{1,2 \cdot 10^{-5} (60 - 20)}{1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 20} = 0,0479 \text{ м.}$
$\Delta l - ?$	<p>Найдём удлинение медной проволоки при <math>t_1</math> и <math>t_2</math>:</p> $l_{м1} = l_{0м}(1 + \alpha_{м}t_1),$ $l_{м2} = l_{0м}(1 + \alpha_{м}t_2),$ $\Delta l_{м} = l_{м2} - l_{м1} = l_{0м} \cdot \alpha_{м}(t_2 - t_1).$ <p>Заменим <math>l_{0м}</math> и вычислим</p> $\Delta l_{м} = l_{м1} \frac{\alpha_{м} \cdot (t_2 - t_1)}{1 + \alpha_{м}t_1} = 100 \frac{1,7 \cdot 10^{-5} \cdot (60 - 20)}{1 + 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot 20} = 0,0679.$ <p>Разница длин проволок <math>\Delta l</math> при 60 °С :</p> $\Delta l = \Delta l_{м} - \Delta l_{ж} = 0,0679 - 0,0479 = 0,02 \text{ м.}$ <p>Ответ: <math>\Delta l = 0,02 \text{ м}</math></p>

**Пример 11.** В приведенной формуле  $R = \frac{A}{B^3}$  измеряются величины  $A$ ,  $B$ . Требуется вывести формулу для вычисления погрешности и представить в общем виде результат с погрешностью.

Дано	Решение
$A, B$	<p>В приведенной формуле <math>R = \frac{A}{B^3}</math> измеряются величины <math>A</math>, <math>B</math>. Данная функция удобна для логарифмирования:</p> $\ln R = \ln \frac{A}{B^3} = \ln A - 3 \ln B.$ <p>Находим частные производные:</p> $\frac{\partial \ln R}{\partial A} = \frac{1}{A}; \quad \frac{\partial \ln R}{\partial B} = \frac{3}{B}.$ <p>Искомая формула будет иметь вид</p> $\Delta R = R \sqrt{\left(\frac{\partial \ln R}{\partial A} \Delta A\right)^2 + \left(\frac{\partial \ln R}{\partial B} \Delta B\right)^2} = R \sqrt{\left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{3\Delta B}{B}\right)^2}.$ $R = R \pm \Delta R = R \pm R \sqrt{\left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{3\Delta B}{B}\right)^2}$

## Вариант 1

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		кГц	МГц	ГГц
Частота	3500 Гц	кГц	МГц	ГГц
Сила тока	1,5 А	нА	мА	мкА
Напряжение	30 В	кВ	мВ	мкВ
Мощность	0,047 кВт	мВт	Вт	мкВт
Длина волны	1550 нм	мм	см	мкм
Электрическая емкость	3500 пФ	мФ	мкФ	нФ
Индуктивность	0,018 Гн	мкГн	нГн	мГн
Сопротивление	0,012 ТОм	МОм	кОм	ГОм

2. Отрезок проволоки длиной  $l = 1$  м и диаметром  $d = 0,1$  мм имеет электрическое сопротивление  $R = 51$  Ом. Из какого материала сделана проволока и к какому виду относятся эти измерения?

3. Определить приведённую погрешность и класс точности аналогового вольтметра с пределом 30 В. Максимальная абсолютная погрешность равна 1,08 В.

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения напряжения 37,186 В при СКО погрешности однократного измерения 0,249 В. Число измерений равно 8, доверительная вероятность 0,95.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность ускорения.

## Вариант 2

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя дольные и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		Гц	МГц	ГГц
Частота	0,15 кГц	Гц	МГц	ГГц
Сила тока	150 000 нА	мкА	мА	А
Напряжение	0,042 кВ	мкВ	В	мВ
Мощность	8,6 Вт	мкВт	кВт	мВт
Длина волны	0,93 м	нм	мм	мкм
Электрическая емкость	4,31 мФ	пФ	мкФ	нФ
Индуктивность	0,47 мкГн	мГн	Гн	нГн
Сопротивление	15,4 кОм	Ом	ТОм	МОм

2. Для идентификации материала, из которого сделан цилиндр, штангенциркулем измерим его диаметр  $d = 1$  см и высоту  $h = 5$  см. Из какого материала сделан цилиндр, если его масса, определенная взвешиванием, оказалась равной  $m = 0,0349$  кг? К какому виду относятся эти измерения?

3. В эталоне единицы тока сила тока контролируется амперметром с максимальным пределом 2 А. Класс точности прибора 0,25. Стрелка прибора установилась на отметке 1 А. Определить абсолютную погрешность показания прибора.

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения мощности 87,35 Вт при СКО погрешности однократного измерения 0,164 Вт. Число измерений равно 7, доверительная вероятность 0,92.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность коэффициента упругости в законе Гука.

### Вариант 3

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя дольные и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением сомножителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		ГГц	Гц	МГц
Частота	34,5 кГц	ГГц	Гц	МГц
Сила тока	45 000 нА	А	мкА	мА
Напряжение	450 000 мВ	В	кВ	мкВ
Мощность	430 700 мкВт	Вт	мВт	кВт
Длина волны	375 мм	см	нм	мкм
Электрическая емкость	50,0 мФ	нФ	мкФ	пФ
Индуктивность	181 нГн	мкГн	Гн	мГн
Сопротивление	33,7 МОм	ТОм	кОм	ГОм

2. Для определения емкостей конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  они были включены последовательно, потом – параллельно. При последовательном включении был получен результат  $C_{\text{пос}} = 2$  мкФ, при параллельном –  $C_{\text{пар}} = 8$  мкФ. Чему равны емкости конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  и к какому виду относятся эти измерения?

3. Первичный эталон температуры может хранить и воспроизводить температуры в интервале от 13,81 К до 630,74 °С с абсолютной погрешностью 0,001 К. Определить относительные погрешности первичного эталона температуры для нижнего и верхнего значения интервала.

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения тока 61,93 мА при СКО погрешности однократного измерения 0,37 мА. Число измерений равно 9, доверительная вероятность 0,98.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность напряжённости гравитационного поля.

## Вариант 4

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в табл.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		Гц	МГц	кГц
Частота	0,003 ГГц	Гц	МГц	кГц
Сила тока	0,75 А	мА	нА	мкА
Напряжение	356 000 мкВ	кВ	мВ	В
Мощность	8150 мВт	Вт	кВт	мкВт
Длина волны	0,006 м	мкм	мм	нм
Электрическая емкость	47,3 мкФ	мФ	пФ	нФ
Индуктивность	0,51 мГн	нГ	мкГн	Гн
Сопротивление	47,3 ГОм	кОм	МОм	ТОм

2. Для определения сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  измерили сопротивление при их последовательном  $R_{\text{пос}} = 10$  кОм и при параллельном  $R_{\text{пар}} = 2,5$  кОм включении. Чему равны сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  и к какому виду относятся эти измерения?

3. Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым – 50,0 В. Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения сопротивления 0,836 Ом при СКО погрешности однократного измерения 0,0142 Ом. Число измерений равно 6, доверительная вероятность 0,93.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность силы F.

## Вариант 5

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя дольные и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением сомножителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	18 300 Гц	кГц	ГГц	МГц
Сила тока	354 мА	мкА	А	нА
Напряжение	47 380 мкВ	В	кВ	мВ
Мощность	640 мВт	кВт	МВт	Вт
Длина волны	518 мм	нм	см	мкм
Электрическая емкость	7500 пФ	нФ	мФ	мкФ
Индуктивность	0,0007 Гн	мГн	нГн	пГн
Сопротивление	680 Ом	МОм	ТОм	кОм

2. При нагревании сопротивление металлического резистора определяется соотношением  $R = R_0(1 + \alpha T)$ , где  $R_0$  – сопротивление при  $0^\circ\text{C}$ ,  $\alpha$  – температурный коэффициент сопротивления. Сопротивление резистора было измерено при двух температурах:  $T_1 = 20^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 100^\circ\text{C}$  и получены значения сопротивлений резистора  $R_1 = 54,281\ \text{Ом}$ ,  $R_2 = 71,4\ \text{Ом}$ . Определите параметры резистора  $R_0$  и  $\alpha$ , установите материал, из которого изготовлен резистор, и укажите, к какому виду относятся эти измерения?

3. Измеряется мощность трехфазного тока двумя ваттметрами. Какова наибольшая погрешность измерения, если стрелка первого ваттметра показывает 120 делений и погрешность этого прибора не более 0,5 %, а стрелка второго ваттметра показывает 40 делений и погрешность прибора 1 %.

4. Определить границы результата измерения напряжения 43,62 мВ при СКО погрешности однократного измерения 0,579 мВ. Число измерений равно 8, доверительная вероятность 0,99.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность давления.

## Вариант 6

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением сомножителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		МГц	Гц	ГГц
Частота	348 кГц	МГц	Гц	ГГц
Сила тока	0,12 А	мкА	мА	нА
Напряжение	560 мВ	кВ	мкВ	В
Мощность	560 мВт	кВт	Вт	мкВт
Длина волны	238 мкм	нм	см	мм
Электрическая емкость	21,2 нФ	мФ	пФ	мкФ
Индуктивность	1,19 мГн	гн	нГн	мкГн
Сопротивление	560 кОм	ТОм	Ом	МОм

2. Выведите формулу перевода шкалы Фаренгейта в международную стоградусную шкалу (шкалу Цельсия), если температуре таяния льда соответствует  $+ 32 \text{ }^\circ\text{F}$ , а температуре кипящей воды  $+ 212 \text{ }^\circ\text{F}$ .

3. Определить погрешность при измерении тока амперметром класса точности 1,5, если номинальный ток амперметра 30 А, а показание амперметра 15А.

4. Определить границы результата измерения сопротивления 27,48 МОм при СКО погрешности однократного измерения 0,79 мВ. Число измерений равно 11, доверительная вероятность 0,91.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность момента импульса.

## Вариант 7

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	0,35 МГц	ГГц	Гц	кГц
Сила тока	473 мА	мкА	А	нА
Напряжение	120 В	мкВ	кВ	мВ
Мощность	220 Вт	кВт	мкВт	мВт
Длина волны	37,6 мм	м	нм	мкм
Электрическая емкость	147,5 нФ	мкФ	мФ	пФ
Индуктивность	2,34 мкГн	мГн	Гн	нГн
Сопротивление	220 Ом	МОм	кОм	ГОм

2. Определите температуру поверхности Солнца, если исследование его спектра излучения показало, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны 500 нм. Примите Солнце за чёрное тело.

3. Определить абсолютную погрешность и сделать запись результата измерения активного сопротивления цифровым омметром с классом точности 0,2/0,05. Отсчет на пределе «1000 кОм» равен 573 кОм.

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения напряжения 74,526 В при СКО погрешности однократного измерения 0,237 В. Число измерений равно 7, доверительная вероятность 0,98.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность момента силы.



## Вариант 8

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя дольные и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением сомножителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	1,45 кГц	Гц	МГц	ГГц
Сила тока	1300 мкА	А	нА	мА
Напряжение	9,0 В	кВ	мкВ	мВ
Мощность	0,139 кВт	мВт	Вт	мкВт
Длина волны	345,7 мм	мкм	см	нм
Электрическая емкость	345,1 мкФ	пФ	мФ	нФ
Индуктивность	345 нГн	мкГн	Гн	мГн
Сопротивление	0,152 ТОм	кОм	ГОм	МОм

2. Железная линейка при  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  имеет длину 1 м. На сколько изменится длина при охлаждении до  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

3. Определить абсолютную погрешность и сделать запись результата измерения постоянного напряжения цифровым вольтметром с классом точности 0,03/0,01. Отсчет на пределе «1000 В» равен 346,4 В.

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения мощности 47,38 Вт при СКО погрешности однократного измерения 0,156 Вт. Число измерений равно 8, доверительная вероятность 0,95.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность работы.

## Вариант 9

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		кГц	МГц	Гц
Частота	0,024 ГГц	кГц	МГц	Гц
Сила тока	85 мА	мкА	А	нА
Напряжение	0,380 кВ	В	мВ	мкВ
Мощность	74 Вт	мВт	кВт	мкВт
Длина волны	1,13 м	нм	мм	мкм
Электрическая емкость	150,6 пФ	мФ	мкФ	нФ
Индуктивность	0,514 Гн	мкГн	нГн	мГн
Сопротивление	82,3 Ом	МОм	кОм	ГОм

2. В центре стального диска имеется круглое отверстие диаметром 4,99 мм. При  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . До какой температуры следует нагреть диск, чтобы диаметр отверстия стал равным 5,00 мм?

3. Отсчет по шкале прибора с равномерной шкалой и с пределами измерений от 0 В до 50 В равен 25 В. Оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчёта для приборов следующих классов точности: а) 0,02/0,01; б) 0,5; в) 0,5

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения сопротивления 0,714 Ом при СКО погрешности однократного измерения 0,0263 Ом. Число измерений равно 9, доверительная вероятность 0,96.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность коэффициента вязкости в уравнении Ньютона для вязкости.

## Вариант 10

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	0,000 19 ГГц	МГц	Гц	кГц
Сила тока	0,045 А	мА	нА	мкА
Напряжение	0,008 кВ	мкВ	В	мВ
Мощность	5300 мВт	Вт	мкВт	кВт
Длина волны	947 мкм	см	нм	мм
Электрическая емкость	34 500 пФ	мкФ	мФ	нФ
Индуктивность	1,25 Гн	нГн	Гн	мГн
Сопротивление	180 кОм	ТОм	МОм	ГОм

2. Найти силу света лампы, висящей на потолке комнаты, если суммарный световой поток равен 314 лм. Считать излучение лампы одинаковым по всем направлениям.

3. По приведенной погрешности определить класс точности миллиамперметра, который необходим для измерения тока от 0,1 до 0,5 мА (относительная погрешность измерения не должна превышать 1 %).

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения тока 57,28 мА при СКО погрешности однократного измерения 0,46 мА. Число измерений равно 6, доверительная вероятность 0,97.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность момента инерции материальной точки.

## Вариант 11

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		кГц	Гц	МГц
Частота	157 000 Гц	кГц	Гц	МГц
Сила тока	345 мкА	нА	А	мА
Напряжение	35 мВ	кВ	мкВ	В
Мощность	3800 мкВт	Вт	мВт	кВт
Длина волны	58,4 мм	нм	мкм	см
Электрическая емкость	910 нФ	пФ	мФ	мкФ
Индуктивность	2,17 мГн	Гн	нГн	мкГн
Сопротивление	0,27 ГОм	кОм	ТОм	МОм

2. При измерении диэлектрической проницаемости ткани, находящейся между обкладками плоского конденсатора резонансным методом с контуром индуктивностью  $L = 2$  мГн, резонанс наступил на частоте  $\nu = 1$  МГц. Площадь пластин конденсатора  $S = 3$  см<sup>2</sup>, расстояние между ними  $d = 1$  мм. Определить диэлектрическую проницаемость ткани.

3. Манометр типа МТ-1 с диапазоном измерения от 0 до 160 кгс/см<sup>2</sup>, класс точности 1,5, используется для контроля постоянного давления 120 кгс/см<sup>2</sup>. Определить абсолютную и относительную погрешности манометра.

4. Определить доверительный интервал и записать результат измерения напряжения 37,86 В при СКО погрешности однократного измерения 0,14 В, если число измерений равно 5, доверительная вероятность 0,93.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность мощности.

## Вариант 12

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением сомножителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	75,4 МГц	ГГц	Гц	кГц
Сила тока	0,051 А	нА	мкА	мА
Напряжение	0,053 кВ	мкВ	В	мВ
Мощность	0,021 кВт	МВт	Вт	мкВт
Длина волны	42,8 мкм	мм	нм	см
Электрическая емкость	45,1 мкФ	нФ	мФ	пФ
Индуктивность	0,273 Гн	мГн	нГн	мкГн
Сопротивление	390 Ом	кОм	МОм	ТОм

2. Площадь излучения излучателя в государственном эталоне канделы равна  $1/600\ 000\ \text{м}^2$ . Температура излучателя 2042 К. Определить энергетическую светимость эталона.

3. В цепь с током 15 А включены три амперметра со следующими параметрами: класса точности 1,0 со шкалой на 50 А; класса точности 1,5 на 30 А и класса точности 2,5 на 20 А. Определить, какой из амперметров обеспечит большую точности измерения тока в цепи.

4. В приведенной формуле  $R = \frac{A^2 \cdot B}{\sqrt{C+D}}$  измеряются величины  $A, B, C, D$ . Требуется вывести формулу для вычисления погрешности и представить в общем виде результат с погрешностью.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность сопротивления.

## Вариант 13

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		кГц	Гц	Гц
Частота	135,3 МГц	кГц	Гц	Гц
Сила тока	62 мА	мкА	А	нА
Напряжение	84 В	мВ	кВ	мкВ
Мощность	570 мВт	кВт	Вт	мкВт
Длина волны	287 164 нм	мкм	см	мм
Электрическая емкость	39 нФ	мФ	пФ	мкФ
Индуктивность	0,814 мГн	мкГн	Гн	нГн
Сопротивление	4,72 ГОм	МОм	ТОм	кОм

2. Найти массу азота при нормальных условиях в эталоне газового термометра, объёмом  $0,2 \text{ дм}^3$ .

3. Микроамперметр на  $100 \text{ мкА}$  имеет шкалу в  $200$  делений. Определите возможную погрешность в делениях шкалы, если на шкале прибора имеется обозначение класса точности  $1,0$ .

4. В приведенной формуле  $R = \frac{2A}{3BC^2}$  измеряются величины  $A$ ,  $B$   $C$ . Требуется вывести формулу для вычисления погрешности и представить в общем виде результат с погрешностью.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность удельного сопротивления.

## Вариант 14

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		МГц	кГц	Гц
Частота	0,063 ГГц	МГц	кГц	Гц
Сила тока	27 000 нА	А	мкА	мА
Напряжение	0,470 В	мкВ	кВ	мВ
Мощность	8,6 Вт	мкВт	кВт	МВт
Длина волны	143 мм	нм	см	мкм
Электрическая емкость	101 мФ	нФ	мкФ	пФ
Индуктивность	24,7 мкГн	мГн	Гн	нГн
Сопротивление	5100 Ом	МОм	кОм	ГОм

2. При измерении сопротивления хлопка напряжение на конденсаторе  $C = 30$  пФ снизилось с 350 до 250 В за 105 с. Определить сопротивление этого материала.

3. Вольтметр типа Д566/107, класса точности 0,2 имеет диапазон измерений от 0 до 50 В. Определить допускаемую абсолютную и относительную погрешности, если стрелка вольтметра остановилась на делении шкалы против цифры 20 В.

4. В приведенной формуле  $R = \frac{A^3}{B+C}$  измеряются величины  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Требуется вывести формулу для вычисления погрешности и представить в общем виде результат с погрешностью.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность напряжения.

## Вариант 15

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		МГц	Гц	ГГц
Частота	2,55 кГц	МГц	Гц	ГГц
Сила тока	472 мкА	мА	А	нА
Напряжение	240 мВ	кВ	мкВ	В
Мощность	2361 мкВт	Вт	мВт	кВт
Длина волны	0,316 м	нм	см	мкм
Электрическая емкость	330 мкФ	нФ	пФ	мФ
Индуктивность	13,8 мГн	нГн	мкГн	Гн
Сопротивление	0,091 ТОм	ГОм	кОм	МОм

2. Газ находится в баллоне при температуре  $15\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении 18 атм. При какой температуре давление газа станет равным 15,5 атм?

3. Указатель отсчетного устройства омметра класса точности 2,5 с существенно неравномерной шкалой длиной 100 мм показывает 100 Ом. Чему равно измеряемое сопротивление?

4. В приведенной  $R = \frac{3A+B}{C^2 \cdot D^{-3}}$  формуле измеряются величины  $A, B, C, D$ . Требуется вывести формулу для вычисления погрешности и представить в общем виде результат с погрешностью.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность периода колебаний пружинного маятника.



## Вариант 16

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	950 Гц	ГГц	кГц	МГц
Сила тока	0,225 А	нА	мА	кА
Напряжение	1463 мВ	В	мВ	кВ
Мощность	420 мВт	кВт	мкВт	Вт
Длина волны	851 мм	мм	нм	см
Электрическая емкость	18,2 мФ	мкФ	пФ	нФ
Индуктивность	0,063 Гн	мкГн	нГн	мГн
Сопротивление	5,62 МОм	ТОм	кОм	Ом

2. По трубопроводу с внутренним диаметром 25 мм течёт вода со скоростью 2 м/с. Определите объёмный, массовый и мольный расходы воды.

3. При измерении напряжения вольтметром класса точности 0,5/0,1 с верхним диапазоном измерений 250 В его показания были 125 В. Определите относительную погрешность вольтметра.

4. В приведенной  $R = \frac{\sqrt{A+B}}{2C}$  формуле измеряются величины  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . Требуется вывести формулу для вычисления погрешности и представить в общем виде результат с погрешностью.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность вязкости.

## Вариант 17

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	185 кГц	МГц	Гц	ГГц
Сила тока	173 мА	нА	А	мкА
Напряжение	6 В	мкВ	кВ	МВ
Мощность	0,375 Вт	мкВт	кВт	МВт
Длина волны	1310 нм	см	мкм	мм
Электрическая емкость	247,3 нФ	мФ	пФ	мкФ
Индуктивность	0,947 мГн	Гн	мкГн	нГн
Сопротивление	2,27 кОм	Ом	МОм	ГОм

2. Угол поворота плоскости поляризации жёлтого света при прохождении через кювету с раствором сахара равен  $\varphi = 40^\circ$ . Длина кюветы равна 15 см, удельное вращение сахара  $\alpha = 66,5$  град/(дм·г/см<sup>3</sup>). Определите концентрацию сахара в растворе.

3. Указатель отсчетного устройства ампервольтметра класса точности 0,02/0,01 показывает 25 А. Чему равна измеряемая сила тока?

4. Температура слитка в печи, измеренная пирометром в пяти точках, оказалась следующей: 975, 1005, 945, 950, 987 °С. Представить результат с погрешностью при доверительной вероятности  $P = 0,9$ .

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность электрического заряда.

## Вариант 18

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
Частота	0.000 27 ГГц	Гц	МГц	кГц
Сила тока	437 000 нА	мкА	А	мА
Напряжение	740 мВ	кВ	В	МВ
Мощность	93,7 МВт	мВт	кВт	мкВт
Длина волны	48,3 мм	мкм	см	нм
Электрическая емкость	19,6 мкФ	пФ	мФ	нФ
Индуктивность	475 мкГн	мГн	Гн	нГн
Сопротивление	68 000 Ом	МОм	ГОм	кОм

2. К пластинам воздушного конденсатора приложена разность потенциалов  $U = 500$  В. Площадь пластин  $S = 200$  см<sup>2</sup>, расстояние между ними  $d = 1,5$  мм. После отключения конденсатора от источника напряжения в пространство между пластинами внесли парафин ( $\epsilon = 7$ ). Определите ёмкость конденсатора до и после внесения диэлектрика.

3. Класс точности магазина сопротивлений 0,01/0,02, верхний предел 120 Ом. Допустимо ли использовать это устройство для воспроизведения сопротивления в интервале от 20 до 40 Ом с максимально допустимой абсолютной погрешностью 0,1 Ом.

4. В результате 30 равноточных измерений температуры определено среднее квадратическое отклонение 8,7 °С. Предполагая нормальный закон распределения, вычислите случайную погрешность с вероятностью 0,99.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность электрического тока.

## Вариант 19

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением множителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		МГц	кГц	Гц
Частота	0,047 ГГц	МГц	кГц	Гц
Сила тока	48 мкА	мА	А	нА
Напряжение	0,017 кВ	мВ	В	мкВ
Мощность	0,042 кВт	мкВт	Вт	мВт
Длина волны	0.545 см	нм	мм	мкм
Электрическая емкость	128,7 пФ	нФ	мкФ	мФ
Индуктивность	3515 нГн	мГн	мкГн	Гн
Сопротивление	7.5 МОм	кОм	Ом	ТОм

2. Сколько молей и молекул содержится в 280 г оксида углерода CO?

3. Определить необходимый класс точности вольтметра для измерения напряжения питания бортовой сети самолета ТУ-134  $V = (27 \pm 2,7)$  В, если верхний предел измерения 40 В.

4. В приведенной формуле  $R = \frac{A^4 \cdot B^2}{\sqrt{C+D}}$  измеряются величины  $A, B, C, D$ . Требуется вывести формулу для вычисления погрешности и представить в общем виде результат с погрешностью.

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность индуктивности.

## Вариант 20

1. Произвести запись значения заданного параметра, используя долгие и кратные приставки. Результат представить в виде десятичной дроби либо целого числа необходимой разрядности, а также с применением сомножителя  $10^a$ . Исходные данные и единицы измерения представляемого результата сведены в таблицу.

Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения параметра		
		кГц	Гц	Гц
Частота	470 МГц	кГц	Гц	Гц
Сила тока	39 мА	нА	мкА	А
Напряжение	5200 мкВ	В	МВ	кВ
Мощность	97,6 мВт	кВт	мкВт	Вт
Длина волны	325 мкм	нм	мм	см
Электрическая емкость	9,1 мФ	мкФ	пФ	нФ
Индуктивность	735 нГн	мкГн	Гн	мГн
Сопротивление	0,471 ГОм	ТОм	кОм	МОм

2. Найдено выражение для определения скорости в момент времени  $t$ :  $v(t) = v_0 + at$ , где  $v_0$  – скорость в начальный момент времени;  $a$  – ускорение. Определить, верна ли формула.

3. При измерении тока прибором с классом точности 2,0 и шкалой 15 А было получено значение 11,5 А. Определить диапазон возможного действительного значения тока.

4. Высоту цилиндра  $h$  измеряют штангенциркулем с ценой деления 0,05 мм, а диаметр цилиндра  $d$  – микрометром с пределом допускаемой погрешности  $\pm 4$  мкм. Определить объем цилиндра с погрешностью при доверительной вероятности результата  $P = 0,95$ . Данные для расчета:

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7
$h$ , мм	10,05	9,95	14,95	15,05	16,10	15,98	19,95
$d$ , мм	25,04	25,56	29,96	30,04	34,94	35,03	40,08

5. Размерность физической величины определяется по формуле  $[X] = L^p M^q T^r$ . Определить размерность электрической проводимости.



## Перечень контрольных вопросов к экзамену

№ п/п	Формулировки вопросов
1	Применение основных законов механики поступательного движения в технических системах
2	Применение основных законов механики вращательного движения в технических системах
3	Колебательные процессы. Резонанс в технике
4	Свойства упругих волн. Инженерная акустика
5	Основные законы термодинамики и их инженерное применение
6	Термодинамические машины. Цикл Карно
7	Агрегатные состояния вещества. Физика жидкости
8	Поверхностное натяжение. Смачивание и не смачивание текстильных материалов
9	Явления переноса и их применение в технологических процессах
10	Основные характеристики электрического поля
11	Диэлектрики в электрическом поле. Электризуемость диэлектриков на примере текстильных материалов
12	Поведение зарядов, диполей, коротких волокон в однородных и неоднородных электромагнитных полях
13	Законы электрического тока и их инженерная реализация
14	Электромагнитная волна, ее свойства, шкала электромагнитных волн и ее физико-технические характеристики
15	Видимое, УФ и ИК излучение. Методы создания солнцезащитных и теплозащитных материалов
16	Техническое применение основных законов оптики
17	Взаимодействие света с текстильными материалами
18	Спектральные характеристики волокон, красителей, тканей. Свет и цвет
19	Принцип работы лазера. Свойства лазерного излучения. Виды лазеров и их техническое применение
20	Законы теплового излучения и их инженерное применение. ИК-сушка

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Автор	Заглавие	Издательст- во	Год издания	Ссылка
<b>Основная учебная литература</b>				
Оболонский М. О.	Техническая физика	Саратов: Научная	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/81064.html">http://www.iprbookshop.ru/81064.html</a>
Ташлыкова- Бушкевич И. И.	Физика. Часть 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества	Минск: Вышэйшая школа	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/35563.html">http://www.iprbookshop.ru/35563.html</a>
Ташлыкова- Бушкевич И. И.	Физика. Часть 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Электричество и магнетизм	Минск: Вышэйшая школа	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/35562.html">http://www.iprbookshop.ru/35562.html</a>

### Дополнительная учебная литература

Ветрова В. Т.	Физика. Сборник задач	Минск: Вышэйшая школа	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/48021.html">http://www.iprbookshop.ru/48021.html</a>
Михайлов Б. С.	Теория решения инженерных задач. Методы прогнозирова- ния направлений совершенствова- ния технических систем	Санкт- Петербург: СПбГУПТД	2019	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019167">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019167</a>
Румынская И. Г., Иванова С. Ю., Иванов К. Г., Безносова В. В., Буркова Л. А.	Физика. Лабораторный практикум. Самостоятельна я работа	Санкт- Петербург: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017470">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017470</a>



## Окончание таблицы

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
Паршаков А. Н.	Квантовая физика для инженеров: учебное пособие	Саратов: Вузовское образование	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86463.html">http://www.iprbookshop.ru/86463.html</a>
Чакак А. А., Летута С. Н.	Физика. Краткий курс	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30092.html">http://www.iprbookshop.ru/30092.html</a>
Гуртов В. А., Осауленко Р. Н., Алешина Л. А.	Физика твердого тела для инженеров	Москва: Техносфера	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/26903.html">http://www.iprbookshop.ru/26903.html</a>
Рябцев И. И.	Физика лазеров: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/93484.html">http://www.iprbookshop.ru/93484.html</a>