

Контрольная работа по дисциплине  
«Электрические измерения»

Выбор варианта производится по последней и предпоследней цифрам шифра студента. Текст задания переписывается полностью.

Буквенные обозначения физических величин и их единиц должны соответствовать Международной системе единиц (СИ). Все расчёты следует выполнять в соответствии с требованиями приближенных вычислений. Условные графические обозначения средств измерений и элементов электрических цепей, виды соединений и другие обозначения должны соответствовать требованиям ЕСКД.

### Задача 1

Для определения мощности в цепи постоянного тока были измерены напряжение сети  $U$  вольтметром класса точности  $N_B$  с пределом измерений  $U_m$ , ток  $I$  амперметром класса точности  $N_a$  с пределом измерений  $I_m$ . Определить мощность, потребляемую приёмником, а также относительную и абсолютную погрешности её определения. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$U, В$	220	120	250	175	110	200	100	230	90	130
$U_m, В$	300	150	300	300	150	300	150	300	150	150
$I, А$	350	10	400	200	20	250	12	260	25	8
$I_m, А$	500	15	500	300	30	300	15	300	30	15
Предпоследняя цифра шифра										
$N_B$	1,5	1,0	1,0	1,5	0,5	2,5	1,0	1,5	0,5	1,0
$N_a$	2,5	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	2,5	1,5	0,5

### Задача 2

Проведено пять независимых наблюдений одного и того же напряжения  $U$ . Найти результат измерения и доверительную вероятность того, что абсолютная погрешность измерения не превышает по модулю  $\Delta U$ . Систематической погрешностью можно пренебречь. Исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$U_1$ , мВ	2781	3509	1237	1834	3784	1944	2293	1538	2910	1354
$U_2$ , мВ	2836	3523	1245	1851	3775	1961	2304	1540	2898	1343
$U_3$ , мВ	2807	3501	1253	1867	3788	1951	2311	1545	2894	1367
$U_4$ , мВ	2763	3493	1262	1839	3796	1955	2317	1554	2927	1362
$U_5$ , мВ	2858	3497	1270	1862	3803	1967	2310	1563	2903	1351
Предпоследняя цифра шифра										
$\Delta U$	50	30	25	50	30	25	40	30	25	50

### Задача 3

Обмотка магнитоэлектрического измерительного механизма имеет сопротивление  $R_0$  и рассчитана на предельный длительный ток  $I_0$ , при котором подвижная часть получает наибольшее отклонение. Каким образом на базе указанного измерительного механизма сделать амперметр с пределом измерений  $I_m$  и вольтметр с пределом измерений  $U_m$ ? Исходные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$R_0$ , Ом	20	30	15	25	20	15	30	20	15	30
$I_0$ , мА	10	5	8	10	15	5	10	5	10	15
Предпоследняя цифра шифра										
$I_m$ , А	5	2	1	3	5	2	1	10	0,5	3
$U_m$ , В	100	15	30	150	300	100	250	30	100	300

### Задача 4

Определить цену деления измерительных приборов:

- 1) амперметра, имеющего на шкале  $n_a$  делений и предел измерения  $I_m$ ;
- 2) вольтметра, имеющего  $n_v$  делений шкалы и предел измерения  $U_m$ ;
- 3) ваттметра, имеющего  $n_{вт}$  делений шкалы и пределы измерений по току  $I_{мвт}$  и напряжению  $U_{мвт}$ . Исходные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$n_a$ , дел	30	30	30	30	100	150	150	150	150	150
$I_m$ , А	1,5	3	7,5	15	5	3	7,5	2,5	5	10
$n_B$ , дел	150	150	150	150	150	100	50	100	30	30
$U_m$ , В	150	300	3	15	75	150	250	5	1,5	7,5
$n_{BT}$ , дел	75	30	100	150	150	30	75	100	150	30
$I_{mBT}$ , А	2,5	5	10	5	5	3,5	5	5	2,5	2
$U_{mBT}$ , В	150	150	300	150	300	150	100	150	300	150

### Задача 5

У вольтметра и амперметра с пределами измерений  $U_m$  и  $I_m$ , включенных соответственно через измерительные трансформаторы напряжения 6000/100 и тока 600/5, отчёт по шкале составил  $U_2$  и  $I_2$ . Определить напряжение и ток в сети, а также предел допускаемой абсолютной и относительной погрешностей измерения, если известны классы точности приборов  $N_a$  и  $N_B$  и измерительных трансформаторов  $N_{TH}$  и  $N_{TT}$ . Привести схему измерения. Исходные данные указаны в таблице 5.

Таблица 5

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$U_m$ , В	150	150	150	300	300	300	150	150	300	300
$I_m$ , А	7,5	10	5	7,5	10	5	15	10	15	10
$U_2$ , В	80	90	95	90	95	80	85	80	95	90
$I_2$ , А	4,5	4	3,5	4	4,5	3,5	3	4,5	4	3
Предпоследняя цифра шифра										
$N_B$	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,5	1,0	1,5	0,5	1,0
$N_a$	0,5	1,5	1,0	0,5	1,0	1,5	0,5	0,5	1,0	1,5
$N_{TH}$	1,0	0,5	0,2	0,5	0,2	1,0	0,5	1,0	0,2	0,5
$N_{TT}$	0,2	1,0	0,5	0,2	0,5	1,0	0,2	0,2	0,5	1,0

## Задача 6

Определить относительные погрешности измерения сопротивления  $R_x$  в цепи постоянного тока с помощью амперметра и вольтметра при подключении их двумя возможными способами. Сопротивление амперметра –  $R_a$ , вольтметра –  $R_b$ . Сделать вывод о целесообразности использования той или иной схемы. Исходные данные приведены в таблице 6.

Таблица 6

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$R_a$ , Ом	0,01	0,2	0,02	0,1	0,01	0,015	0,03	0,05	0,04	0,025
$R_b$ , кОм	40	30	50	15	5	10	25	35	50	20
Предпоследняя цифра шифра										
$R_x$ , Ом	2	10	5	100	15	1000	3	1	500	50

## Задача 7

Определить индуктивность  $L_x$  и активное сопротивление  $R_x$  катушки, включенной в одно из плеч уравновешенного моста переменного тока. В противоположное плечо моста включено образцовое сопротивление  $R_4$  и образцовая катушка индуктивности с параметрами  $L_2$  и  $R_2$ . Исходные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$R_2$ , Ом	3	4	5	7	9	10	8	20	12	15
$L_2$ , Гн	0,1	0,2	0,3	0,4	0,15	0,25	0,3	0,2	0,15	0,1
Предпоследняя цифра шифра										
$R_3$ , Ом	20	15	10	25	30	10	35	20	40	25
$R_4$ , Ом	10	20	15	30	35	25	10	15	30	20

## Задача 8

Цепь постоянного тока напряжением  $U$  состоит из двух последовательно соединенных резисторов  $R_1$  и  $R_2$ . Имеется три вольтметра магнитоэлектрической системы с внутренними сопротивлениями  $R_{в1}$ ,  $R_{в2}$  и  $R_{в3}$ . Рассчитать истинное значение напряжения на сопротивлении  $R_1$  и определить показания вольтметров при поочередном их подключении к  $R_1$  и относительные методические погрешности измерения, вызванные подключением вольтметров. Исходные данные приведены в таблице 8.

Таблица 8

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$U$ , В	100	120	150	200	220	110	90	120	100	220
$R_1$ , кОм	5	10	12	6	15	10	15	7,5	6	10
$R_2$ , кОм	10	10	24	10	25	25	20	15	9	5
Предпоследняя цифра шифра										
$R_{в1}$ , кОм	5	8	12	10	20	10	20	10	10	15
$R_{в2}$ , кОм	500	100	300	250	500	300	100	50	15	25
$R_{в3}$ , кОм	50	500	75	100	150	75	300	250	300	500

## Задача 9

Отношение показаний двух ваттметров, измеряющих активную мощность в трёхфазной цепи с симметричной нагрузкой, равно  $\lambda$ . Линейные напряжения и ток равны соответственно  $U_{л}$  и  $I_{л}$ . Определить коэффициент мощности, привести схему включения приборов, выбрав необходимые средства для расширения пределов измерения ваттметров. Технические данные приборов:  $U_m=150$  В,  $I_m=5$  А,  $\alpha_m=150$  дел. Построить векторную диаграмму токов и напряжений. Исходные данные приведены в таблице 9.

Таблица 9

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$\lambda=P_1/P_2$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1
Предпоследняя цифра шифра										
$U_{л}$ , В	220	380	220	380	220	380	220	380	220	380
$I_{л}$ , А	5	10	7,5	15	10	20	15	25	20	30

## Задача 10

При определении потерь в стали с помощью ваттметра были получены следующие данные: показания ваттметра  $P$ , амперметра  $I$ , вольтметра  $U$ . Определить потери в стали и магнитную индукцию, при которой производились измерения, если известны: сопротивления последовательной и параллельной обмоток ваттметра  $R_{a\text{ вт}}$  и  $R_{в\text{ вт}}$ , амперметра –  $R_a$ , вольтметра –  $R_v$ ; поперечное сечение образца  $S = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ; число витков вторичной обмотки  $W = 600$ ; частота переменного тока  $f = 50 \text{ Гц}$ . Исходные данные приведены в таблице 10.

Таблица 10

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра шифра										
$U, \text{ В}$	90	85	80	75	70	65	60	80	70	60
$I, \text{ А}$	1,5	1,0	1,2	1,1	1,3	1,0	0,9	1,1	1,2	1,3
$P, \text{ Вт}$	20	18	19	20	21	17	16	20	21	15
Предпоследняя цифра шифра										
$R_{a\text{ вт}}, \text{ Ом}$	0,1	0,05	0,15	0,2	0,1	0,05	0,15	0,2	0,1	0,2
$R_a, \text{ Ом}$	0,2	0,1	0,05	0,15	0,2	0,1	0,05	0,15	0,2	0,1
$R_{в\text{ вт}}, \text{ кОм}$	30	5	15	10	30	5	15	10	30	15
$R_v, \text{ кОм}$	2,5	5	10	2,5	5	10	2,5	5	10	5

### Основные требования к выполнению и правила оформления.

В каждом пункте решения задачи первоначально нужно указать цель последующего расчёта и привести или вывести в общем виде расчётные формулы. К расчётным формулам, а также ко всем входящим в них вводимым в процессе решения задач условным обозначениям физических величин нужно дать подробные объяснения.

Расчёт следует начать с подстановки в расчётную формулу числовых значений известных величин. В процессе расчёта приводятся результаты промежуточных вычислений и конечный результат. Исходные данные подставляются в формулу в основных единицах физической величины, предусмотренной международной системой единиц СИ ( $U=12 \text{ мВ}$ , в формуле  $U=12 \cdot 10^{-3} \text{ В}$ ,  $C=25 \text{ мкФ}$ , в формуле  $C=25 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ ). Конечный результат представляется в удобном для прочтения виде с использованием основных и дольных единиц ( $I=15 \cdot 10^{-6} \text{ А}$  записать  $I=15 \text{ мкА}$ ).

При подстановке числовых значений физических величин в расчётные формулы и в процессе выполнения промежуточных вычислений размерность не проставляется. Промежуточные вычисления выполняются с использованием такого числа значащих цифр, какое необходимо для обеспечения решения задачи с требуемой точностью.

Конечные результаты расчётов должны быть представлены с соблюдением правил округления и обязательным указанием единицы рассчитанной физической величины. В тех случаях, когда при расчёте оценивается погрешность результата измерений, наименьшие разряды числовых значений результата измерений и числовых показателей погрешности должны быть одинаковыми ( $U=217,9 \pm 0,13$  В). Таким образом, значение погрешности может служить критерием для округления конечного результата расчёта измеряемой величины.

При выполнении ряда однотипных расчётов результаты промежуточных вычислений и конечные результаты сводятся в таблицу. Графики нужно строить на миллиметровой бумаге с соблюдением масштаба и указанием физических величин, откладываемых по осям. Пунктирными линиями необходимо иллюстрировать процесс построения. Точки пересечения соответствующих пунктирных линий, отображающие конечный или промежуточный результаты построения, должны быть обозначены такими же цифрами, что и отправные точки, нанесённые на осях.

Размеры графика следует выбирать такими, при которых на нём можно чётко показать процесс построения.

Округления при обработке результатов наблюдений и при записи результатов измерений следует выполнять, руководствуясь следующими правилами:

1. Округлять результат измерения следует так, чтобы он оканчивался цифрой того же разряда, что и значение его погрешности. Если десятичная дробь в числовом значении результата измерения оканчивается нулями, то нули отбрасывают только до того разряда, который соответствует разряду значения погрешности.

2. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов меньше 5, то остающиеся цифры числа не изменяют. Лишние цифры в целых числах заменяют нулями, а в десятичных дробях отбрасывают.

Примеры. Числовое значение результата измерения 85,6342 при погрешности в пределах  $\pm 0,04$  следует округлить до 85,63. То же число при погрешности в пределах  $\pm 0,012$  следует округлить до 85,634.

Число 165 245 при сохранении четырёх значащих цифр должно быть округлено до 165200, число 165,245 — до 165,2.

3. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов больше или равна 5, но за ней следуют отличные от нуля цифры, то последнюю оставляемую цифру увеличивают на единицу.

Примеры. При сохранении трех значащих цифр число 18598 округляют до 18600, число 152,56—до 153.

4. Если отбрасываемая цифра равна 5, а следующие за ней цифры неизвестны или нули, то последнюю сохраняемую цифру числа не изменяют, если она чётная, и увеличивают на единицу, если она нечётная.

Примеры. Число 10,5 при сохранении двух значащих цифр округляют до 10, число 11,5—до 12.