

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 17.06.2026 06:57:02
Уникальный программный ключ:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Энергосбережение, 6 семестр

Код, направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетические системы и сети
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Радиоэлектроники и электроэнергетики
Выпускающая кафедра	Радиоэлектроники и электроэнергетики

Типовые задания для контрольной работы:

Контрольная работа является завершающим этапом изучения дисциплины и позволяет оценить приобретенные знания и умения в процессе ее изучения. Контрольная работа выполняется обучающимися по вариантам. Задание для контрольной работы представлено ниже.

Задача №1

Номинальный режим электроустановки постоянного тока характеризуется напряжением постоянного тока U и током I , измерение которых может быть произведено вольтметром V_1 и V_2 и амперметрами A_1 и A_2 . Значения напряжения U_n , тока I_n и характеристики электроизмерительных приборов приведены в таблице 1.1.

Необходимо:

1. Из двух вольтметров и двух амперметров выбрать электроизмерительные приборы, обеспечивающие меньшую относительную погрешность;
2. Определить пределы, в которых могут находиться действительные значения напряжения и тока при их измерении выбранными приборами;
3. Определить возможную относительную погрешность в определении мощности установки по показаниям вольтметра и амперметра.

а) Максимальные абсолютные погрешности амперметра и вольтметра:

$$\Delta I = \pm \frac{\gamma \cdot I_{ном}}{100} [\%] \quad \Delta U = \frac{\gamma \cdot U_{ном}}{100} [\%]$$

$$\Delta I(A_1) = \pm \frac{4 \cdot 3}{100} = 0.12 A \quad \Delta I(A_2) = \pm \frac{1.0 \cdot 15}{100} = 0.15 A$$

$$\Delta U(V_1) = \pm \frac{4 \cdot 30}{100} = 1.2 B \quad \Delta U(V_2) = \pm \frac{1.5 \cdot 50}{100} = 0.45 B$$

б) Найдём относительную погрешность в процентах

$$\delta = \frac{\Delta}{X} \cdot 100\%$$

$$\delta_1(A_1) = \frac{\Delta I(A_1)}{I} \cdot 100\% = \frac{0.12}{2.5} \cdot 100\% = 4,8\%$$

$$\delta_2(A_2) = \frac{\Delta I(A_2)}{I} \cdot 100\% = \frac{0.15}{2.5} \cdot 100\% = 6\%$$

Из двух амперметров выбираем А1 так как $\delta_1 < \delta_2$.

$$\delta_1(V_1) = \frac{\Delta U(V_1)}{U} \cdot 100\% = \frac{1.2}{27} \cdot 100\% = 4.4\%$$

$$\delta_2(V_2) = \frac{\Delta U(V_2)}{U} \cdot 100\% = \frac{0.45}{27} \cdot 100\% = 2.77\%$$

Из двух вольтметров выбираем V2 так как $\delta_1 > \delta_2$.

2. Определим пределы в которых могут находиться действительные значения напряжения и тока при их измерении выбранными приборами:

$$\text{Для V2 } \Delta U = \pm \frac{\gamma \cdot U_n}{100} = \frac{1.5 \cdot 50}{100} = 0.75 \text{ В } U = (27 \pm 0.75) \text{ В}$$

$$\text{Для А1 } \Delta I = \frac{\gamma \cdot I_n}{100} = \frac{4 \cdot 3}{100} = 0,12 \text{ А } I = (2.5 \pm 0.12) \text{ А}$$

3. определим возможную относительную погрешность в определении мощности установки по показаниям вольтметра и амперметра.

$$\delta_p = \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2}$$

Для А1 и V2:

$$\delta = \pm \sqrt{\left(\frac{0,12}{2.5}\right)^2 + \left(\frac{0.75}{27}\right)^2} = 0,055$$

Таблица 1.1 – Варианты заданий

Величина			Варианты																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Напряжение U , В			23	18	87	12	18	57	24	24	15	32	36	57	7	87	54	27	29	45
Вольтметры	V_1	Класс точности	2,0	3,0	3,0	2,0	1,0	2,5	4,0	3,0	2,0	0,5	1,0	2,0	2,5	4,0	3,0	1,0	2,5	2,0
		Предел измерения, U_n , В	50	40	100	15	20	100	35	35	20	100	40	30	15	100	70	45	30	55
	V_2	Класс точности	1,5	2,0	2,5	1,5	0,5	4,0	3,0	2,0	1,5	4,0	1,5	2,5	2,0	3,0	2,5	0,5	3,0	2,5
		Предел измерения, U_n , В	30	20	120	20	60	70	40	50	40	40	70	50	10	90	65	40	40	50
Ток I , А			2,5	1,0	3,7	1,9	3,7	3,2	0,9	3,9	2,1	3,1	3,8	4,9	5,6	7,1	8,8	9,1	3,9	2,1
Амперметры	A_1	Класс точности	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	2,0	2,5	1,5	4,0	2,5	1,5	2,5	2,0	3,0	2,5	0,5	3,0	2,5
		Предел измерения, I_n , А	5,0	5,0	5,0	3,0	5,0	3,5	3,0	5,0	2,5	4,0	4,0	5,0	6,0	10	9,0	9,5	4,5	3,0
	A_2	Класс точности	0,5	4,0	3,0	2,0	0,5	1,0	2,0	2,5	3,0	1,5	4,0	1,5	1,5	0,5	4,0	1,0	4,0	2,0
		Предел измерения, I_n , А	3,0	2,0	4,0	2,0	4,0	4,0	2,0	4,0	3,0	6,0	5,0	9,0	10	9,0	10	10	5,0	4,0

Задача №2

Определение погрешности результата косвенных измерений

Для измерения сопротивления или мощности косвенным методом использовались два прибора: амперметр и вольтметр магнитоэлектрической системы.

Определить:

- а) величину сопротивления и мощность по показаниям приборов;
- б) максимальные абсолютные погрешности амперметра и вольтметра;
- в) абсолютную погрешность косвенного метода;
- г) относительную погрешность измерения;
- д) пределы действительных значений измеряемых физических величин.

Исходные данные взять из задачи №1

При косвенных измерениях искомое значение величины y находится на основании математической зависимости, связывающей эту величину с несколькими величинами x_1, x_2, \dots, x_m , измеряемыми прямыми методами. При этом погрешности прямых измерений приводят к тому, что окончательный результат имеет погрешность.

Максимальные абсолютные погрешности амперметра и вольтметра определяются:

$$\Delta I = \pm \frac{\chi I_{ном}}{100},$$

$$\Delta U = \pm \frac{\chi U_{ном}}{100}$$

где χ - приведенная погрешность измерительного прибора, равная классу точности прибора;

$I_{ном}, U_{ном}$ - номинальное значение тока и напряжения;

Формулы для расчета абсолютных и относительных погрешностей результата косвенных измерений:

Функция y	Погрешности	
	абсолютная - Δy	Относительная - δy
$x_1 * x_2$	$\pm \sqrt{x_1^2 (\Delta x_2)^2 + x_2^2 (\Delta x_1)^2}$	$\pm \sqrt{((\Delta x_1 / x_1)^2 + (\Delta x_2 / x_2)^2)}$
x_1 / x_2	$\pm \sqrt{x_2^2 (\Delta x_1)^2 + x_1^2 (\Delta x_2)^2} / x_2^2$	$\pm \sqrt{(\Delta x_1 / x_1)^2 + (\Delta x_2 / x_2)^2}$

где x_1, x_2 - измеренные значения электрических величин; $\Delta x_1, \Delta x_2$ - максимальные абсолютные погрешности, допускаемые при измерении значений x_1, x_2 . Функция $x_1 * x_2$

используется в задаче для расчета погрешности косвенного измерения мощности, функция x_1 / x_2 - то же для сопротивлений.

Результаты вычислений сопротивлений и мощности сводятся в таблицу:

U, В	I, А	$\Delta U,$ В	$\Delta I,$ А	$\Delta P,$ Вт	$\Delta R,$ Ом	δ_p	δ_R	$P + \Delta P,$ Вт	$R + \Delta R,$ Ом
250	1,5	$\pm 1,25$	$\pm 0,015$	$\pm 3,9$	$\pm 2,708$	$\pm 0,014$	$\pm 0,014$	$288 \pm 3,9$	$200 \pm 2,708$

Пример расчета

1. Значение мощности и сопротивления по показаниям приборов

$$P = UI = 240 * 1,2 = 288 \text{ Вт};$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{240}{1,2} = 200 \text{ Ом}$$

2. Предельные абсолютные погрешности измерительных приборов:

амперметра - $\Delta I = \pm \frac{\chi I_{ном}}{100} = \pm \frac{1 \cdot 1,5}{100} = \pm 0,015 \text{ А};$

вольтметра $\Delta U = \pm \frac{\chi U_{ном}}{100} = \pm \frac{0.5 \cdot 250}{100} = \pm 1,25 \text{ В};$

3. Абсолютная погрешность косвенного измерения мощности и сопротивления:

$$\Delta P = \pm \sqrt{U^2 (\Delta I)^2 + I^2 (\Delta U)^2} = \pm 3.9 \text{ Вт};$$

$$\Delta R = \pm \sqrt{I^2 (\Delta U)^2 + U^2 (\Delta I)^2} / I^4 = \pm 2.708 \text{ Ом}$$

4. Относительная погрешность косвенного измерения мощности и сопротивления:

$$\delta_p = \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2} = \pm 0,014;$$

$$\delta_R = \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2} = \pm 0,014 ;$$

5. Действительное значение мощности $P = (288 \pm 3,9) \text{ Вт}.$

Действительное значение сопротивления $R = (200 \pm 2,708) \text{ Ом}.$

Типовые вопросы к зачету:

1. Дайте определение понятия «энергосбережение» согласно ФЗ-261.
2. Какова структура ТЭК России? Перечислите основные отрасли.
3. Перечислите основные виды вторичных энергетических ресурсов.
4. Основные положения ФЗ-261.
5. Использование показателей энергоэффективности для оценки энергосберегающих мероприятий.
6. Виды энергетических балансов. Основная цель составления энергетических балансов.
7. Метод составления баланса электроэнергии.
8. Перечислите этапы проведения энергоаудита.
9. Цель и задачи учета электрической и тепловой энергии.
10. Приборы используются при энергетическом обследовании.
11. Коммерческий и технический учет электроэнергии.
12. Преимущества smart-счетчиков по сравнению с обычными.
13. Многотарифная система учета электрической энергии.
14. Назначение и цель создания автоматизированной системы учета.
15. Потери электрической энергии. Виды потерь.
16. Коммерческие потери электрической энергии.
17. Мониторинг показателей качества электрической энергии.
18. Технологические потери электрической энергии.
19. Потери электроэнергии в линиях электропередачи.
20. Потери электроэнергии в силовых трансформаторах.
21. Потери электроэнергии в сетях напряжением до 1 кВ.
22. Перечислите основные виды ВИЭ и их характеристики.
23. Системы накопления энергии.
24. Энергосберегающие мероприятия в системах электроснабжения.
25. Применение частотно-регулируемого электропривода.
26. Объясните принцип работы и преимущества ЧРП.
27. Виды тарифов на электроэнергию в РФ.
28. Мероприятия по энергосбережению в ЖКХ.
29. Smart Grid и ее возможности для энергосбережения.
30. Роль водородной энергетики в перспективе.