

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Электроснабжение с основами электротехники»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	08.03.01 Строительство
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Промышленное и гражданское строительство
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Бакалавр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Технических дисциплин
<b>Форма обучения:</b>	Очная, заочная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр: 4</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Зачёт: 4 семестр	

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 6 разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> основные направления и перспективы развития систем электроснабжения строительных объектов, зданий и сооружений, элементы этих систем, типовые схемы, современное оборудование и эксплуатацию этих систем		ТО	ОЛР	КР		ТВ
<b>3.2</b> основные положения теории и методы расчета однофазных и трехфазных электрических цепей, устройство и принципы работы электрических машин, основы электроники, приборы и средства электрических измерений, используемых в профессиональной деятельности		ТО	ОЛР	КР		ТВ
<b>3.3</b> типовые схемы электроснабжения зданий и сооружений и основы современных методов расчета элементов этих схем, электрооборудование строительных объектов, зданий и сооружений		ТО	ОЛР	КР		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> совместно со специалистами электриками выбирать и использовать электрооборудование, применяемое на строительных объектах			ОЛР	КР		ПЗ
<b>У.2</b> анализировать и объяснять явления и процессы в электрических цепях схем электроснабжения зданий и сооружений, работать			ОЛР	КР		ПЗ

с приборами и оборудованием, использовать при обработке экспериментальных данных стандартные прикладные программные пакеты; - совместно со специалистами - электриками выбирать и использовать электрооборудование, применяемое на строительных объектах; выбирать типовые схемные решения систем электроснабжения зданий и сооружений						
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> навыками исследования процессов в электрических цепях схем электроснабжения зданий и сооружений, описания проводимых исследований и подготовки отчета по результатам работы			ОЛР	КР		ПЗ
<b>В.2</b> навыками расчета простых электрических цепей и элементов схем электроснабжения зданий и сооружений.			ОЛР	КР		ПЗ

*ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 14 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланирована контрольная работа после освоения студентами учебных разделов дисциплины.

#### **Задания для контрольной работы**

**Тема:** «Расчёт и исследование линейной электрической цепи с источниками постоянных воздействий».

##### **2.1. Объём задания**

1. По заданному номеру варианта изобразить цепь, подлежащую расчёту, пронумеровать ветви (1, 2, 3, 4, 5, 6) и узлы (А, В, С, Д), выписать значения параметров элементов.

2. Выбрать и обозначить положительные направления токов ветвей (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, и т.д.), записать для всех узлов, кроме опорного, уравнения по первому закону Кирхгофа.

3. Выбрать и пронумеровать независимые контуры (I, II, III) и записать для них уравнения по второму закону Кирхгофа.

4. Подставить в составленные уравнения по первому и второму законам Кирхгофа численные значения всех коэффициентов. Полученные системы уравнений не решать.

5. Составить систему уравнений по методу контурных токов, подставить численные значения и определить контурные токи. Определять токи во всех ветвях схемы и напряжение на источнике тока.

6. Составить баланс мощностей для рассматриваемой электрической цепи и оценить погрешность расчёта, приняв за истинную величину мощность источников электрической энергии.

8. Найти потенциалы всех узлов схемы методом узловых потенциалов и определить значения двух токов, один из которых в ветви с источником напряжения, а другой в ветви, не содержащей источников электрической энергии.

9. Найти один из токов методом наложения.

10. Найти один из токов методом эквивалентного источника.

11. Выбор варианта цепи.

12. Конфигурация электрической цепи (граф цепи) выбирается по рис. 1 в соответствии с номером варианта. Для вариантов с номерами 1-27 используется граф а, с номерами 28-54 – граф в, с номерами 55-81 – граф с.

13. Источники напряжения и тока размещаются в цепи в соответствии с номерами варианта табл. 1. Направление действия источника выбирается произвольно. Численные значения параметров источников приведены в таблице 1.

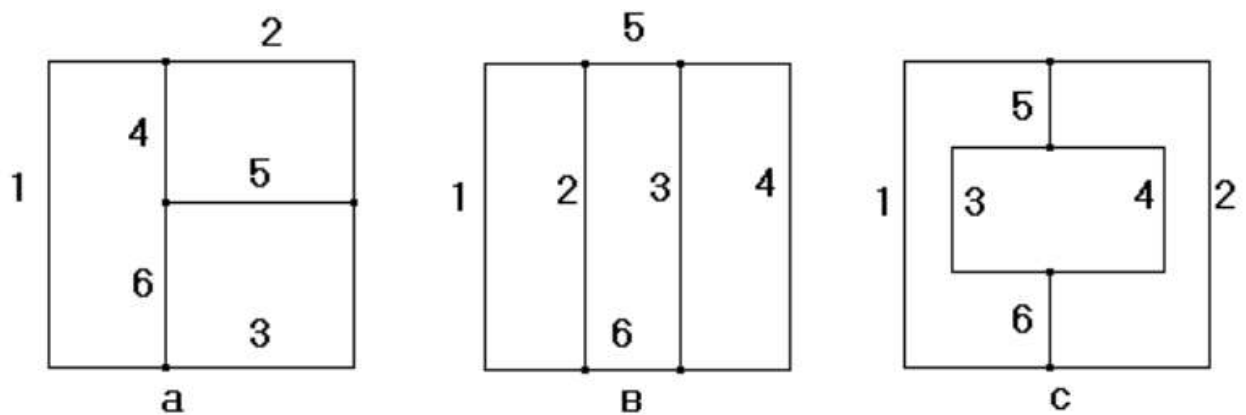


Рисунок 1



Таблица 1

NN вариантов			Ветвь, в которой находится источник тока	Ветвь, в которой находится источник напряжения	E1.E2, В		J, А
1	28	55	1	2,3	15	35	2
2	29	56	2	3,1	60	30	6
3	30	57	3	1,2	10	25	3
4	31	58	1	3,4	25	10	2
5	32	59	3	4,1	20	10	4
6	33	60	4	1,3	20	15	5
7	34	61	1	3,5	30	40	4
8	35	62	3	5,1	15	13	2
9	36	63	5	1,3	15	20	3
10	37	64	1	4,5	20	40	5,5
11	38	65	4	5,1	35	10	4,5
12	39	66	5	1,4	32	16	3,5
13	40	67	5	4,6	17	34	2,5
14	41	68	4	6,1	13	25	3
15	42	69	6	1,4	20	40	4
16	43	70	2	3,4	25	50	4,5
17	44	71	3	4,2	50	20	3
18	45	72	4	2,3	40	25	1
19	46	73	2	3,6	70	15	2
20	47	74	3	6,2	70	25	3
21	48	75	6	2,3	70	40	4
22	49	76	2	4,5	40	15	5
23	50	77	4	5,2	60	30	6
24	51	78	5	2,4	35	60	5
25	52	79	2	4,6	65	20	4
26	53	80	4	6,2	25	65	3
27	54	81	6	2,4	15	35	2

Сопротивление потребителей задается следующим образом:

- для нечётных ветвей:

$$R5 = R1 = R3 = (10 + 0.1M) \text{ Ом}$$

- для чётных ветвей:

$$R2 = R4 = R6 = (12 + 0.2M) \text{ Ом}$$

Число  $M$  равно сумме цифр варианта.

## 2.2. Пример расчёта

1. Требуется рассчитать цепь, изображенную графом а (см. рис. 1), с параметрами  $J_1=2(\text{A})$ ,  $E_4=35(\text{В})$ ,  $E_6=45(\text{В})$ ,  $R_1=R_3=R_5=5,4(\text{Ом})$ ,  $R_2=R_4=R_6=6,8(\text{Ом})$ . Подлежащая расчёту цепь будет иметь вид (рис. 2).
2. Уравнения, составленные по законам Кирхгофа. Выберем и обозначим положительные направления токов в ветвях и совокупность независимых контуров I, II, III (см. рис.3). Уравнения по первому закону Кирхгофа:

- для узла А  
 $-I_1-I_4+I_2=0$
- для узла В  
 $-I_2-I_5+I_3=0$
- для узла С  
 $-I_3+I_1+I_6=0$

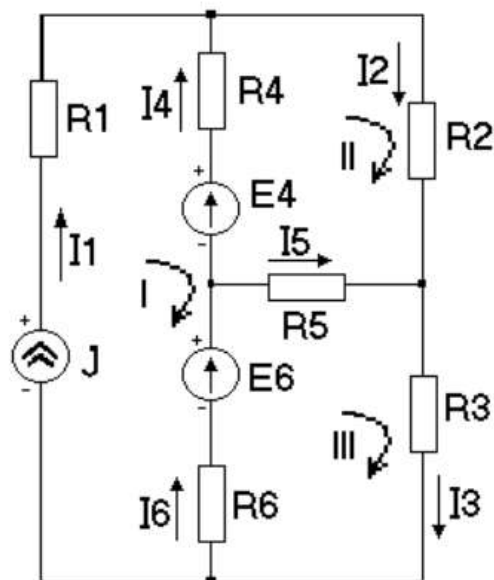


рис.2

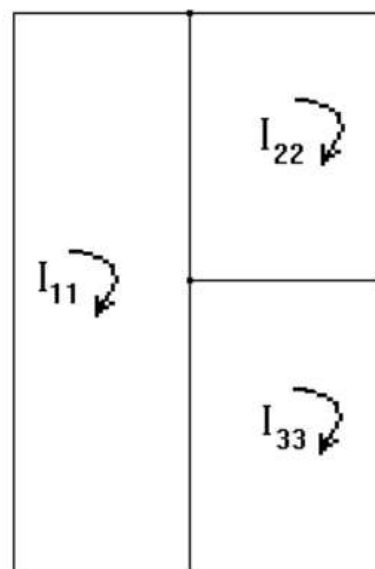


рис.3

Уравнения по второму закону Кирхгофа, составленные в соответствии с обходом контуров I, II, III, показанных на рис. 2:

- для контура I  
 $I_1R_1 - U_2 - I_4R_4 - I_6R_6 = -E_4 - E_6$
- для контура II  
 $I_4R_4 + I_2R_2 - I_5R_5 = E_4$
- для контура III  
 $I_5R_5 + I_3R_3 + I_6R_6 = E_6$

После подстановки численных значений коэффициентов получаем разрешимую систему из шести уравнений с шестью неизвестными коэффициентами  $I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, U_J$ :

$$-2-I_4+I_2=0 \quad 10.8I_1-5.8I_4-6.8I_6-U_J=-30$$

3. Метод контурных токов. Для рассматриваемой цепи, состоящей из трех взаимно-зависимых контуров (см. рис. 2), система уравнений относительно контурных токов имеет вид:

$$\begin{aligned} R_{11}I_{11}+R_{12}I_{22}+R_{13}I_{33}&=E_{11} \\ R_{21}I_{11}+R_{22}I_{22}+R_{23}I_{33}&=E_{22} \\ R_{31}I_{11}+R_{32}I_{22}+R_{33}I_{33}&=E_{33} \end{aligned} \quad (1)$$

Выберем контурные токи так, как показано на рис.3, выпишем и подсчитаем значение коэффициентов системы (1):

$$\begin{aligned} R_{11}&=R_1+R_4+R_6=19(\text{Ом}) \\ R_{23}&=R_2+R_4+R_5=19(\text{Ом}) \\ R_{33}&=R_3+R_5+R_6=17.6(\text{Ом}) \\ R_{12}&=R_{21}=-R_4=-6.8(\text{Ом}) \\ R_{23}&=R_{32}=-R_5=-5.4(\text{Ом}) \\ R_{31}&=R_{13}=-R_6=-6.8(\text{Ом}) \\ E_{11}&=U_J-E_4-E_6=U_J-80(\text{В}) \\ E_{23}&=E_4=35(\text{В}) \\ E_{33}&=45(\text{В}) \end{aligned}$$

Контурный ток  $I_{11}$  совпадает с током ветви, содержащей источник тока  $I_1 = I_{11} = J_1 = 2\text{А}$ . Неизвестные контурные токи  $I_{22}$  и  $I_{33}$  находятся путем совместного решения двух последних систем (1):

$$\begin{aligned} R_{22}I_{22}+R_{23}I_{33}&=E_{22}-R_{21}J_1 \\ R_{32}I_{22}+R_{33}I_{33}&=E_{33}-R_{31}J_1 \end{aligned} \quad (2)$$

После подстановки коэффициентов получим

$$\begin{aligned} 19I_{22}-5.4I_{33}&=48.6 \\ -5.4I_{22}+17.6I_{33}&=58.6 \end{aligned} \quad (3)$$

Решаем систему (3) с помощью определителей:

$$\begin{aligned} I_{22}&=\Delta_1/\Delta \\ I_{33}&=\Delta_2/\Delta \end{aligned} \quad \Delta = \begin{vmatrix} 19 & -5,4 \\ -5,4 & 17,6 \end{vmatrix} = 305,4$$

$$\begin{aligned} I_{22}&=1171.8/305.4=3.839(\text{А}) \\ I_{33}&=1375.8/305.4=4.507(\text{А}) \end{aligned}$$

В соответствии с принятыми в п.2 положительными направлениями токов в ветвях (см.рис.2) вычисляем их значения:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{11} = J_1 = 2(\text{А}) \\ I_2 &= I_{22} = 3.839(\text{А}) \\ I_3 &= I_{33} = 4.507(\text{А}) \\ I_4 &= I_{22} - I_{11} = 1.839(\text{А}) \\ I_5 &= I_{33} - I_{22} = 0.668(\text{А}) \\ I_6 &= I_{23} - I_{11} = 2.507(\text{А}) \end{aligned}$$

Из первого уравнения системы (1) по известным значениям контурных токов находим  $E_{11}$ , а затем напряжение источника тока  $U_1$ :

$$E_{11} = 19 \cdot 2 - 6.8 \cdot 3.839 - 6.8 \cdot 4.507 = -18.753(\text{В}) \quad (4)$$

$$U_J = E_{11} + 80 = 61.25(\text{В})$$



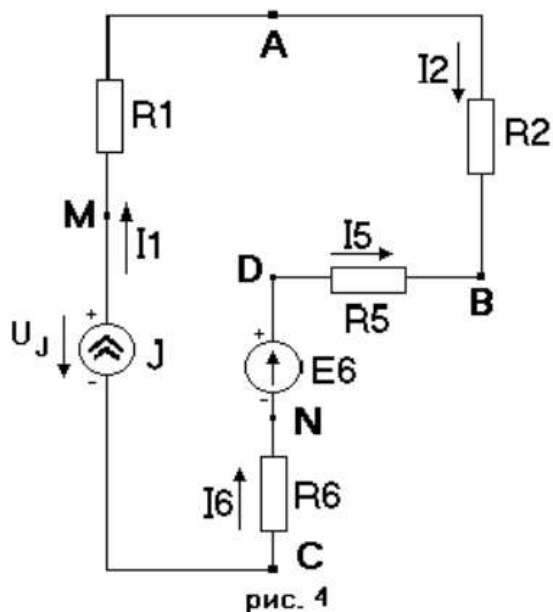
4. Баланс мощностей:

$$\Sigma P_{\text{ист}} = E_4 I_4 + E_6 I_6 + J_1 U_J = 35 * 1.839 + 45 * 2.507 + 2 * 61.25 = 299.68 (\text{Вт})$$

$$\Sigma P_{\text{нагр}} = \Sigma I^2 R = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6 =$$

$$= 5.4(2^2 + 4.507^2 + 0.668^2) + 6.8(3.839^2 + 1.859^2 + 2.507^2) = 299.65 (\text{Вт})$$

5. Для построения потенциальной диаграммы по контуру, образованному ветвями 1, 2, 5, 6 (рис.4), обозначим все точки соединения элементов цепи не принятые при расчете направления токов в ветвях контура.



Далее примем потенциал, например, точки М, равным нулю и подсчитаем

потенциал всех точек при обходе контура по часовой стрелке  $\varphi_M = 0$

$$\varphi_A = \varphi_M - I_1 R_1 = -2 * 5.4 = -10.8 (\text{В})$$

$$\varphi_B = \varphi_A - I_2 R_2 = -10.8 - 3.839 * 6.8 = -36.9 (\text{В})$$

$$\varphi_D = \varphi_B + I_5 R_5 = -36.9 + 0.668 * 5.4 = -33.3 (\text{В})$$

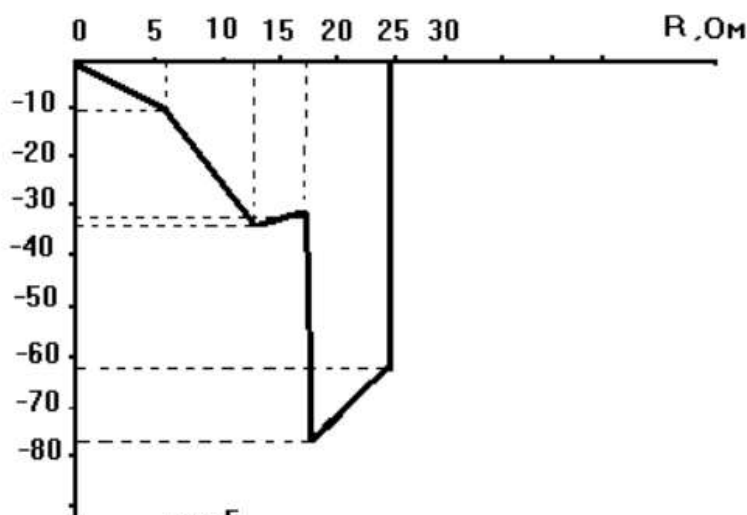
$$\varphi_N = \varphi_D - E_6 = -33.3 - 45 = -78.4 (\text{В})$$

$$\varphi_C = \varphi_N + I_6 R_6 = -78.4 + 17.09 = -61.29 (\text{В})$$

Проверка:

$$\varphi_M = \varphi_C + U_J = -61.29 + 61.29 = -0.04 (\text{В})$$

Потенциальная диаграмма изображена на рис.5, по горизонтальной оси отложены значения сопротивления элементов, во вертикальной - потенциал точек контура.



6. Метод узловых потенциалов. Для рассматриваемой цепи, содержащей 4 узла, в качестве неизвестных величин выбираются потенциалы трех из них. Потенциал четвертого (опорного) принимается равным нулю.

Примем потенциал узла D равным нулю (см.рис.2) и будем считать неизвестными  $\phi_A, \phi_B, \phi_C$ . Составим систему уравнений по методу узловых потенциалов:

$$\begin{aligned} \phi_A G_{AA} + \phi_B G_{AB} + \phi_C G_{AC} &= J_{AA} \\ \phi_A G_{BA} + \phi_B G_{BB} + \phi_C G_{BC} &= J_{BB} \\ \phi_A G_{CA} + \phi_B G_{CB} + \phi_C G_{CC} &= J_{CC} \end{aligned} \quad (6)$$

Выпишем и подсчитаем значения коэффициентов системы (6):

$$\begin{aligned} G_{AA} &= 1/R_2 + 1/R_4 = 0.294(\text{См}) \\ G_{BB} &= 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_5 = 0.51(\text{См}) \\ G_{CC} &= 1/R_3 + 1/R_6 = 0.332(\text{См}) \end{aligned}$$

Систему уравнений (6) решаем методом определителей:

$$\phi_A = \Delta_1 / \Delta ; \phi_B = \Delta_2 / \Delta ; \phi_C = \Delta_3 / \Delta \quad (7)$$

Аналогично находим

$$\Delta_2 = -0.1199, \Delta_3 = -0.9293$$

Определяем численное значение потенциалов:

$$\begin{aligned} \phi_A &= \Delta_1 / \Delta = 0.7478 / 0.0332 = 22.504(\text{В}) \\ \phi_B &= \Delta_2 / \Delta = -0.1199 / 0.0332 = -3.608(\text{В}) \\ \phi_C &= \Delta_3 / \Delta = -0.9293 / 0.0332 = -27.966(\text{В}) \end{aligned}$$

Проверим значения токов  $I_4$  и  $I_5$ , направления которых показаны на рис.2, по закону Ома:

$$I_4 = \phi_D - \phi_A + E_4 / R_4 = -22.504 + 35 / 6.8 = 1.838(\text{А}) \quad (8)$$

$$I_5 = \varphi_D - \varphi_B / R_5 = 3.608 / 5.4 = 0.668 \text{ (A)} \quad (9)$$

Сравнив эти величины со значениями токов  $I_4$ , и  $I_5$ , и их направления, видим, что направления токов совпадают, а величины совпадают с высокой точностью.

7. Метод эквивалентного источника напряжения. Определим ток  $I_3$  методом эквивалентного источника напряжения по формуле:

$$I_3 = U_{XX} / R_3 + R_a \quad (10)$$

Определим напряжение холостого хода  $U_{XX}$  между точками В и С схемы, когда ветвь 3 разомкнута, а сопротивление  $R$ , удалено.

В образованной таким образом цепи (рис.6) для определения  $U_{XX}$  следует найти лишь ток  $I_B$  (ток  $I_a = J_1$ ).

Составим уравнение по второму закону Кирхгофа для контура, в который входит участок ВС с напряжением  $U_{XX}$ :

$$U_{XX} - I_6 R_6 - I_B R_5 = E_6 \quad (11)$$

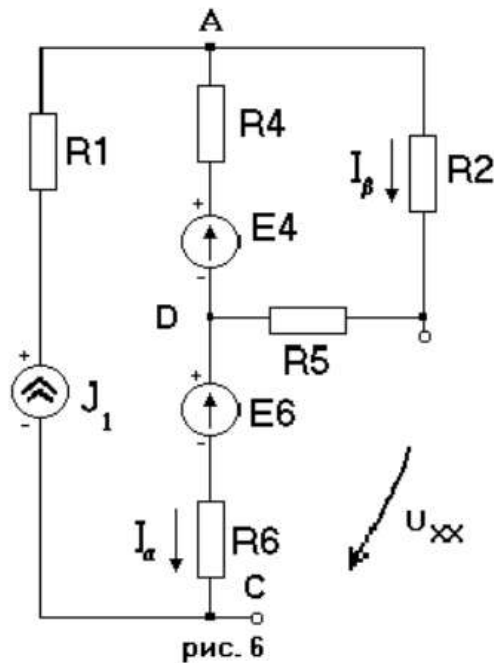


рис. 6

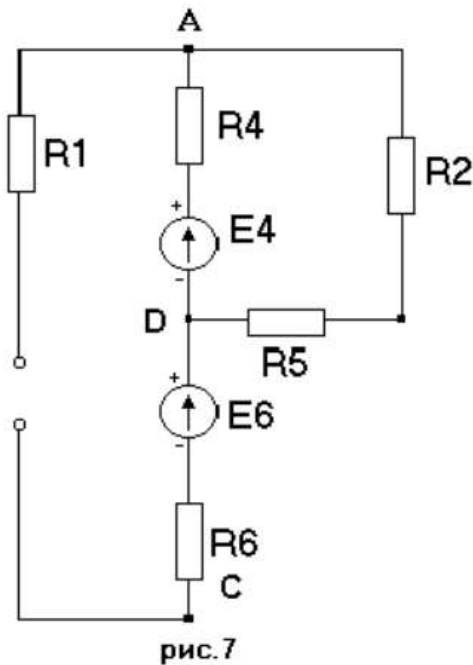


рис. 7

откуда:

$$U_{XX} = E_6 + I_a R_6 + I_B R_5$$

Ток  $I_B$  можно определить любым методом, например методом узловых потенциалов, принимая во внимание, что при разомкнутой ветви 3 схема содержит два узла. Тогда

$$U_{AD} = \varphi_A - \varphi_D = (J_1 + (E_4 / R_4)) / (1 / R_4 + (1 / R_2 + R_5)) = 31.21 \text{ (В)}$$

$$I_B = U_{AD} / (R_2 + R_5) = 2.558 \text{ (A)}$$

Подставляя значения токов  $I_a$  и  $I_B$  в уравнение (II). находим величину  $U_{XX}$ :

$$U_{XX} = 2.58 * 5.4 + 45 + 2 * 6.8 = 72.41 \text{ (В)}$$



Для подсчета  $R_6$  между точками В и С необходимо из схемы рис.6 образовать пассивную цепь (рис.7), для которой сопротивление между точками В и С

$$R_a = R_6 + R_5 (R_2 + R_4) / R_5 + R_2 = 10.67(\text{Ом}) \quad (12)$$

Окончательно:

$$I_3 = 72.41 / (5.4 + 10.665) = 4.507(\text{А})$$

что хорошо совпадает с результатом расчета по методу контурных токов.

8. Метод наложения. Определим один из токов, например ток  $I_6$ , методом наложения. Для этого в цепи оставляем один из источников электрической энергии и определяем составляющую тока  $I_6$ , вызванную этим источником. Затем оставляем в цепи другой источник электрической энергии и также определяем составляющую тока  $I_6$  вызванную данным источником и т. д. Истинное значение тока  $I_6$  будет равно алгебраической сумме всех составляющих, вызванных каждым источником электрической энергии отдельно. Для определения отдельных составляющих тока  $I_6$  рассмотрим три цепи, каждая из которых содержит только один источник:  $J_1 = 2(\text{А})$  (см. рис. 8),  $E_4 = 35(\text{В})$  (рис.9) и  $E_6 = 45(\text{В})$ . Сопротивление идеального источника напряжения равно нулю, а идеального источника тока - бесконечности.

Для нахождения тока  $I_6$  в цепи, показанной на рис.8, преобразуем

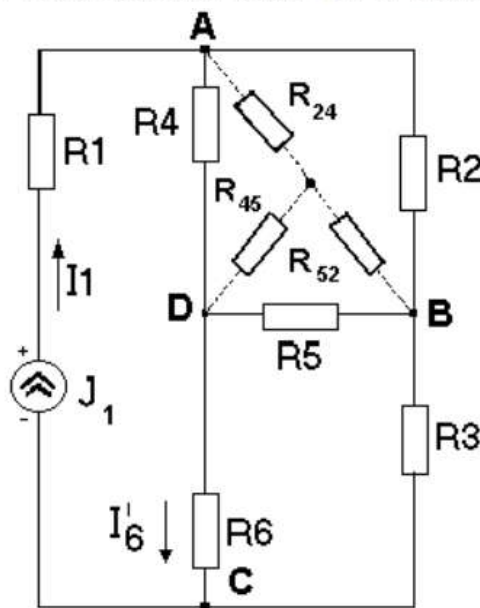


рис. 8

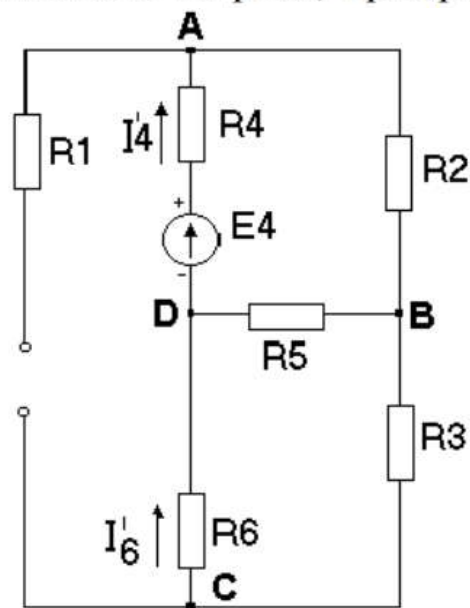


рис. 9

треугольник сопротивлений  $R_6$ ,  $R_2$ ,  $R_1$  в эквивалентную звезду сопротивлений  $R_{24}$ ,  $R_{45}$ ,  $R_{52}$ :

$$R_{24} = (R_2 R_4) / (R_2 + R_4 + R_5) = 2.434(\text{Ом}) \quad (13)$$

$$R_{45} = (R_4 R_5) / (R_2 + R_4 + R_5) = 1.933(\text{Ом}) \quad (14)$$

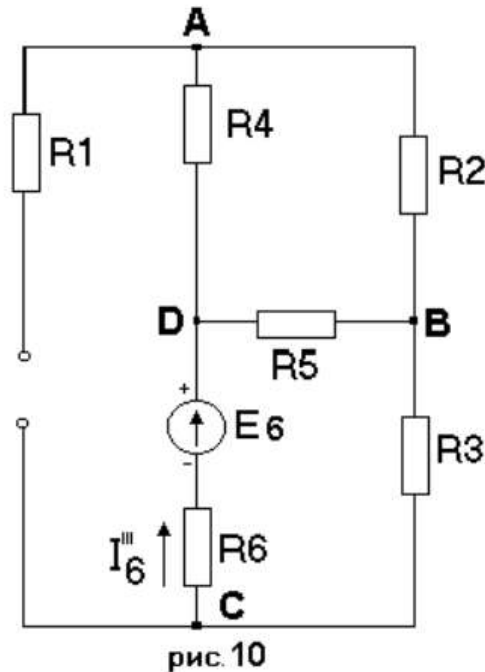
$$R_{52} = (R_5 R_2) / (R_2 + R_4 + R_3) = 1.933(\text{Ом}) \quad (15)$$

Ток  $J_1$  источника тока протекает по ветви с сопротивлением  $R_1$  и  $R_{24}$ , в точках О и С делится на две параллельно включенные ветви с



сопротивлениями R45 и R6 в одной, и R52 и R3 в другой. Следовательно, искомый ток:

$$I_{16} = I_1 * (R_{52} + R_3) / (R_{52} + R_3 + R_{45} + R_6) = 2 * (1.923 + 5.4) / (1.923 + 5.4 + 6.8) = 0.913(A)$$



Для определения тока I6 в схеме, показанной на рис.9 сначала находим ток I4 источника напряжения E4:

$$I_4 = E_4 / (R_4 + R_2 + (R_5 * (R_3 + R_6)) / (R_5 + R_3 + R_6)) = 2.018(A)$$

В точках В и D этот ток делится на две параллельно включенные ветви . Поэтому искомый ток:

$$I_6 = I_4 * (R_5 / (R_3 + R_5 + R_6)) = 0.619(A)$$

И, наконец ток, вызванный источником напряжения E4, в соответствии со схемой, изображенной на рис.10;

$$I_{6II} = E_6 / (R_3 + R_5 * ((R_3 * (R_2 + R_4)) / (R_5 + R_2 + R_4))) = 2.801(A)$$

Истинное значение тока I4, равно алгебраической сумме составляющих I6 I; I6 II, I6 III, если считать его направленным от точки C к D, то

$$I_6 = - I_{16} + I_{6II} + I_{6III} = 2.507(A)$$

что совпадает со значением тока I6 полученным по методу контурных токов.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех

лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Электрическая цепь, ее элементы и параметры.
  2. Источники напряжения и тока, условия их эквивалентности.
  3. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома.
  4. Законы Кирхгофа.
  5. Баланс мощностей.
  6. Метод контурных токов.
  7. Принцип наложения и метод наложения.
  8. Метод двух узлов.
  9. Метод преобразования звезды в треугольник и обратно.
  10. Потенциальная диаграмма.
  11. Синусоидальный ток и основные характеризующие его величины.
  12. Среднее и действующее значения синусоидально изменяющейся волны.
  13. Векторная диаграмма.
  14. Параметры электрической цепи переменного тока.
  15. Закон Ома для цепи переменного тока.
  16. Законы Кирхгофа в символической форме записи.
  17. Активная, реактивная, полная мощность.
  18. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение.
  19. Резонанс токов или напряжений.
  20. Согласующий трансформатор. Идеальный трансформатор.
- Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных**

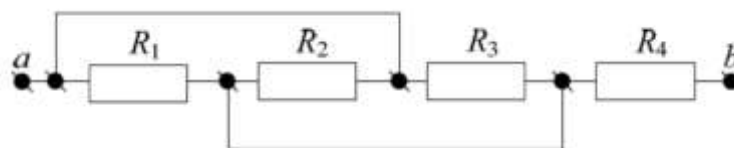
умений:

1. Трехфазная система ЭДС. Принцип работы трехфазного генератора. Понятие трехфазной цепи.
2. Основные схемы соединения трехфазных цепей. Соотношения между линейными и фазовыми напряжениями и токами.
3. Измерение активной мощности трехфазной системы.
4. Симметричный режим работы трехфазной цепи.
5. Образование вращающегося магнитного поля в статоре машин переменного тока.
6. Принцип работы трехфазного асинхронного двигателя.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

**Задача:** Произведите расчёт простой цепи

По схеме определить эквивалентное сопротивление, если  $R_1=2$  Ом,  $R_2=4$  Ом,  $R_3=2$  Ом,  $R_4=1,2$  Ом.



Решение:

$$1/R_{123}=1/R_1+1/R_2+1/R_3=1/2+1/4+1/2=0,5+0,25+0,5=1,25 \text{ Ом}$$

$$R_{123}'=1/R_{123}=1/1,25=0,8 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{экв}}=R_{123}'+R_4=0,8+1,2=2 \text{ Ом}$$

Ответ: Эквивалентное сопротивление цепи на отрезке ab равно 2 Ом.

### 2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать*, *уметь* заявленных дисциплинарных компетенций проводится в режиме «зачтено» и «не зачтено».

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать*, *уметь* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

## 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.