



**Некоммерческое  
акционерное  
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИКИ  
И СВЯЗИ**

**Кафедра теоретических  
основ электротехники**

## **ОСНОВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ**

Методические указания и задания к выполнению  
расчетно-графических работ № 1,2  
(для специальности 5В060200 - Информатика)

Алматы 2015

СОСТАВИТЕЛИ: С.Ю. Креслина, Е.Г. Надиров. Основы электрических цепей. Методические указания и задания к выполнению расчетно-графических работ № 1,2 (для специальности 5В060200 - Информатика).– Алматы: АУЭС, 2015. – 12 с.

Приводятся задания и методические указания к расчетно-графическим работам по курсу «Основы электрических цепей» для тем: «Расчет линейных электрических цепей постоянного тока», «Расчёт электрических цепей однофазного синусоидального тока со смешанным соединением приемников».

Расчетно-графические задания предназначены для студентов второго курса, обучающихся в бакалавриате по специальности 5В060200

Ил. 21, табл. 6, библиогр.- 9 назв.

Рецензент: доцент АУЭС Гармашова Ю.М.

Печатается по плану издания НАО «Алматинский университет энергетики и связи» на 2015 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2015 г.

# **1 Требования к выполнению и оформлению расчетно-графических работ**

1.1 Расчетно-графическая работа (РГР) должна включать следующие элементы:

- а) титульный лист;
- б) задание;
- в) содержание;
- г) введение;
- д) основную часть;
- е) заключение (выводы);
- ж) список литературы;
- и) приложения.

1.2 Текст задания должен быть переписан полностью, со всеми рисунками и числовыми значениями для своего варианта.

1.3 Каждый этап расчетно-графической работы должен быть озаглавлен.

1.4 Расчетно-графическая работа может быть выполнена рукописным способом или с помощью компьютерного набора, шрифтами группы Times New Roman кегль 14. Текст пишется на одной стороне листа белой бумаги формата А4. По всем четырем сторонам листа оставляются настраиваемые поля: левое - 25 мм, правое - 18 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 25 мм.

1.5. Все страницы, в том числе и страницы приложений, включают в общую (сквозную) нумерацию. Первой страницей является титульный лист, но номер на нем не ставят. Номер страницы проставляют арабскими цифрами внизу симметрично тексту без точки (шрифт Times New Roman, кегль 14) с использованием колонтитулов. Расстояние от края страницы должно быть до верхнего колонтитула 1,0 см, до нижнего колонтитула – 1,6 см.

1.6 Расчеты должны сопровождаться пояснениями. Нельзя приводить только расчетные формулы и конечные результаты. Расчетно-графические работы, в которых вычисления и пояснения приводятся сокращенно, к защите не допускаются.

1.7 Рисунки должны быть пронумерованы.

1.8 На графиках указываются названия изображаемых величин, их единицы измерения. Масштабы необходимо подбирать так, чтобы было удобно пользоваться графиком или диаграммой.

1.9 У величин, имеющих определенные размерности, писать в окончательных результатах соответствующие единицы измерения. Все обозначения электрических величин должны соответствовать ГОСТу.

1.10 Введение должно содержать цель работы и методы анализа и расчета режимов электрической цепи.

1.11 Заключение (выводы) должно содержать анализ и оценку результатов работы.

1.12 Расчетно-графическая работа должна быть сдана на проверку в срок, в соответствии с графиком учебного процесса.

## 2 Расчетно-графическая работа №1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока.

Для электрической цепи постоянного тока (рисунки 2.1-2.10), содержащей независимые источники ЭДС и независимый источник тока  $J$ , выполнить следующее:

- 1) составить систему уравнений по законам Кирхгофа;
- 2) рассчитать токи во всех ветвях электрической цепи методом контурных токов;
- 3) рассчитать токи во всех ветвях электрической цепи методом узловых потенциалов;
- 4) рассчитать ток в ветви с сопротивлением  $R_x$  методом эквивалентного генератора;
- 5) проверить баланс мощностей [Л2 1-6; Л3 1-6; Л4 1-3; Л5 1-6; Л6 3.12-3.18, 5.11, 5.12, 5.17; Л9 1.5-1.12, 2.5-2.8].

Вариант выбирается по таблицам 2.1-2.3 в соответствии с номером студенческого билета, первой буквой фамилии и годом поступления.

Таблица 2.1

Год поступления	Последняя цифра студенческого билета									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
чётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
нечётный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
№ схемы	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
$E_1, В$	120	60	70	65	90	85	110	115	90	95
$E_2, В$	80	70	60	50	110	80	100	75	50	70
$E_3, В$	90	65	80	85	50	90	60	70	95	65
$E_4, В$	100	120	90	75	100	70	85	90	60	70

Таблица 2.2

Год поступления	Предпоследняя цифра студенческого билета									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
чётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
нечётный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$R_1, Ом$	60	55	65	85	70	60	90	100	95	75
$R_2, Ом$	76	88	90	66	80	75	82	76	80	62
$R_3, Ом$	86	60	88	65	75	95	46	84	56	68
$R_4, Ом$	78	70	60	55	90	66	77	78	80	85

Таблица 2.3

Год поступления	Первая буква фамилии									
	чѐтный	БЛЦ	КХ	ВМЧ	ГНШ	ДОЯ	ЕПР	ЖСЗ	ТЭИ	УЮФ
нечѐтный	КХ	ВМЧ	ГНШ	БЛЦ	ЕПР	ДОЯ	ТЭИ	ЖСЗ	АЩ	УЮФ
$E_5, В$	100	60	80	90	78	88	65	56	76	82
$J, А$	0,02	0,035	0,04	0,022	0,06	0,04	0,03	0,07	0,05	0,08
$R_x, Ом$	$R_3$	$R_2$	$R_1$	$R_4$	$R_2$	$R_1$	$R_4$	$R_2$	$R_3$	$R_1$

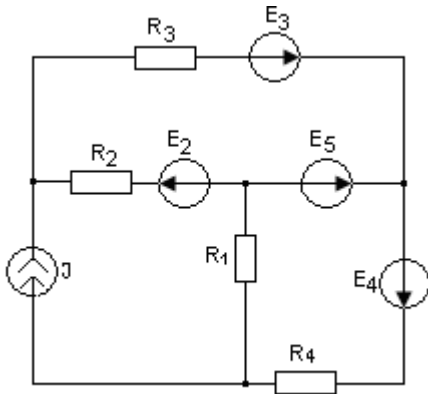


Рисунок 2.1

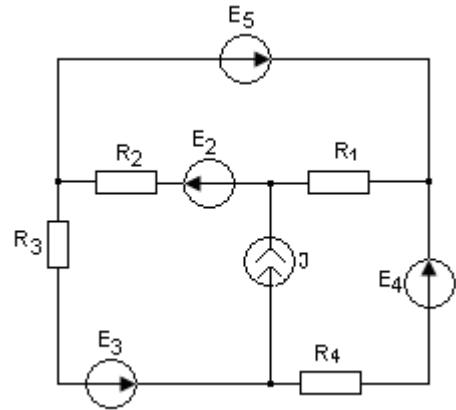


Рисунок 2.2

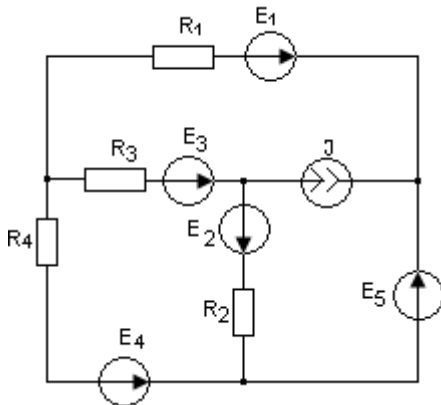


Рисунок 2.3

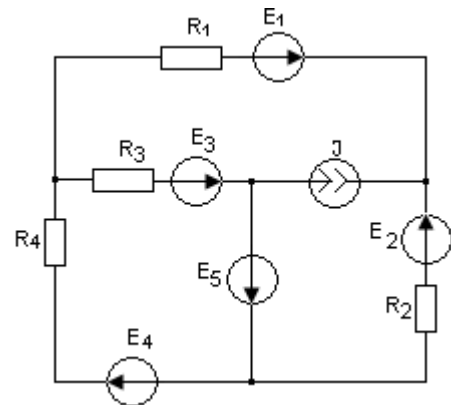


Рисунок 2.4

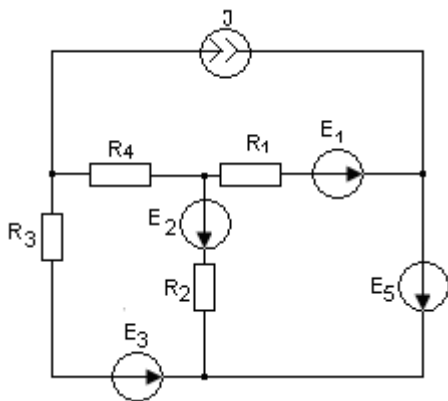


Рисунок 2.5

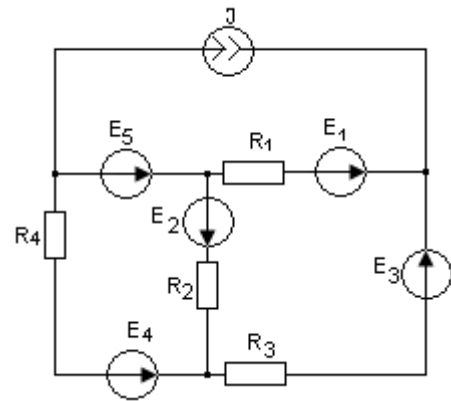


Рисунок 2.6

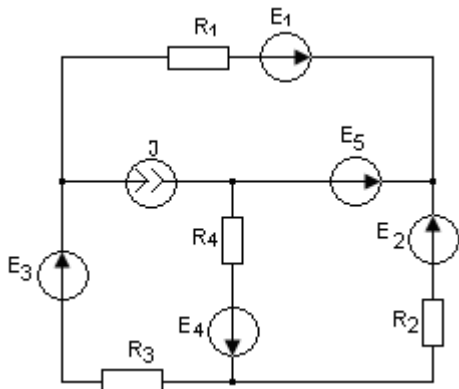


Рисунок 2.7

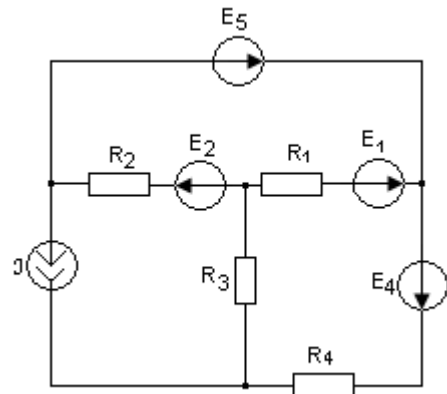


Рисунок 2.8

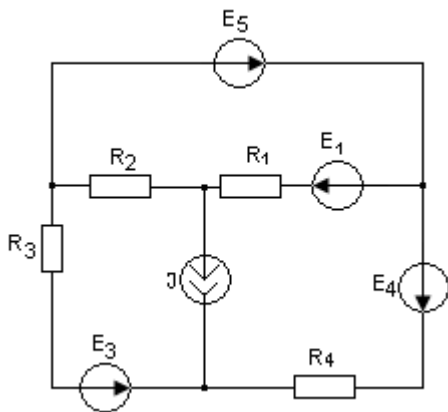


Рисунок 2.9

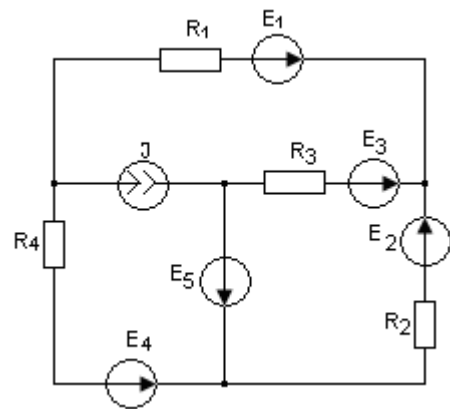


Рисунок 2.10

### 3 Расчетно-графическая работа №2. Расчёт электрических цепей однофазного синусоидального тока со смешанным соединением приемников

В электрической цепи со смешанным соединением приемников (рисунки 3.1-3.10) действует источник синусоидального напряжения  $u = U_m \sin \omega t$ . Действующее значение напряжения  $U$ , параметры цепи приведены в таблицах 3.1, 3.2, 3.3.

Выполнить следующее:

- 1) рассчитать индуктивные  $X_L$  и емкостные  $X_C$  сопротивления, комплексные сопротивления каждой ветви и эквивалентное комплексное сопротивление всей цепи;
- 2) Рассчитать комплексные токи во всех ветвях схемы;
- 3) Записать мгновенные значения токов во всех ветвях схемы;
- 4) Проверить баланс мощностей;
- 5) Рассчитать напряжения во всех элементах схемы.

б) Построить векторную диаграмму токов и напряжений [Л2 1-6; Л3 1-6; Л4 1-3; Л5 1-6; Л6 4.1-4.5, 5.1-5.7; Л9 3.1-3.12, 4.1-4.4].

Вариант выбирается по таблицам 3.1-3.3 в соответствии с номером студенческого билета, первой буквой фамилии и годом поступления.

Таблица 3.1

Год поступления	Последняя цифра студенческого билета									
	чётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9
нечётный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
№ схемы	4.1	4.3	4.2	4.4	4.7	4.6	4.5	4.9	4.8	4.10
U, В	70	88	95	65	90	60	80	75	50	68
$\omega$ , рад/с	5000	3000	4000	5500	6500	7000	8500	6000	7500	6800

Таблица 3.2

Год поступления	Предпоследняя цифра студенческого билета									
	чётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9
нечётный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
L <sub>1</sub> , мГн	4,0	3,0	5,0	5,5	6,5	4,0	4,5	3,2	4,6	3,0
L <sub>2</sub> , мГн	3,2	4,8	5,6	5,5	3,7	6,0	3,5	4,0	5,5	4,7
L <sub>3</sub> , мГн	5,0	4,0	6,5	3,0	4,5	5,5	3,5	4,5	3,8	5,8

Таблица 3.3

Год поступления	Первая буква фамилии									
	чётный	БЛЦ	КХ	ВМЧ	ГНШ	ДОЯ	ЕПР	ЖСЗ	ТЭИ	УЮФ
нечётный	КХ	ВМЧ	ГНШ	БЛЦ	ЕПР	ДОЯ	ТЭИ	ЖСЗ	АЩ	УЮФ
R <sub>1</sub> , Ом	70	60	80	90	78	80	78	80	90	80
R <sub>2</sub> , Ом	66	84	90	88	72	88	96	64	50	74
R <sub>3</sub> , Ом	80	80	70	64	84	82	76	68	80	76
C <sub>1</sub> , мкФ	3,2	4,4	3,8	2,4	3,6	4,2	4,8	2,9	2,6	3,5
C <sub>2</sub> , мкФ	2,0	1,8	2,8	2,4	3,0	2,18	1,6	2,5	1,9	2,3
C <sub>3</sub> , мкФ	2,5	2,0	2,0	1,9	1,7	1,8	3,1	4,0	3,4	1,8

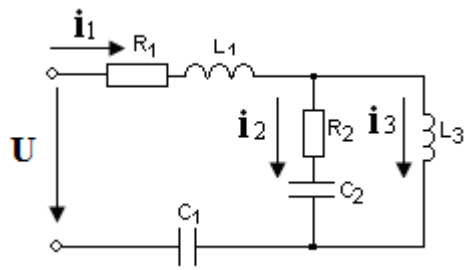


Рисунок 3.1

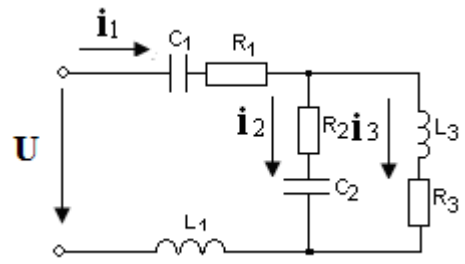


Рисунок 3.2

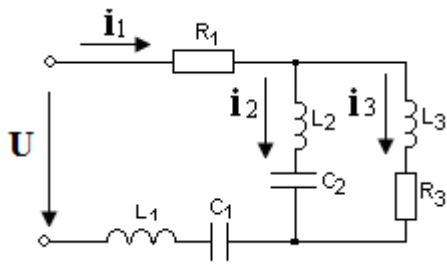


Рисунок 3.3

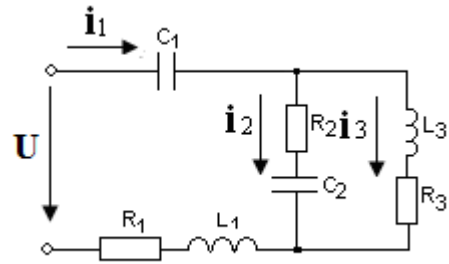


Рисунок 3.4

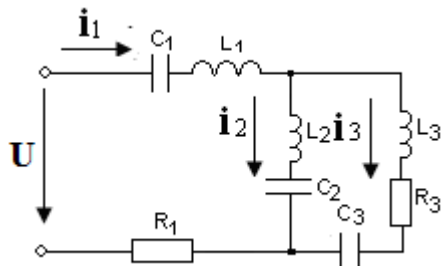


Рисунок 3.5

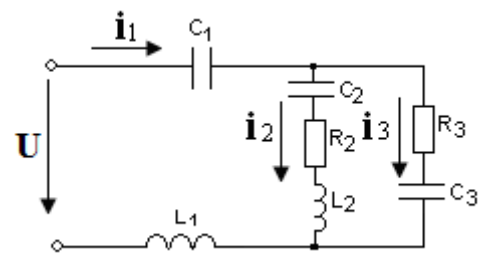


Рисунок 3.6

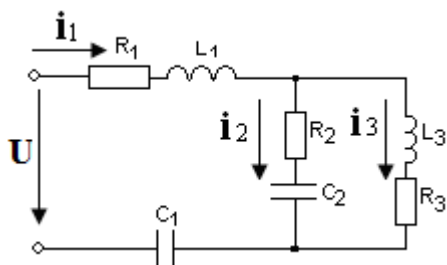


Рисунок 3.7

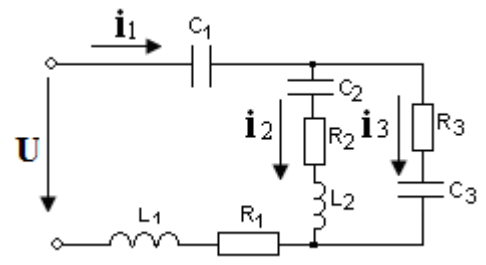


Рисунок 3.8



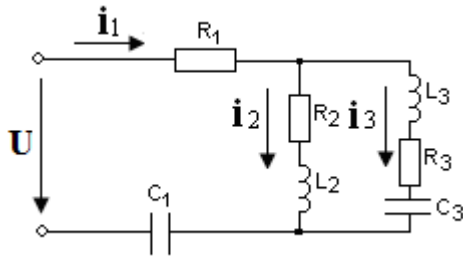


Рисунок 3.9

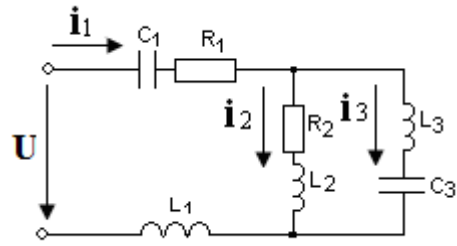


Рисунок 3.10

#### 4 Методические указания к выполнению расчетно-графических работ № 1,2

Для электрических цепей с идеальными источниками тока при составлении уравнений по второму закону Кирхгофа следует выбирать независимые контуры, не содержащие источников тока.

Если электрическая цепь содержит  $N_m$  идеальных источников тока, то при составлении уравнений методом контурных токов рекомендуется выбирать  $N_m$  контурных токов так, чтобы каждый из них проходил через один источник тока (эти контурные совпадают с соответствующими токами источников тока и задаются условием задачи). Оставшиеся  $K = N_\delta - N_y + I - N_m$  контурных токов выбирают так, чтобы они проходили по ветвям не содержащим источников тока ( $K = N_\delta - N_y + I - N_m$  - число неизвестных контурных токов,  $N_\delta$  - число ветвей,  $N_y$  - число узлов,  $N_m$  - число источников тока). Для определения оставшихся  $K$  контурных токов составляют  $K$  контурных уравнений по второму закону Кирхгофа. Составим систему уравнений по методу контурных токов для цепи постоянного тока (рисунок 4.1):

$$\left. \begin{aligned} (R_2 + R_3 + R_4)I_{11} + R_2 I_{22} + R_4 J &= E_2 + E_3 \\ R_2 I_{11} + (R_1 + R_2)I_{22} - R_1 J &= E_1 + E_2 + E_5 \end{aligned} \right\}.$$

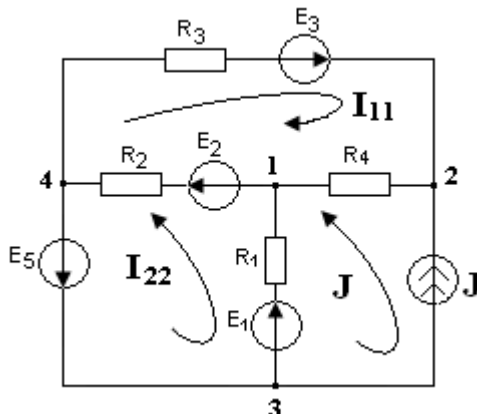


Рисунок 4.1

Если в электрической схеме некоторые узлы соединяются идеальными источниками ЭДС, то число  $U$  уравнений, составляемых по методу узловых потенциалов, уменьшается и равно:

$$Y = N_y - N_n - 1,$$

где  $N_n$  - число ветвей, содержащих только идеальные источники ЭДС.

Если электрическая схема содержит только одну ветвь с идеальным источником ЭДС  $E$ , то при составлении уравнений по методу узловых потенциалов к нулю приравнивается потенциал одного из узлов, к которому присоединена данная ветвь. Тогда потенциал другого узла, присоединенного к этой же ветви, будет равен  $\pm E$ . Составим систему уравнений по методу узловых потенциалов для цепи постоянного тока (рисунок 4.1):

$$\left. \begin{aligned} \varphi_4 &= 0; & \varphi_3 &= E_5; \\ \varphi_1(g_1 + g_2 + g_4) - \varphi_2 g_4 &= E_1 g_1 - E_2 g_2 + E_5 g_1 \\ -\varphi_1 g_4 + \varphi_2(g_3 + g_4) &= E_3 g_3 + J \end{aligned} \right\}.$$

Расчет цепи с последовательно-параллельным (смешанным) соединением комплексных сопротивлений при заданном напряжении на входе цепи  $U$  и известных параметрах цепи заключается в определении токов, напряжений всех участков цепи.

Сначала определяются реактивные сопротивления:  $X_C = 1/\omega C$ ,  $X_L = \omega L$ .

После рассчитывается входное сопротивление всей цепи. Далее определим значение комплексного тока  $\dot{I}_1$ , токи в параллельных ветвях, напряжения на всех элементах схемы. Полученные комплексные значения токов и напряжений позволяют построить векторную диаграмму цепи. Для изображения векторов, выражающих синусоидальные функции времени, достаточно изобразить на комплексной плоскости все найденные комплексные значения токов и напряжений.

Уравнение баланса комплексных мощностей

$$\sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ИСТ K} = \sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ПОТР K}.$$

Комплексная мощность источника ЭДС

$$\tilde{S}_{ИСТ K} = \pm \dot{E}_K \dot{I}_K^*,$$

где  $\dot{I}^*$  - комплекс, сопряженный с комплексным током  $\dot{I}$ .

Комплексная мощность потребителя:

$$\tilde{S}_{ПОТР K} = Z_K \dot{I}_K^2.$$

## Список литературы

- 1 Основы теорий цепей. Бакалов В.П. М.: «Горячая линия-Телеком, 2013.- 592 с.
- 2 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Применение MathCad в теории электрических цепей. Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2012. – 86 с.
- 3 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Теория электрических цепей 1. Примеры расчета установившихся процессов в линейных электрических цепях: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2009. – 93 с.
- 4 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Коровченко Т.И. Теория электрических цепей 1. Конспект лекций (для студентов всех форм обучения специальности 050719- Радиотехника, электроника и телекоммуникации, 050704- Вычислительная техника и программное обеспечение). – Алматы: АИЭС, 2007.- 90 с.
- 5 Жолдыбаева З.И., Коровченко Т.И. Теория электрических цепей. Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2006. – 75 с.
- 6 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. – т.1. – Санкт-Петербург: Питер, 2003.-463 с.

## Содержание

1 Требования к выполнению и оформлению расчетно-графических работ .....	3
2 Расчетно-графическая работа №1. Расчет линейных электрических цепей. постоянного тока.....	4
3 Расчетно-графическая работа №2 . Расчёт электрических цепей синусои- дального тока со смешанным соединением приемников.....	6
4 Методические указания к выполнению РГР № 1,2.....	9
Список литературы.....	11

Светлана Юрьевна Креслина  
Ермурат Галымбекович Надиров

## ОСНОВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Методические указания и задания к выполнению  
расчетно-графических работ № 1,2  
(для специальности 5В060200 - Информатика)

Редактор Н.М. Голева  
Специалист по стандартизации: Н.М. Молдабекова

Тираж 50 экз.  
Подписано в печать \_\_\_\_\_  
Объем 0,75\_уч. - изд. л.

Бумага типографская  
Формат 60x84 1/16 №1  
Заказ \_\_\_\_ . Цена 375 тенге.

Копировально-множительное бюро  
некоммерческого акционерного общества  
«Алматинский университет энергетики и связи»  
050013, Алматы, Байтурсынова 126.