



Некоммерческое
акционерное
общество

АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ

Кафедра
теоретической
электротехники

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

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

Алматы 2017

СОСТАВИТЕЛИ: З.И. Жолдыбаева, Е.Х. Зуслина. Теория электрических цепей. Методические указания и задания к выполнению расчетно-графических работ № 1, 2 для студентов специальности 5В060200 – Информатика. – Алматы: АУЭС, 2017. – 20 с.

Методические указания и задания к выполнению расчетно-графических работ по дисциплине «Теория электрических цепей» содержат две расчетно-графические работы по темам: «Расчет линейных электрических цепей постоянного тока», «Расчёт разветвленных электрических цепей однофазного синусоидального тока», требования к их выполнению и оформлению, методические указания.

Методические указания и задания к выполнению расчетно-графических работ соответствуют рабочей программе дисциплины по выбору ТЭЦ для студентов специальности 5В060200 – Информатика.

Ил. 25, табл. 7, библиогр. – 4 назв.

Рецензент: доцент Тузелбаев Б.И.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2017 г.

©НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2017г.

Введение

Дисциплина «Теория электрических цепей» является дисциплиной по выбору для студентов специальности 5В060200 – Информатика.

Цель дисциплины – изучение установившихся режимов в электрических цепях **постоянного, однофазного** синусоидального и несинусоидального периодического токов. Этот курс, базирующийся на курсах физики и высшей математики, содержит различные методы расчета электрических цепей постоянного, синусоидального и несинусоидального периодического токов. Задача дисциплины – **подготовить студента для успешного и грамотного решения задач, которые ставят дисциплины по специальности «Информатика», на основе знаний качественных и количественных сторон процессов, происходящих в различных электротехнических устройствах.**

По дисциплине «Теория электрических цепей» выполняются две расчетно-графические работы: «Расчёт линейных электрических цепей постоянного тока», «Расчёт разветвлённых электрических цепей однофазного синусоидального тока». Решение расчетно-графических работ имеет исключительное значение для формирования научного кругозора специалистов и помогает студентам проверить степень усвоения ими курса «Теория электрических цепей», вырабатывает навык четко и кратко излагать свои мысли.

В процессе выполнения расчетно-графических работ студент должен освоить методы расчета электрических цепей постоянного и синусоидального токов.

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

Цель расчетно-графической работы №1: получение навыков записи уравнений по законам Кирхгофа для линейных электрических цепей постоянного тока, получение навыков расчета линейных электрических цепей постоянного тока методом контурных токов, методом узловых потенциалов и проверка баланса мощностей.

Задание расчетно-графической работы № 1.

В линейной электрической цепи постоянного тока (рисунки 1.1-1.10) действуют независимые источники постоянных ЭДС и независимый источник постоянного тока J .

Требуется выполнить следующее:

- введение: перечислить методы, применяемые для расчетов линейных электрических цепей постоянного тока;
- записать уравнения для линейной электрической цепи постоянного тока по законам Кирхгофа;
- рассчитать токи во всех ветвях линейной электрической цепи постоянного тока методом контурных токов;
- рассчитать токи во всех ветвях линейной электрической цепи постоянного тока методом узловых потенциалов;
- результаты расчетов по МКТ и МУП свести в одну таблицу;
- проверить выполнение баланса мощностей;
- заключение: сравнить результаты расчетов токов в ветвях электрической цепи, сделанных различными методами (МКТ, МУП), определить, с какой точностью выполняется баланс мощностей.

Номер схемы определяется по таблице 1.1, числовые значения ЭДС, тока источника тока J и параметры цепи приведены в таблицах 1.1, 1.2, 1.3.

Таблица 1.1

Год поступления	Последняя цифра зачетной книжки									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Четный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нечетный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ схемы	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
$E_1, В$	25	30	26	25	37	50	36	28	35	50
$E_2, В$	30	42	45	60	50	40	30	20	45	25
$E_3, В$	45	28	30	20	36	25	44	35	40	27
$R_1, Ом$	40	30	50	46	38	53	25	56	42	35

Таблица 1.2

Год поступления	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Четный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нечетный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_2, \text{ Ом}$	30	45	25	32	35	40	20	25	40	20
$R_3, \text{ Ом}$	50	36	45	55	30	28	35	46	20	30
$R_4, \text{ Ом}$	25	28	36	44	26	45	30	45	56	50

Таблица 1.3

Год поступления	Первая буква фамилии									
	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	КЛ Ы	МН	ОП Р	СТ У	ФЧ Ц	ХШ Щ	ЭЮЯ
Четный	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	КЛ Ы	МН	ОП Р	СТ У	ФЧ Ц	ХШ Щ	ЭЮЯ
Нечетный	КЛ Ы	О ПР	СТ У	ФЧ Ц	АБВ	ГДЕ	ЖЗ И	МН	ЭЮЯ	ХШ Щ
$E, \text{ В}$	40	50	20	35	25	45	55	28	36	20
$J, \text{ А}$	2	4	3	5	4	6	3	2	7	8

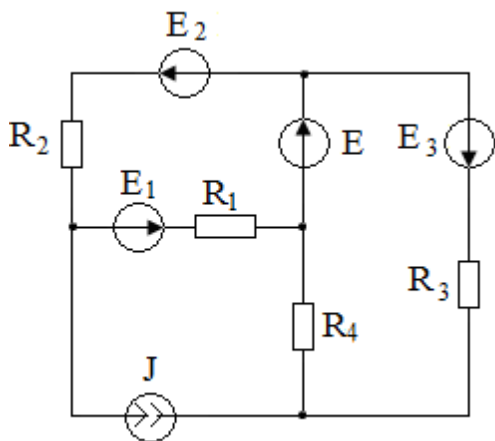


Рисунок 1.1

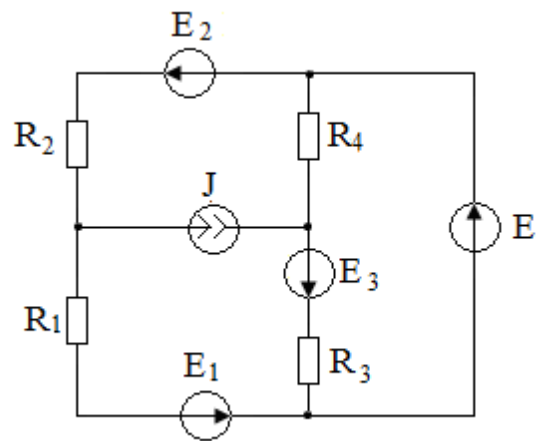


Рисунок 1.2

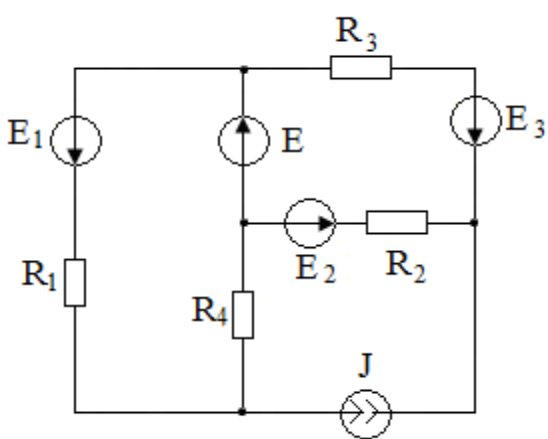


Рисунок 1.3

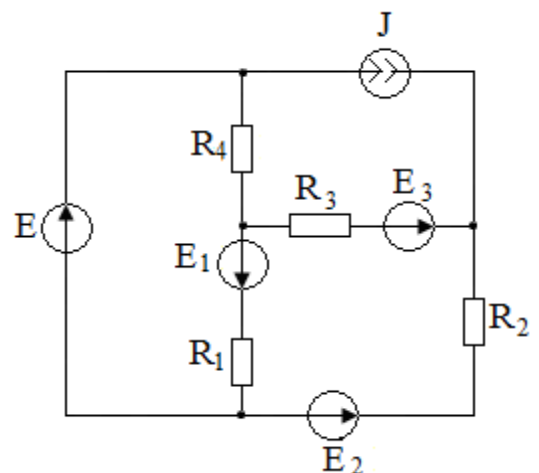


Рисунок 1.4

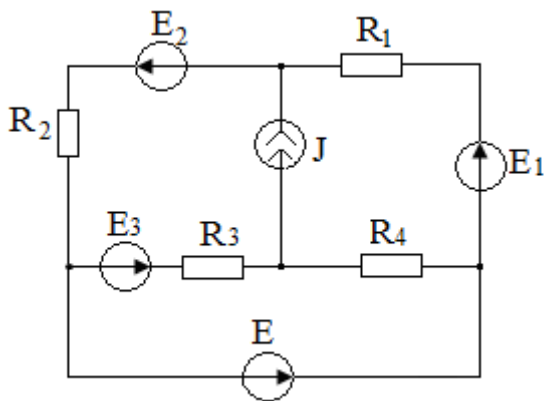


Рисунок 1.5

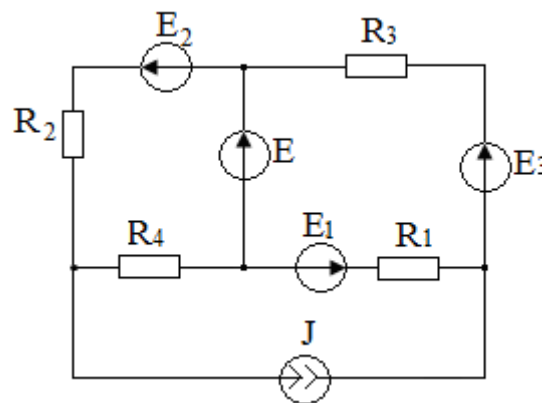


Рисунок 1.6

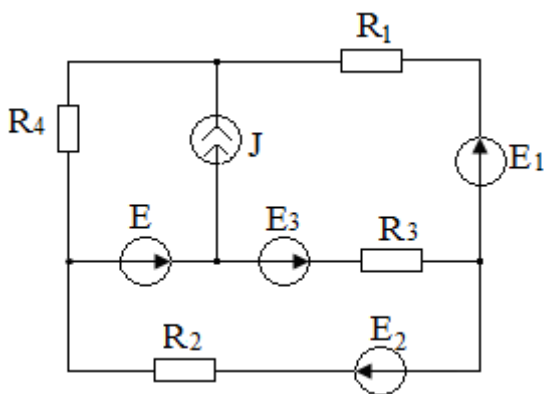


Рисунок 1.7

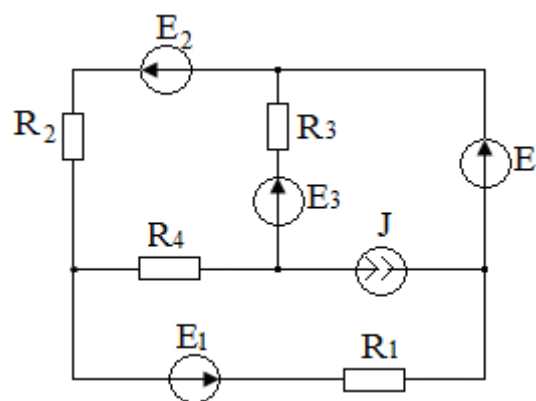


Рисунок 1.8

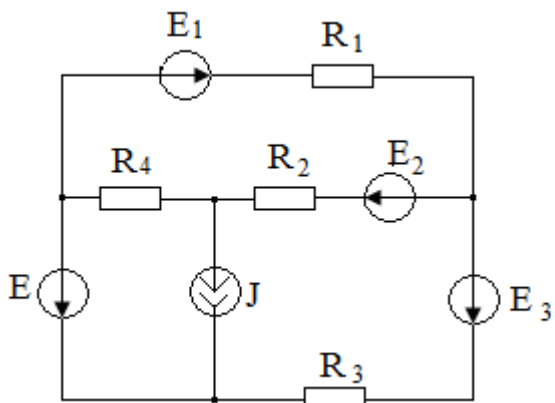


Рисунок 1.9

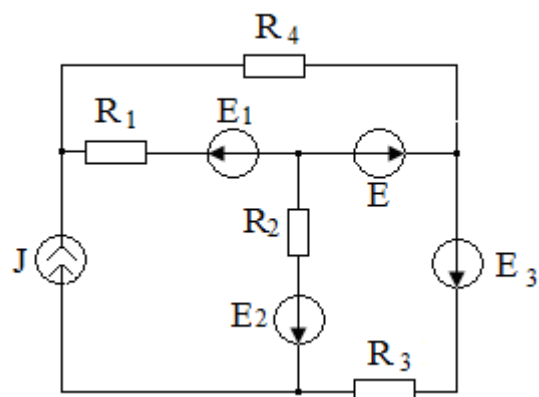


Рисунок 1.10

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы №1

Законы Кирхгофа. Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма токов в узле электрической цепи равна нулю:

$$\sum_{K=1}^n I_K = 0.$$

Число уравнений N_{13K} , составляемых по первому закону Кирхгофа, равно $N_{13K} = N_u - 1$, где N_u – число узлов.

Порядок составления уравнений по первому закону Кирхгофа. Выбирают произвольно положительные направления токов в ветвях электрической цепи; со знаком «+» записываются токи, направленные к узлу, со знаком «-» записываются токи, направленные от узла (или наоборот).

Уравнения по первому закону Кирхгофа для электрической цепи (рисунок 1.11) имеют вид:

$$\begin{aligned} -I_2 + I_4 - J &= 0; \\ I_3 - I_4 - I &= 0; \\ -I_1 + I + I_2 &= 0. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Второй закон Кирхгофа: в любом замкнутом контуре электрической цепи алгебраическая сумма напряжений на сопротивлениях, входящих в этот контур, равна алгебраической сумме ЭДС, действующие в этом контуре:

$$\sum_{K=1}^n R_K I_K = \sum_{K=1}^n E_K.$$

Число уравнений K , составляемых по второму закону Кирхгофа, равно

$$N_{23K} = N_B - N_T - N_{13K}$$

где N_B – число ветвей; N_T – число источников тока.

Порядок составления уравнений по второму закону Кирхгофа.

Выбирают независимые контуры (контуры независимы, если каждый последующий контур имеет не менее одной новой ветви), не содержащие источников тока; произвольно выбирают направления обхода этих контуров, со знаком «+» записываются напряжения $R_K I_K$, если положительное направление тока I_K совпадает с направлением обхода контура. ЭДС E_K записывается со знаком «+», если направление ЭДС совпадает с направлением обхода контура.

Уравнения по второму закону Кирхгофа для электрической цепи (рисунок 1.11) имеют вид:

$$\begin{aligned} R_1 I_1 + R_3 I_3 &= E - E_1 - E_3; \\ R_2 I_2 + R_4 I_4 &= -E_2 - E. \end{aligned} \quad (1.2)$$

Метод контурных токов (МКТ). Суть МКТ заключается в том, что в каждом независимом контуре электрической цепи вводится контурный ток. По любой ветви электрической цепи должен проходить хотя бы один контурный ток. Для определения контурных токов составляются уравнения по второму закону Кирхгофа. Ток в любой ветви можно представить в виде алгебраической суммы контурных токов, протекающих по этой ветви. Если электрическая цепь содержит N_T источников тока, то рекомендуется выбирать N_T контурных токов так, чтобы каждый из этих контурных токов проходил через один источник тока (через ветвь с источником тока может проходить

только один контурный ток!), тогда эти контурные токи совпадают с токами источника тока, которые обычно задаются условиями задачи и для этих токов уравнения не составляются.

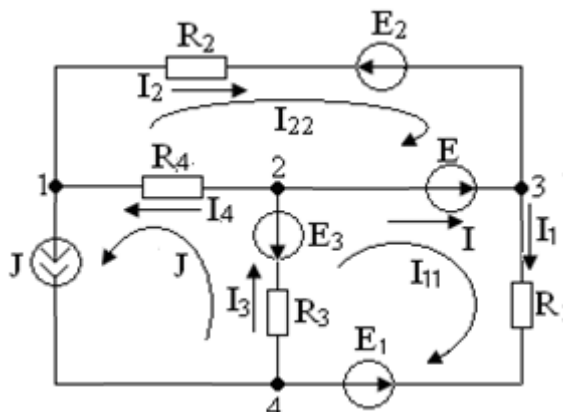


Рисунок 1.11 - Электрическая цепь постоянного тока

Уравнения контурных токов для цепи (рисунок 1.11) записываются в виде:

$$\begin{cases} I_{11}(R_1 + R_3) + JR_3 = E - E_1 - E_3 \\ I_{22}(R_2 + R_4) + JR_4 = -E_2 - E \end{cases} \quad (1.3)$$

Токи в ветвях определяют через контурные токи:

$$I_1 = I_{11}, \quad I_2 = I_{22}, \quad I_3 = I_{11} + J, \quad I_4 = I_{22} + J, \quad I = I_{11} - I_{22}.$$

Метод узловых потенциалов (МУП). Суть МУП заключается в определении потенциалов узлов электрической цепи, токи рассчитываются по закону Ома. При составлении уравнений узловых потенциалов потенциал одного из узлов принимают равным нулю. Для определения потенциалов оставшихся узлов составляются уравнения. Если электрическая цепь содержит ветвь с идеальным источником ЭДС и с сопротивлением, равным нулю, то к нулю приравнивается потенциал одного из узлов, к которому присоединена данная ветвь, тогда потенциал другого узла равен $\pm E$. Ток в этой ветви определяют по первому закону Кирхгофа. Для цепи (рисунок 1.11) приравниваем потенциал узла 2 к нулю: $\varphi_2=0$, тогда $\varphi_3=E$.

Уравнение по методу узловых потенциалов для узлов 1 и 4 имеют вид:

$$\begin{cases} \varphi_1(g_2 + g_4) - \varphi_3g_2 = E_2g_2 - J \\ \varphi_4(g_1 + g_3) - \varphi_3g_1 = -E_1g_1 + E_3g_3 + J \end{cases} \quad (1.4)$$

Токи I_1, I_2, I_3, I_4 рассчитываются по закону Ома, ток I определяется по первому закону Кирхгофа.

Баланс мощностей. В любой замкнутой электрической цепи сумма мощностей всех источников энергии равна сумме мощностей, расходуемых в приёмниках:

$$\sum_{K=1}^n P_{II} = \sum_{K=1}^n P_{II}, \quad (1.5)$$

где $\sum_{K=1}^n P_{II} = \sum_{K=1}^n (E_K I_K + U_K J_K)$ - алгебраическая сумма мощностей источников ЭДС и источников тока;

$E_K I_K$ - мощность источника ЭДС, $E_K I_K > 0$, если направление ЭДС E_K и положительное направление тока I_K одинаковые (рисунок 1.12, а), в противном случае $E_K I_K < 0$ (рисунок 1.12, б);

$U_K J_K$ - мощность источника тока; U_K - напряжение на зажимах источника тока;

$U_K J_K > 0$, если U_K и J_K направлены так, как показано на рисунке 1.12, в);

$U_K J_K < 0$, если U_K и J_K направлены так, как показано на рисунке 1.12, г).

$\sum_{K=1}^n P_{II} = \sum_{K=1}^n I_K^2 R_K$ - арифметическая сумма мощностей, расходуемых в приёмниках.

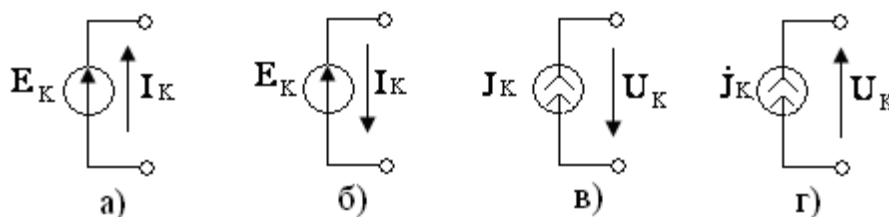


Рисунок 1.12 - Источники ЭДС и источники тока

2 Расчетно-графическая работа №2. Расчёт разветвленных электрических цепей однофазного синусоидального тока

Цель расчетно-графической работы №2: изучение методов расчета разветвленных электрических цепей однофазного синусоидального тока.

Задание расчетно-графической работы № 2.

В электрической цепи действуют: синусоидальный источник тока $j = J\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{i_k})$, синусоидальные источники ЭДС: $e = E\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_E)$, $e_1 = E_1\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{E1})$, $e_2 = E_2\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{E2})$, $e_3 = E_3\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi_{E3})$.

Требуется выполнить следующее:

- введение: перечислить методы расчета разветвленных электрических цепей однофазного синусоидального тока;
- записать уравнения по законам Кирхгофа в дифференциальной форме;
- записать уравнения по законам Кирхгофа в символической форме;
- рассчитать комплексные действующие значения токов во всех ветвях электрической цепи методом контурных токов (МКТ);

- рассчитать комплексные действующие значения токов во всех ветвях электрической цепи методом узловых потенциалов (МУП);
- свести результаты расчетов по МКТ И МУП в одну таблицу;
- проверить выполнение баланса комплексных мощностей в цепи, определить, с какой точностью выполняется баланс активных и реактивных мощностей;
- записать мгновенные значения токов всех ветвей электрической цепи и построить график одного из токов $i(\omega t)$ (таблица 2.3);
- заключение: сравнить результаты расчетов токов в ветвях электрической цепи, сделанных различными методами (МКТ, МУП), отметить, с какой точностью выполняется баланс мощностей.

Номер схемы определяется по таблице 2.1, действующие значения источников ЭДС: E, E_1, E_2, E_3 и тока источника тока J , начальные фазы $\psi_E, \psi_{E1}, \psi_{E2}, \psi_{E3}, \psi_J$ и параметры цепи приведены в таблицах 2.1, 2.2, 2.3.

Таблица 2.1

Год поступления	Последняя цифра зачетной книжки									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Четный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нечетный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
№ схемы	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
E_1, B	20	25	30	35	15	10	28	36	40	38
E_2, B	26	18	20	28	30	25	42	20	8	25
E, B	35	40	25	20	25	35	30	18	36	28
J, A	5	7	8	5	6	4	9	5	7	3
$\psi_{E1}, град$	30	70	50	45	60	40	0	-70	50	80
$\psi_{E2}, град$	-45	-25	-60	-30	-60	180	30	0	-20	-90
$\psi_E, град$	60	60	45	90	120	60	90	45	20	-50
$\psi_J, град$	-30	90	30	-60	-45	120	45	70	30	45

Таблица 2.2

Год поступления	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Четный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нечетный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
E_3, B	30	20	35	25	40	15	42	28	36	25
$\psi_{E3}, град$	0	-30	60	50	40	45	90	70	80	35
$R_1, Ом$	50	70	55	50	60	56	25	25	30	48
$R_2, Ом$	40	80	48	40	30	38	30	20	40	56
$R_3, Ом$	70	40	35	45	30	60	45	40	60	50

$R_4, Ом$	60	50	69	60	40	70	65	40	45	75
$X_{L1}, Ом$	25	60	20	70	60	80	40	20	70	75
$X_{C1}, Ом$	50	20	80	20	25	30	10	60	20	50
$X_{L2}, Ом$	80	50	25	50	40	55	30	30	50	90
$X_{C2}, Ом$	40	85	65	25	15	80	50	70	20	45

Таблица 2.3

Год поступления	Первая буква фамилии									
	Четный	АБ В	ГДЕ	ЖЗИ	КЛ Ы	МН	ОПР	СТ У	ФХ Ц	ЧШ Щ
Нечетный	КЛ Ы	ОПР	СТУ	ФХ Ц	АБ В	ГДЕ	ЖЗ И	МН	ЭЮ Я	ЧШ Щ
$X_{L3}, Ом$	40	70	75	30	80	60	75	38	25	35
$X_{C3}, Ом$	80	30	45	76	35	25	40	60	75	80
$X_{L4}, Ом$	65	75	55	65	40	35	80	20	45	30
$X_{C4}, Ом$	20	40	80	25	90	75	50	70	20	65
График тока	i_2	i_1	i_3	i_4	i_2	i_1	i_4	i_2	i_1	i_3

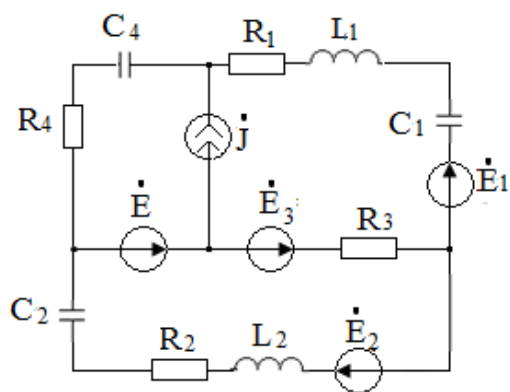


Рисунок 2.1

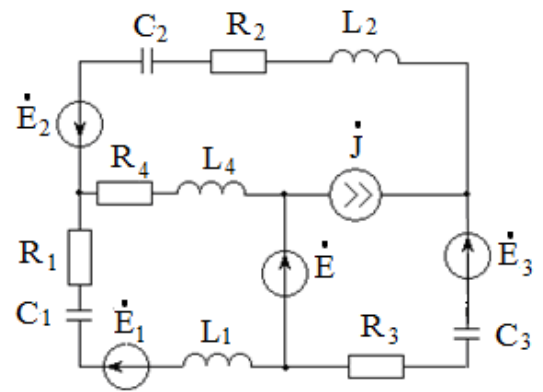


Рисунок 2.2

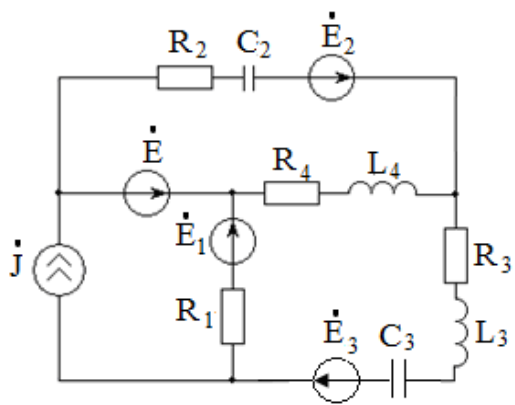


Рисунок 2.3

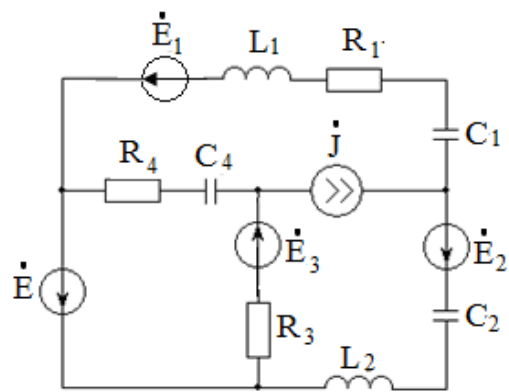


Рисунок 2.4

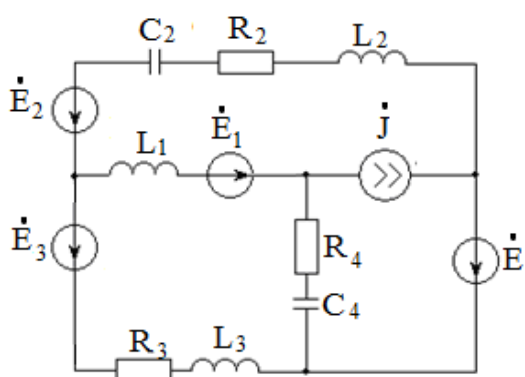


Рисунок 2.5

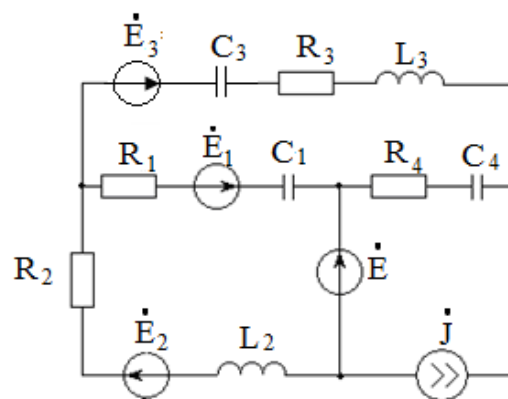


Рисунок 2.6

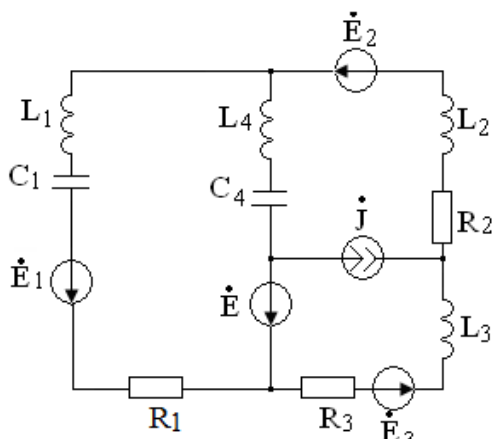


Рисунок 2.7

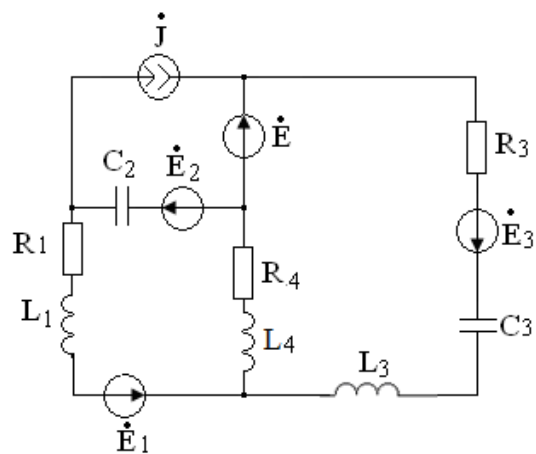


Рисунок 2.8

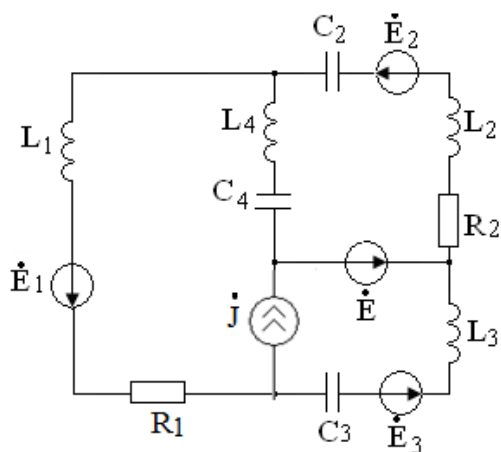


Рисунок 2.9

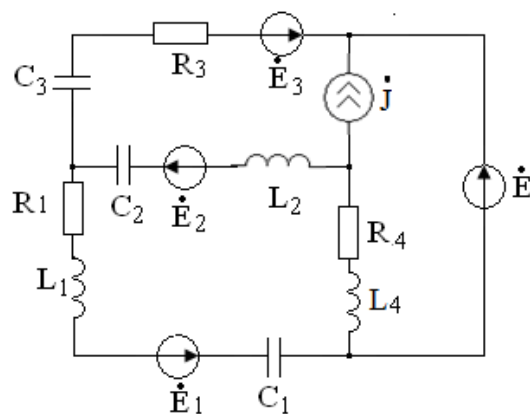


Рисунок 2.10

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы №2

Первый и второй законы Кирхгофа в дифференциальной форме:

$$\sum_{k=1}^n i_k = 0, \quad \sum_{k=1}^n (R_k i_k + L_k \frac{di_k}{dt} + \frac{1}{C_k} \int i_k dt) = \sum_{k=1}^n e_k. \quad (2.1)$$

Порядок составления уравнений по первому и второму законам Кирхгофа в дифференциальной форме.

Выбирают произвольно положительные направления мгновенных токов в ветвях цепи и записывают уравнения для узлов цепи по первому закону Кирхгофа, со знаком «+» записываются мгновенные токи направленные к узлу, со знаком «-» записываются мгновенные токи, направленные от узла (можно наоборот).

Выбирают независимые контуры, не содержащие источников тока, произвольно выбирают направления обхода этих контуров. Для этих контуров записывают уравнения по второму закону Кирхгофа. С положительным знаком записываются напряжения $R_k i_k$, $L_k \frac{di_k}{dt}$, $\frac{1}{C_k} \int i_k dt$, если положительное направление тока i_k совпадает с направлением обхода контура. ЭДС e_k записывается со знаком «+», если направление ЭДС совпадает с направлением обхода контура.

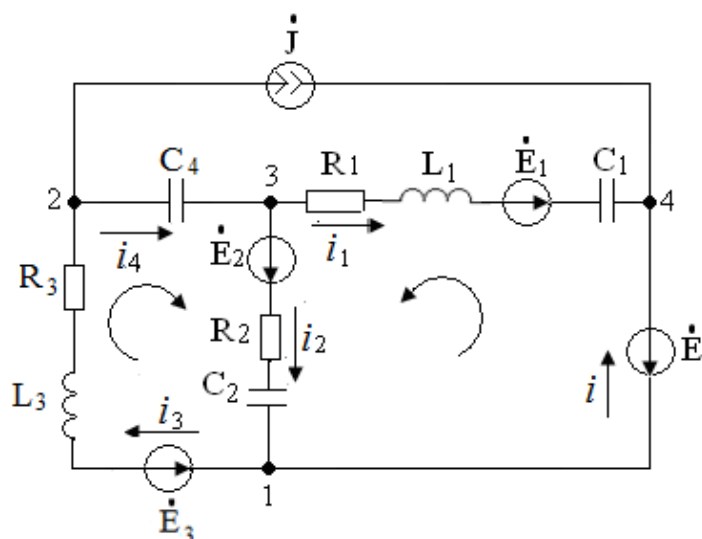


Рисунок 2.11 - Схема электрической цепи синусоидального тока

Уравнения по первому закону Кирхгофа в дифференциальной форме для цепи (рисунок 2.11) имеют вид:

$$i_2 - i_3 - i = 0; \quad i_3 - i_4 - j = 0; \quad -i_1 - i_2 + i_4 = 0. \quad (2.2)$$

Уравнения по второму закону Кирхгофа в дифференциальной форме для цепи (рисунок 2.11) имеют вид:

$$\begin{aligned} -R_1 i_1 - L_1 \frac{di_1}{dt} - \frac{1}{C_1} \int i_1 dt + R_2 i_2 + \frac{1}{C_2} \int i_2 dt &= -e_1 + e_2 - e; \\ R_2 i_2 + \frac{1}{C_2} \int i_2 dt + R_3 i_3 + L_3 \frac{di_3}{dt} + \frac{1}{C_4} \int i_4 dt &= e_2 - e_3. \end{aligned} \quad (2.3)$$

Расчет линейных электрических цепей синусоидального тока выполняется символическим (комплексным) методом, который базируется на изображении синусоидальных ЭДС, напряжений, токов комплексными величинами (таблица 2.4).

Таблица 2.4

Синусоидальная функция времени	Комплексная амплитуда	Комплексное действующее значение
$e = E_m \sin(\omega t + \varphi_e)$	$\dot{E}_m = E_m e^{j\varphi_e}$	$\dot{E} = E e^{j\varphi_e}$
$u = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$	$\dot{U}_m = U_m e^{j\varphi_u}$	$\dot{U} = U e^{j\varphi_u}$
$i = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$	$\dot{I}_m = I_m e^{j\varphi_i}$	$\dot{I} = I e^{j\varphi_i}$

Представление синусоидальных ЭДС, напряжений, токов комплексными величинами позволяет применить методы расчета цепей постоянного тока к расчётам цепей синусоидального тока. Так как уравнения, выражающие законы Кирхгофа в комплексной форме для цепей синусоидального тока, аналогичны уравнениям, выражающим законы

Кирхгофа для цепей постоянного тока, только ЭДС, напряжения, токи и сопротивления входят в уравнения в виде комплексных величин.

Первый и второй законы Кирхгофа в комплексной форме:

$$\sum_{k=1}^n \dot{I}_k = 0, \quad \sum_{k=1}^n \underline{Z}_k \dot{I}_k = \sum_{k=1}^n \dot{E}_k, \quad (2.4)$$

где $\underline{Z}_k = R_k + j(x_{Lk} - x_{Ck})$ - комплексное сопротивление к-й ветви.

Комплексные сопротивления ветвей для схемы (рисунок 2.11):

$$\underline{Z}_1 = R_1 + j(x_{L1} - x_{C1}), \quad \underline{Z}_2 = R_2 - jx_{C2}, \quad \underline{Z}_3 = R_3 + jx_{L3}, \quad \underline{Z}_4 = -jx_{C4}.$$

Эквивалентные схемы электрической цепи синусоидального тока (рисунок 2.11) для комплексных величин приведены на рисунке 2.12.

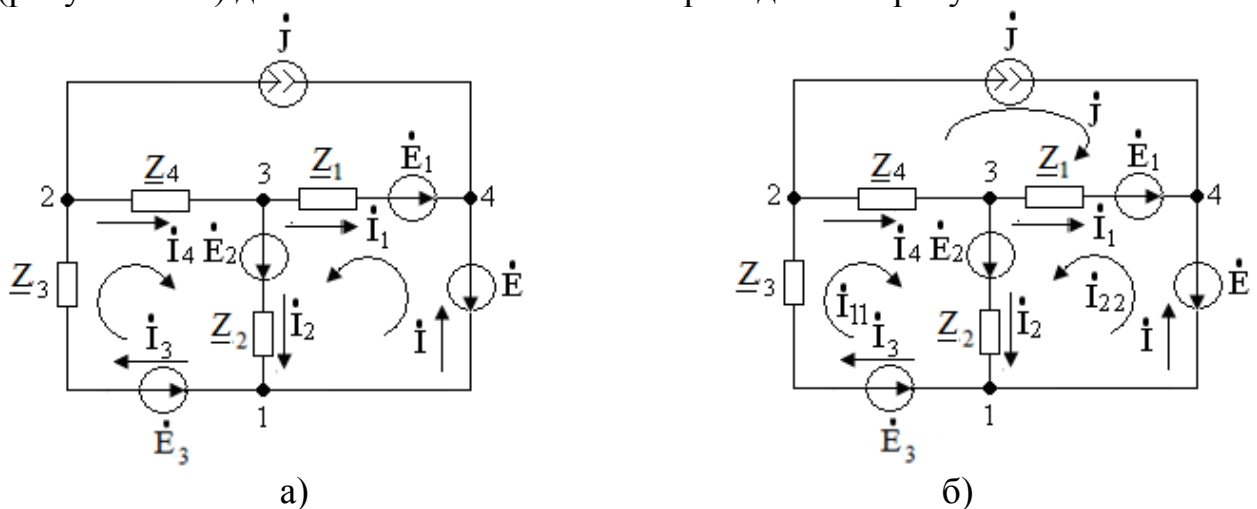


Рисунок 2.12 - Эквивалентные схемы электрической цепи синусоидального тока для комплексных величин

Уравнения по первому и второму законам Кирхгофа в комплексной форме для цепи (рисунок 2.12, а) имеют вид:

$$\begin{aligned} \dot{I}_2 - \dot{I}_3 - \dot{I} &= 0; \\ \dot{I}_3 - \dot{I}_4 - \dot{J} &= 0; \\ -\dot{I}_1 - \dot{I}_2 + \dot{I}_4 &= 0; \\ \underline{Z}_2 \dot{I}_2 + \underline{Z}_3 \dot{I}_3 + \underline{Z}_4 \dot{I}_4 &= \dot{E}_2 - \dot{E}_3; \\ -\underline{Z}_1 \dot{I}_1 + \underline{Z}_2 \dot{I}_2 &= -\dot{E}_1 + \dot{E}_2 - \dot{E}. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Расчет токов методом контурных токов.

Для электрической цепи (рисунок 2.12, б) запишем уравнения по методу контурных токов.

$$\begin{cases} \dot{I}_{11}(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4) + \dot{I}_{22}\underline{Z}_2 - \dot{J}\underline{Z}_4 = \dot{E}_2 - \dot{E}_3 \\ \dot{I}_{11}\underline{Z}_2 + \dot{I}_{22}(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) + \dot{J}\underline{Z}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{E}_2 - \dot{E}_3 \end{cases} \quad (2.6)$$

Токи в ветвях определяются через контурные токи:

$$\dot{I}_1 = -\dot{I}_{22} - \dot{J}, \quad \dot{I}_2 = \dot{I}_{11} + \dot{I}_{22}, \quad \dot{I}_3 = \dot{I}_{11}, \quad \dot{I}_4 = \dot{I}_{11} - \dot{J}, \quad \dot{I} = \dot{I}_{22}.$$

Расчет токов методом узловых потенциалов.

Примем $\dot{\phi}_4 = 0$, тогда $\dot{\phi}_1 = \dot{E}$. Уравнение для определения потенциалов $\dot{\phi}_2, \dot{\phi}_3$ имеют вид:

$$\begin{cases} \dot{\phi}_2(\underline{Y}_3 + \underline{Y}_4) - \dot{\phi}_3\underline{Y}_4 - \dot{\phi}_1\underline{Y}_3 = -\dot{E}_3\underline{Y}_3 - \dot{J} \\ -\dot{\phi}_2\underline{Y}_4 + \dot{\phi}_3(\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \underline{Y}_4) - \dot{\phi}_1\underline{Y}_2 = -\dot{E}_1\underline{Y}_1 - \dot{E}_2\underline{Y}_2 \end{cases} \quad (2.7)$$

где $\underline{Y}_k = 1/\underline{Z}_k$ - комплексная проводимость k-й ветви.

Токи в ветвях $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3, \dot{I}_4$ - определяются по закону Ома, ток \dot{I} находят по первому закону Кирхгофа.

Баланс комплексных мощностей.

Уравнение баланса комплексных мощностей имеет вид:

$$\sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ИСТ_K} = \sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ПП_K}, \quad (2.8)$$

где $\sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ИСТ_K} = \sum_{K=1}^n (\dot{E}_K^* \dot{I}_K + \dot{U}_K^* \dot{J}_K)$ - алгебраическая сумма комплексных мощностей источников;

$\dot{E}_K^* \dot{I}_K$ - комплексная мощность источника ЭДС, $\dot{E}_K^* \dot{I}_K > 0$, если направление ЭДС \dot{E}_K и положительное направление тока \dot{I}_K одинаковые (рисунок 2.13, а), в противном случае $\dot{E}_K^* \dot{I}_K < 0$ (рисунок 2.13, б);

$\dot{U}_K^* \dot{J}_K$ - комплексная мощность источника тока, где \dot{U}_K - комплексное напряжение на зажимах источника тока;

$\dot{U}_K^* \dot{J}_K > 0$, если \dot{U}_K и \dot{J}_K направлены так, как показано на рисунке 2.13, в;

$\dot{U}_K^* \dot{J}_K < 0$, если \dot{U}_K и \dot{J}_K направлены так, как показано на рисунке 2.13, г.

г.

$\sum_{K=1}^n \tilde{S}_{ПП_K} = \sum_{K=1}^n I_K^2 \underline{Z}_K$ - сумма комплексных мощностей, потребляемых приемниками.

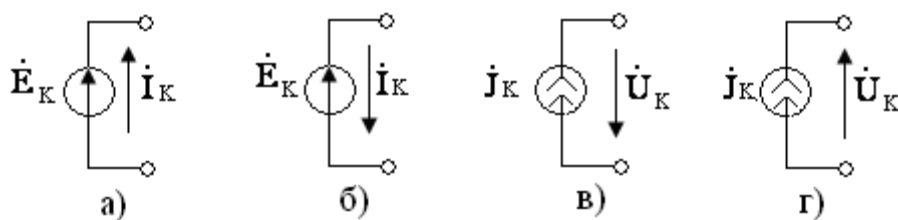


Рисунок 2.13 - Источники ЭДС и источники тока

3 Требования к выполнению и оформлению расчетно–графических работ.

3.1 Расчетно – графическая работа должна включать:

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

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

3.3 Каждый этап расчетно-графической работы нужно озаглавить.

3.4 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.

3.5 Все листы должны иметь сквозную нумерацию, начиная с титульного листа. Номер пишется снизу в середине листа без точки.

3.6 Расчеты должны сопровождаться пояснениями. Нельзя приводить только расчетные формулы и конечные результаты. Работы, в которых вычисления и пояснения приводятся сокращенно, к защите не допускаются и возвращаются студентам на доработку.

3.7 Рисунки, графики и схемы должны быть выполнены аккуратно и пронумерованы.

3.8 На графиках обязательно указываются названия изображаемых величин, их единицы измерения. Масштабы необходимо подбирать так, чтобы было удобно пользоваться графиком или диаграммой. В соответствии с выбранным масштабом подписываются шкалы графиков и диаграмм.

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

3.10 Во введении **нужно** обосновать необходимость изучения данного раздела.

3.11 Расчетно-графическая работа должна быть сдана на проверку в срок, указанный в силлабусе. В случае нарушения студентом срока сдачи работы, ему снижается итоговый балл за работу.

Список литературы

- 1 Основы теорий цепей. Бакалов В.П. – М.: Горячая линия-Телеком, 2013.- 592 с.
- 2 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Теория электрических цепей1. Примеры расчета установившихся процессов в линейных электрических цепях. Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2009. – 93 с.
- 3 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Применение MathCad в теории электрических цепей. Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2012. – 86 с.
- 4 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. - т.1. – Санкт-Петербург: Питер, 2004. - 463 с.

Содержание

Введение.....	3
1 Расчетно-графическая работа №1. Расчет линейных электрических цепей постоянного тока.....	4
2 Расчетно-графическая работа №2. Расчёт разветвленных электрических цепей однофазного синусоидального тока.....	9
3 Требования к выполнению и оформлению расчетно-графических работ.....	16
Список литературы.....	19

Зухра Исламовна Жолдыбаева
Екатерина Хаскелевна Зуслина

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

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

Редактор Л.Т. Сластихина
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать _____
Тираж 25 экз.
Объем 1,19 уч. - изд. л.

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ 595 Цена тенге.

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