

Министерство образования и науки Российской Федерации  
—  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

*С. Е. Виноградов Л. Я. Ладанюк*

# **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ**

### **ТЕСТОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург  
2014

УДК 621.372 (075.8)  
ББК 31.21я 73

**Виноградов С. Е., Электротехника и электроника. Электрические цепи. Тестовые задачи для контроля знаний студентов.** : учеб. пособие/  
С. Е. Виноградов, Л. Я. Ладанюк – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014.– 48 с.

Соответствует государственному образовательному стандарту дисциплин:

«Теоретические основы электротехники» по направлениям бакалаврской подготовки 180100 «Электромеханика», 180200 «Электрические и ионные аппараты», 180300 «Электроизоляционная и кабельная техника», 180500 «Электротехнологические установки и системы»,

«Электротехника и электроника» по направлению бакалаврской и магистерской подготовки 553100 «Техническая физика» и магистерской программе 553120 «Медицинская и биоинженерная физика».

Представлены тестовые задачи по теории электрических цепей для текущего контроля уровня усвоения учебного материала на практических занятиях. Параметры элементов цепей подобраны так, что позволяют получить ответ при минимальной затрате времени на вычисления. Это, однако, не снижает требований к пониманию существа процессов в электрических цепях.

Предназначено для студентов второго и третьего курсов ЭлМО ИЭиТС, второго, третьего и четвертого курсов ИФНиТ, ИИТиУ, изучающих соответствующую дисциплину в рамках подготовки бакалавров, с целью самоконтроля усвоения текущего материала, изучаемого на практических занятиях. Окажется весьма полезным для преподавателей, проводящих текущий контроль знаний студентов, а также может быть использовано студентами, изучающими курс «Электротехника и электроника» в других технических институтах СПбГПУ.

Табл. 23, Библиогр.: 4 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

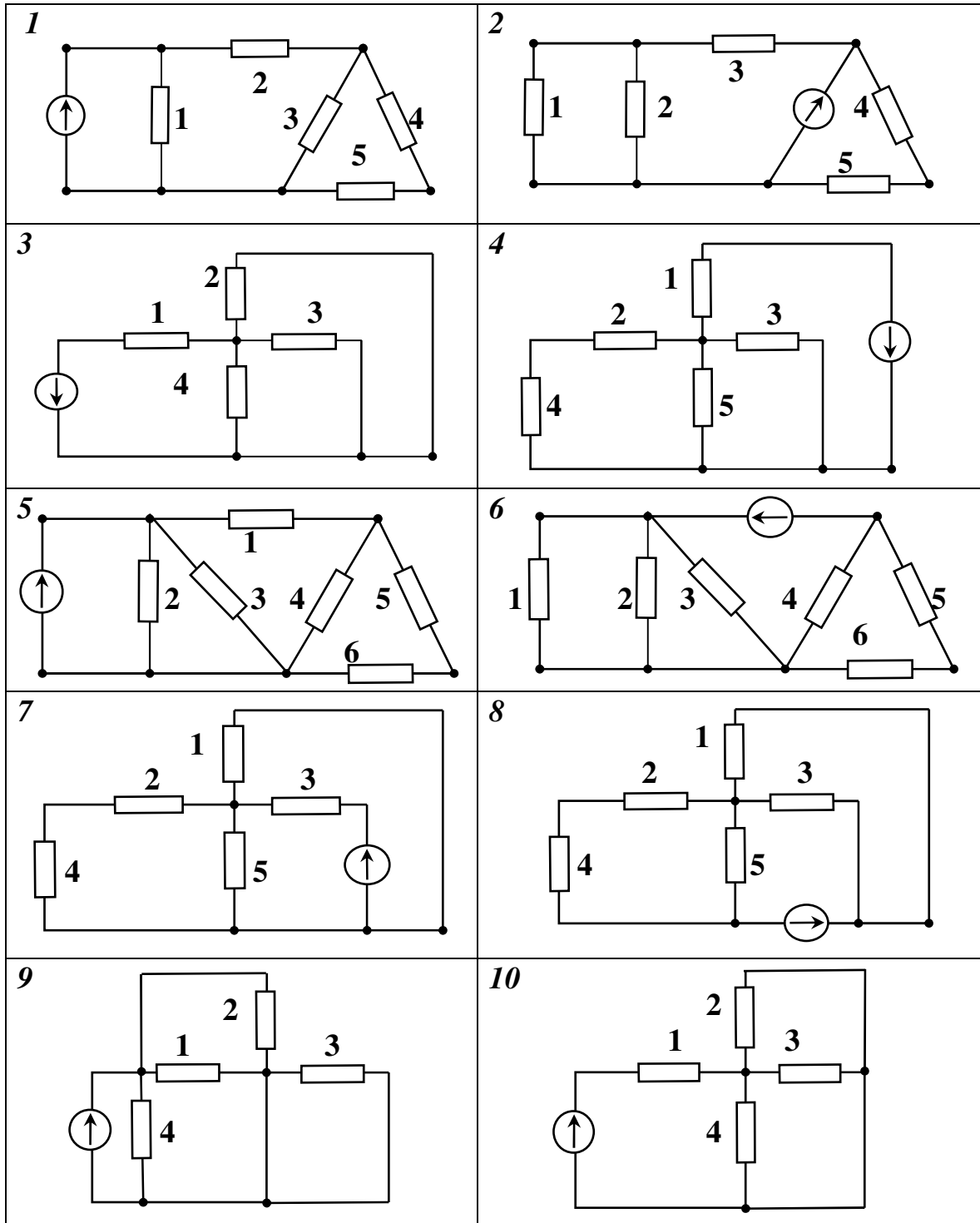
© Виноградов С. Е., Ладанюк Л. Я., 2014  
© Санкт-Петербургский государственный  
политехнический университет, 2014

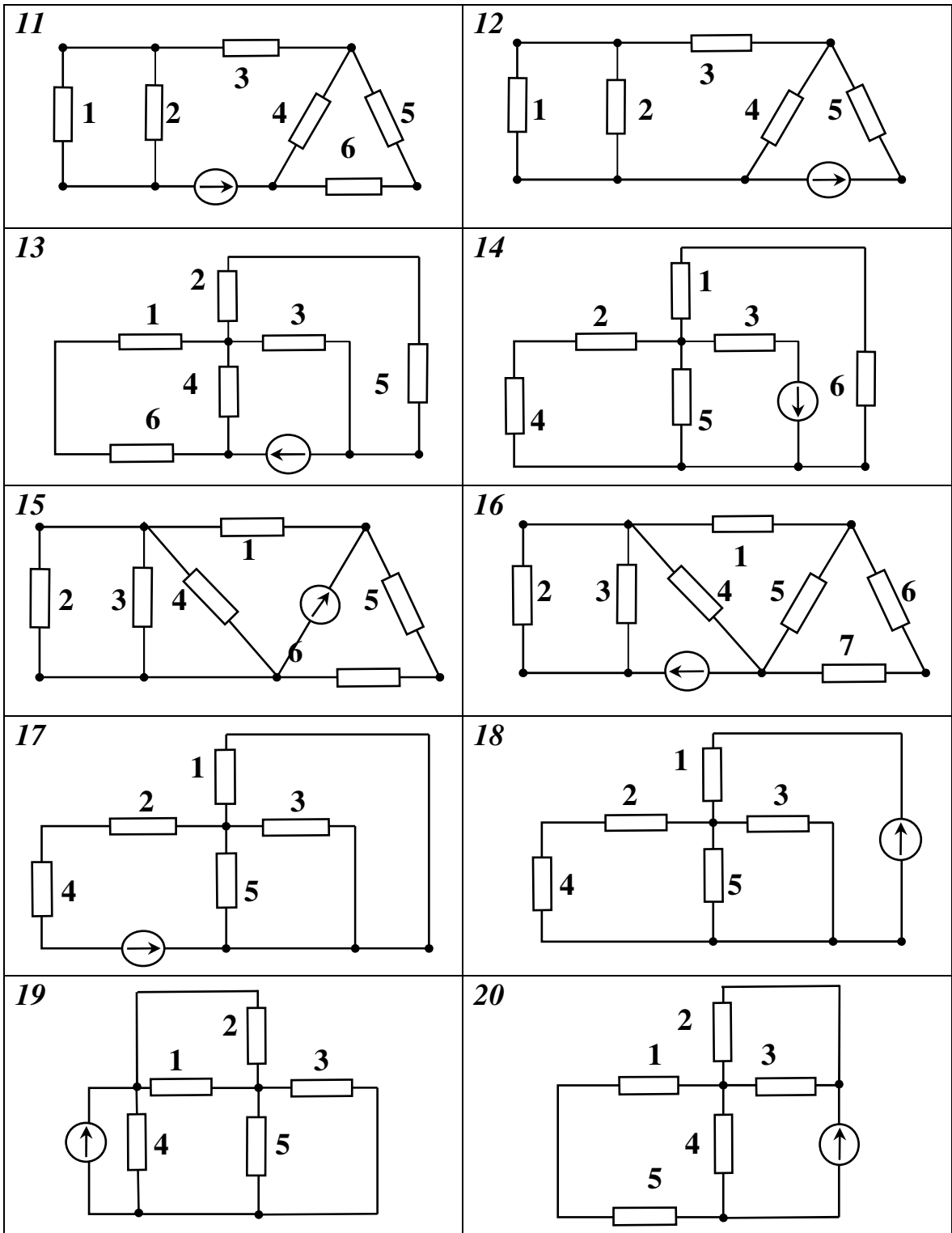
## Оглавление

<b>1. Электрические цепи постоянного тока</b> .....	4
Задание 1.1 (Определение эквивалентного сопротивления).....	4
Задание 1.2 (Метод эквивалентного генератора).....	6
<b>2. Синусоидальный режим в электрических цепях</b> .....	7
Задание 2.1 (Синусоидальные кривые).....	7
Задание 2.2. (Определение параметров по мгновенным значениям $u$ и $i$ ).....	8
Задание 2.3 (Расчет цепи по заданным мгновенным значениям)	9
Задание 2.4 (Определение параметров по комплексным значениям $\dot{U}$ и $\dot{I}$ ).....	10
Задание 2.5 (Эквивалентное сопротивление и диаграмма для 3 элементов).....	11
Задание 2.6 (Эквивалентное сопротивление и диаграмма для 4 элементов).....	13
Задание 2.7 (Векторные диаграммы при резонансе).....	15
Задание 2.8 (Уравнения в цепях со взаимной индукцией).....	17
Задание 2.9 (Определение показаний вольтметра).....	20
<b>3. Частотные характеристики электрических цепей</b> .....	22
Задание 3.1 (Зависимость реактивного сопротивления от частоты).....	22
Задание 3.2 (Периодические несинусоидальные режимы).....	23
Задание 3.3 (Определение несинусоидальных токов).....	24
<b>4. Переходные процессы в линейных электрических цепях</b> ...	25
Задание 4.1 (Цепи с одним накопителем энергии).....	25
Задание 4.2 (Построение графиков без составления уравнений)..	27
Задание 4.3 (Определение постоянной времени цепи).....	29
Задание 4.4 (Определение начальных условий в простых цепях)	32
Задание 4.5 (Начальные условия в сложных цепях).....	33
Задание 4.6 (Процессы в цепях второго порядка)	36
Задание 4.7 (Интеграл Дюамеля) .....	38
<b>5. Пассивные четырехполюсники</b> .....	40
Задание 5.1 (Определение постоянных четырехполюсника).....	40
<b>6. Электрические цепи с распределенными параметрами</b> .....	41
Задание 6.1 (Коэффициенты отражения и преломления).....	41
Задание 6.2 (Расчет отраженных и преломленных волн).....	42
<b>Правило знаков в цепях со взаимной индукцией</b> .....	43
Библиографический список.....	44

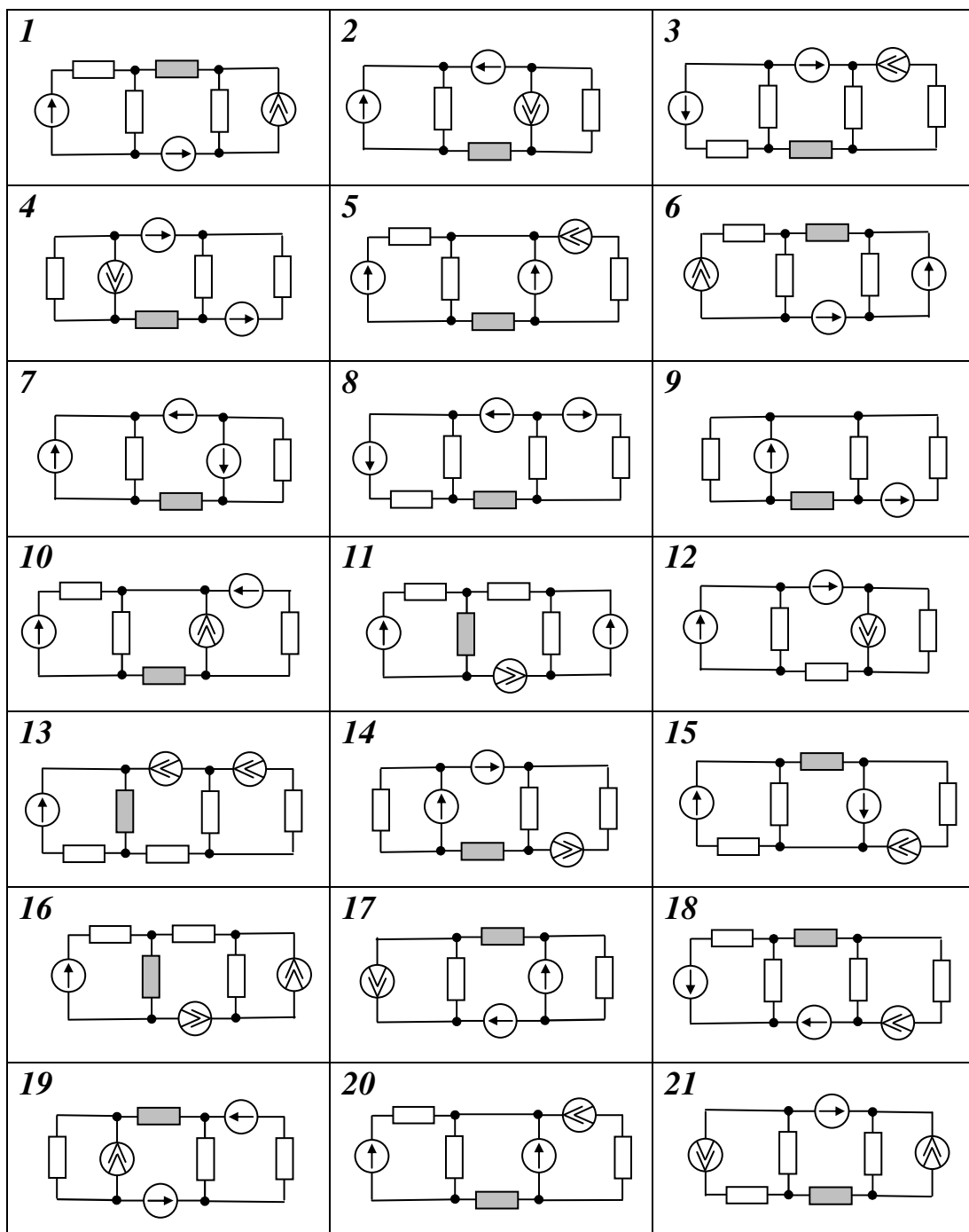
## 1. Электрические цепи постоянного тока

**Задание 1-1.** Записать соотношения для расчета эквивалентного сопротивления. Вычислить величину эквивалентного сопротивления, если сопротивления резисторов одинаковы и равны 6 Ом.



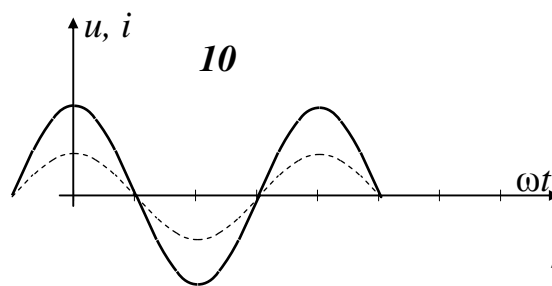
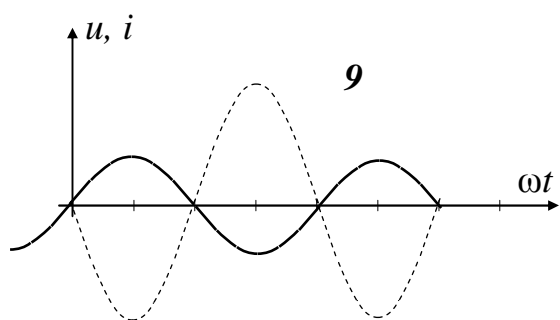
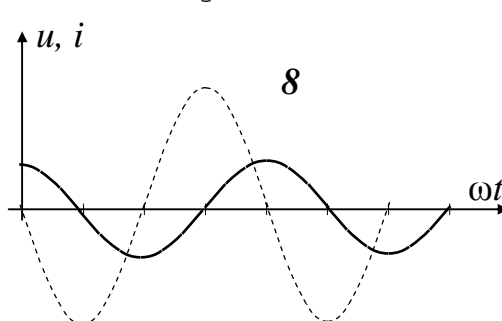
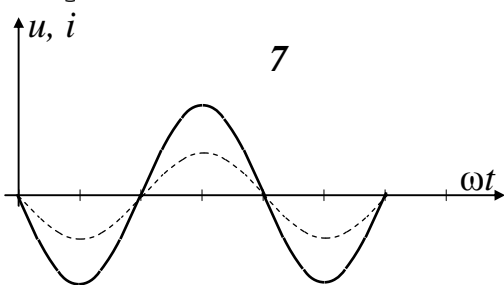
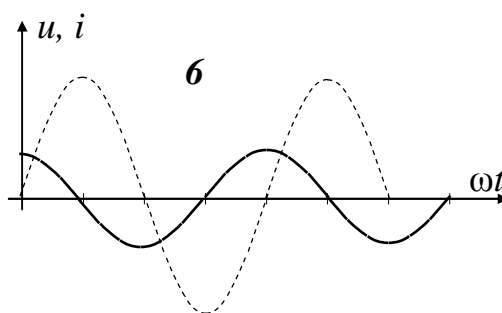
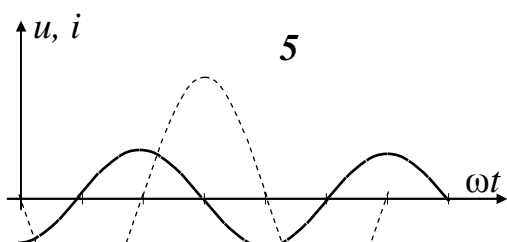
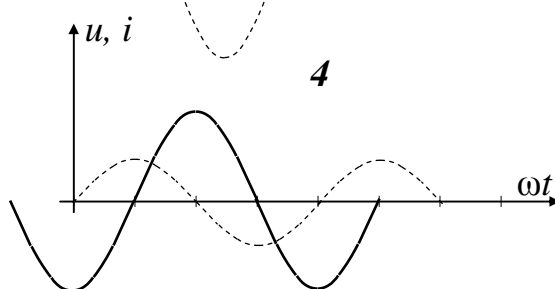
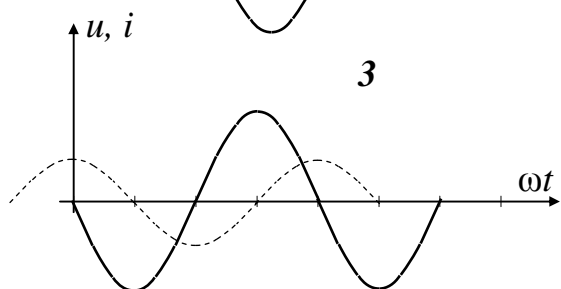
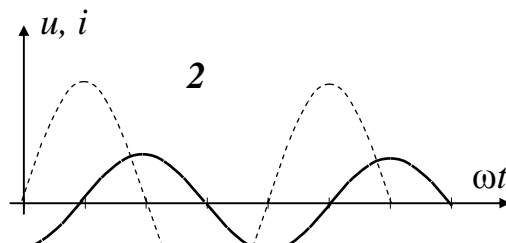
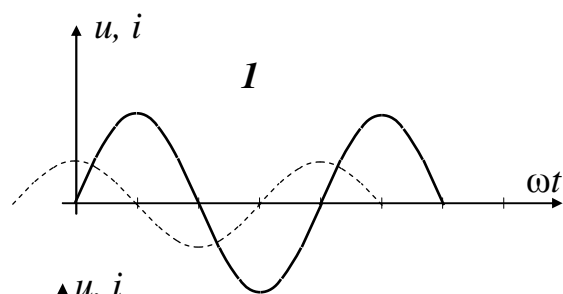


**Задание 1-2.** Определить методом эквивалентного генератора ток в выделенном резисторе.  $e' = 360$  В;  $e'' = 180$  В;  $e''' = 240$  В,  $J' = 18$  А;  $J'' = 12$  А. (Нумерация источников слева направо). Сопротивления всех резисторов одинаковы  $R = 6$  Ом;



## 2. Синусоидальный режим в электрических цепях

**Задание 2-1.** На графиках представлены синусоиды напряжения (сплошная линия) и тока (штриховая линия). Какие комбинация токов и напряжений справедливы для конденсатора, для резистора, для индуктивности?

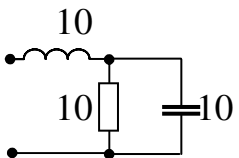
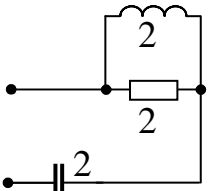
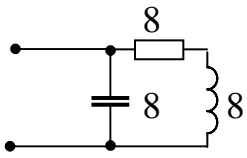
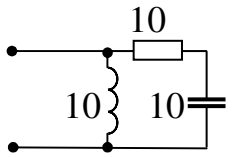
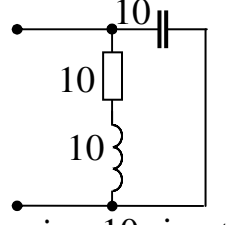
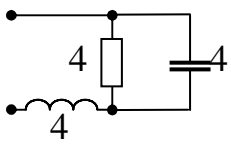
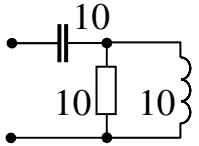
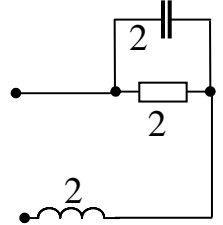
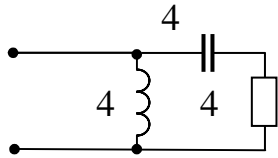
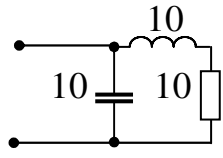
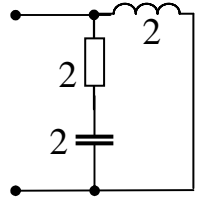
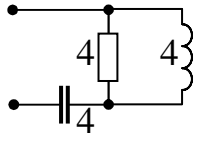


**Задание 2-2.** Определить параметры ветви ( $Z$ ,  $R$ ,  $X$ ,  $z$ ,  $\cos\varphi$ ) и потребляемую активную мощность по заданным мгновенным значениям напряжения и тока. Нарисовать схему ветви с указанием сопротивлений элементов.

<b>1</b> $u = 60 \sin(\omega t + 30^\circ)$ $i = 12 \sin(\omega t + 90^\circ)$	<b>2</b> $u = 20 \sin(\omega t + 30^\circ)$ $i = 4 \sin(\omega t - 30^\circ)$	<b>3</b> $u = 12 \sin \omega t$ $i = 4 \sin(\omega t + 45^\circ)$
<b>4</b> $u = 24 \sin(\omega t - 30^\circ)$ $i = 3 \sin(\omega t + 60^\circ)$	<b>5</b> $u = 40 \sin(\omega t - 45^\circ)$ $i = 8 \sin(\omega t - 90^\circ)$	<b>6</b> $u = 30 \sin(\omega t + 60^\circ)$ $i = 5 \sin \omega t$
<b>7</b> $u = 40 \sin(\omega t + 60^\circ)$ $i = 5 \sin(\omega t + 90^\circ)$	<b>8</b> $u = 26 \sin(\omega t + 67,4^\circ)$ $i = 2 \sin \omega t$	<b>9</b> $u = 10 \sin(\omega t + 45^\circ)$ $i = 0,5 \sin(\omega t + 100^\circ)$
<b>10</b> $u = 24 \sin(\omega t + 30^\circ)$ $i = 6 \sin(\omega t + 90^\circ)$	<b>11</b> $u = 36 \sin(\omega t - 30^\circ)$ $i = 4 \sin(\omega t + 60^\circ)$	<b>12</b> $u = 15 \sin \omega t$ $i = 3 \sin(\omega t - 53,1^\circ)$
<b>13</b> $u = 50 \sin(\omega t + 30^\circ)$ $i = 4 \sin(\omega t - 15^\circ)$	<b>14</b> $u = 36 \sin(\omega t + 60^\circ)$ $i = 12 \sin(\omega t + 90^\circ)$	<b>15</b> $u = 60 \sin(\omega t + 36,9^\circ)$ $i = 6 \sin(\omega t + 90^\circ)$
<b>16</b> $u = 35 \sin(\omega t + 45^\circ)$ $i = 5 \sin(\omega t - 45^\circ)$	<b>17</b> $u = 48 \sin(\omega t + 30^\circ)$ $i = 4 \sin(\omega t + 60^\circ)$	<b>18</b> $u = 45 \sin(\omega t + 70^\circ)$ $i = 5 \sin(\omega t + 10^\circ)$
<b>19</b> $u = 12 \sin(\omega t + 20^\circ)$ $i = 3 \sin(\omega t + 50^\circ)$	<b>20</b> $u = 20 \sin(\omega t + 20^\circ)$ $i = 4 \sin(\omega t - 16,9^\circ)$	<b>21</b> $u = 28 \sin(\omega t - 30^\circ)$ $i = 7 \sin(\omega t - 90^\circ)$
<b>22</b> $u = 20 \sin(\omega t + 90^\circ)$ $i = 2 \sin(\omega t + 60^\circ)$	<b>23</b> $u = 40 \sin(\omega t - 30^\circ)$ $i = 5 \sin(\omega t - 75^\circ)$	<b>24</b> $u = 24 \sin(\omega t - 20^\circ)$ $i = 2 \sin(\omega t + 40^\circ)$



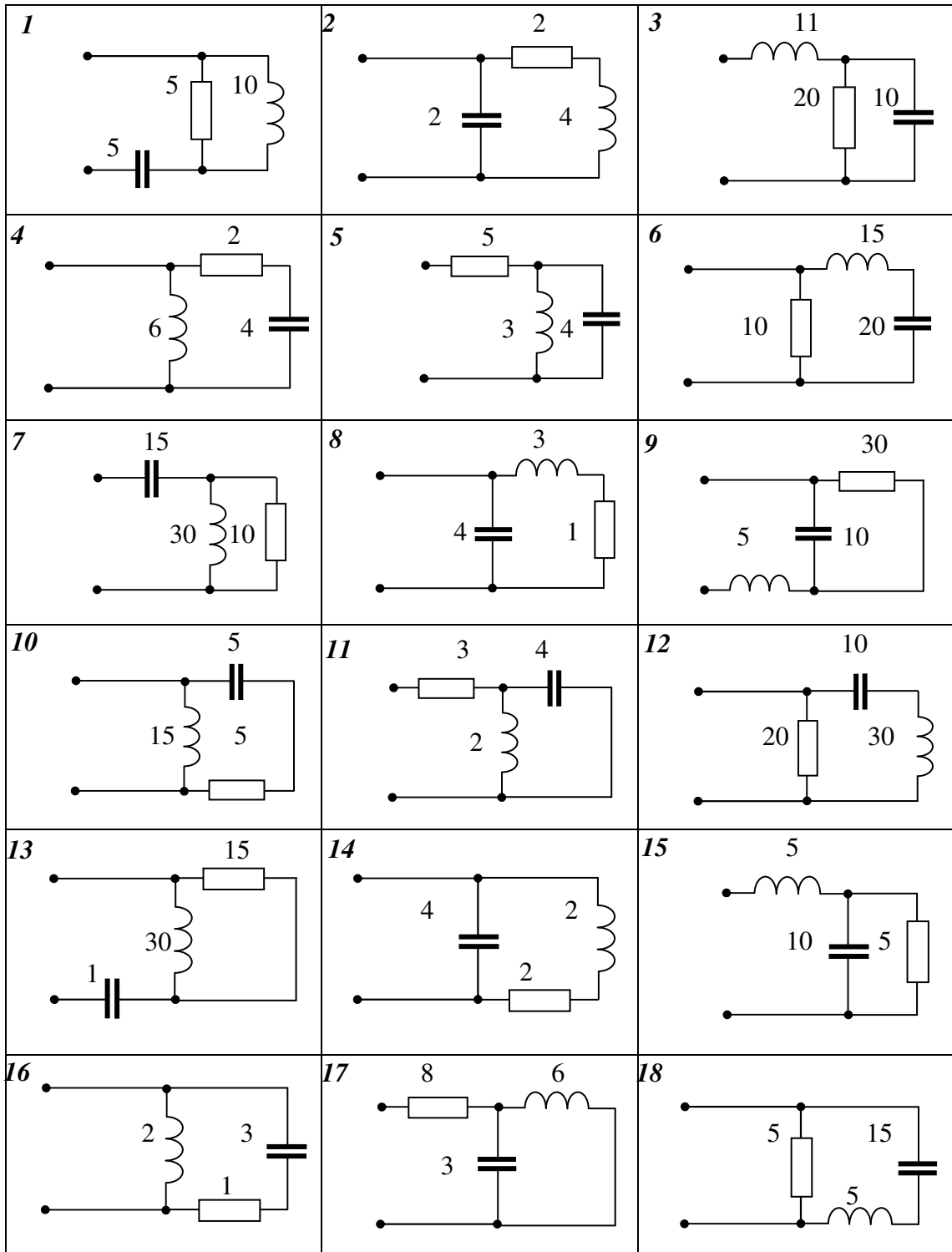
**Задание 2-3.** По заданному значению тока (или входного напряжения) определить мгновенные значения остальных токов (напряжения). Сопротивления ветвей заданы в омах

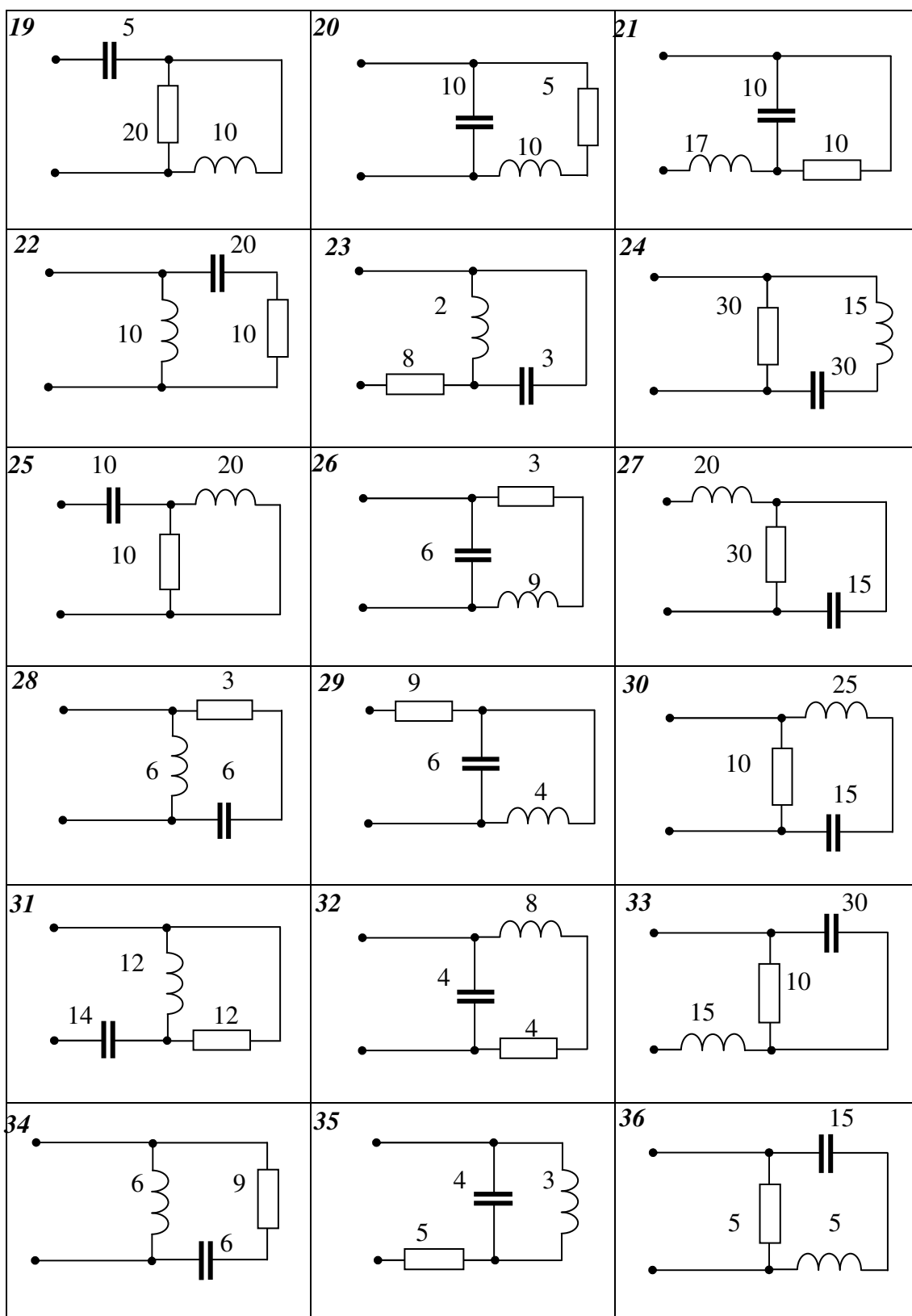
<p><b>1</b></p>  <p><math>u = 60 \sin(\omega t \pm \pi/2)</math> <math>i_L = 5 \sin \omega t</math></p>	<p><b>2</b></p>  <p><math>i_C = 2 \sin \omega t</math> <math>u = 20 \sin(\omega t \pm \pi/2)</math></p>	<p><b>3</b></p>  <p><math>u = 32 \sin(\omega t + \pi/4)</math> <math>i_L = 2 \sin \omega t</math></p>
<p><b>4</b></p>  <p><math>u = 100 \sin \omega t</math> <math>i_C = 8 \sin \omega t</math></p>	<p><b>5</b></p>  <p><math>i_0 = 10 \sin \omega t</math> <math>u = 40 \sin(\omega t \pm \pi/4)</math></p>	<p><b>6</b></p>  <p><math>i_C = 2 \sin(\omega t + \pi/2)</math> <math>u = 20 \sin(\omega t + \pi/4)</math></p>
<p><b>7</b></p>  <p><math>i_L = 4 \sin(\omega t + \pi/2)</math> <math>u = 40 \sin \omega t</math></p>	<p><b>8</b></p>  <p><math>u = 12 \sin \omega t</math> <math>i_C = 4 \sin \omega t</math></p>	<p><b>9</b></p>  <p><math>u = 48 \sin(\omega t + \pi/4)</math> <math>i_L = 8 \sin \omega t</math></p>
<p><b>10</b></p>  <p><math>u = 120 \sin \omega t</math> <math>i_C = 6 \sin \omega t</math></p>	<p><b>11</b></p>  <p><math>i_0 = 5 \sin \omega t</math> <math>u = 20 \sin(\omega t \pm \pi/4)</math></p>	<p><b>12</b></p>  <p><math>u = 24 \sin \omega t</math> <math>i_C = 5 \sin(\omega t + \pi/4)</math></p>

**Задание 2-4.** По комплексным значениям тока и напряжения записать их мгновенные значения, определить параметры эквивалентного двухполюсника и потребляемую им активную мощность.

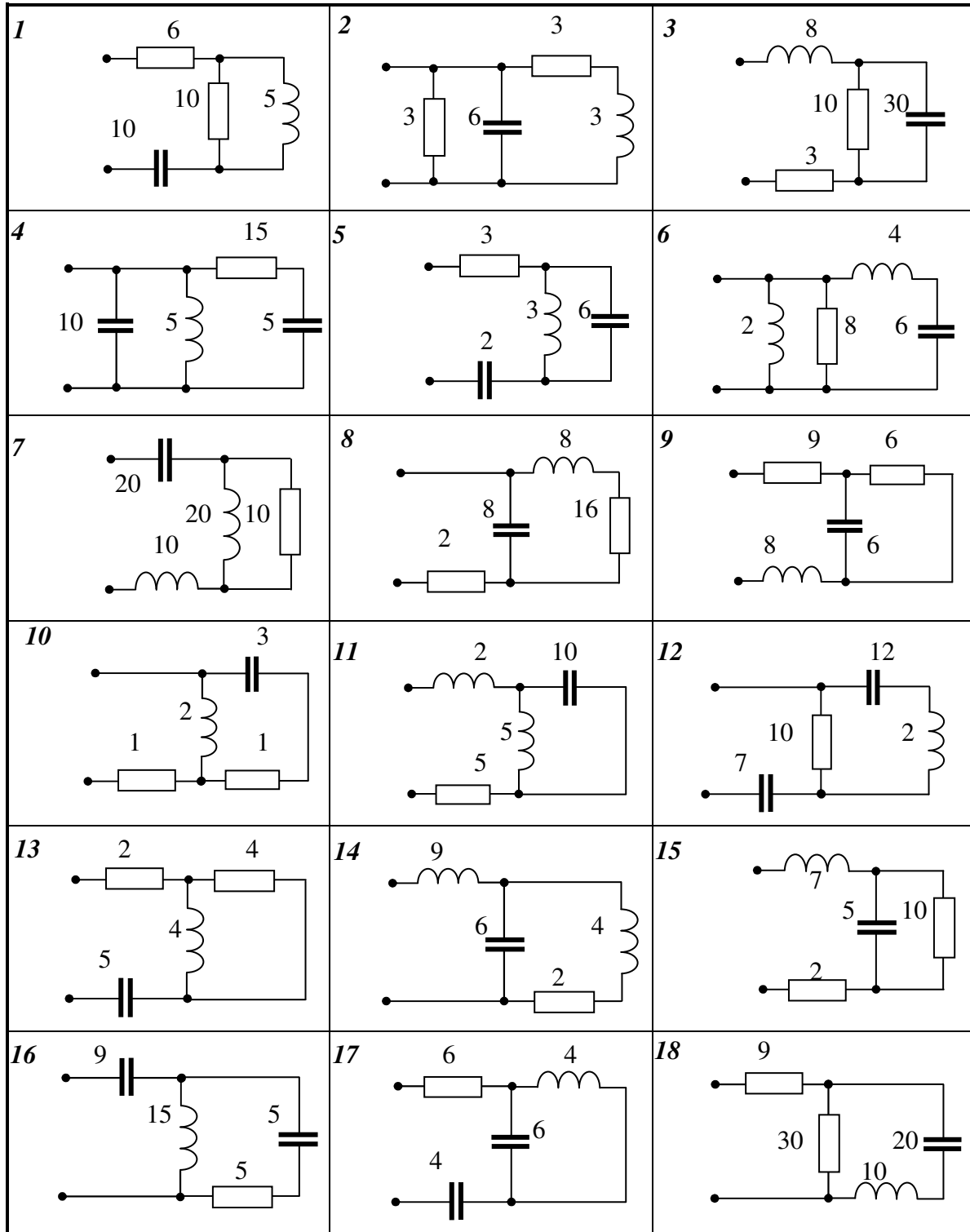
<b>1</b> $\dot{U} = -1 + j7;$ $\dot{I} = 2 - j$	<b>2</b> $\dot{U} = 7 - j;$ $\dot{I} = 1 + j2$	<b>3</b> $\dot{U} = 10;$ $\dot{I} = 3 - j$	<b>4</b> $\dot{U} = 8 - j6;$ $\dot{I} = 3 - j$
<b>5</b> $\dot{U} = 3 - j;$ $\dot{I} = 1 - j$	<b>6</b> $\dot{U} = 7 - j;$ $\dot{I} = 3 + j$	<b>7</b> $\dot{U} = 5 + j5;$ $\dot{I} = 1 + j3$	<b>8</b> $\dot{U} = 6 + j2;$ $\dot{I} = 2 - j2$
<b>9</b> $\dot{U} = 4 - j3;$ $\dot{I} = 2 + j$	<b>10</b> $\dot{U} = 8 + j4;$ $\dot{I} = 3 - j$	<b>11</b> $\dot{U} = 6 + j2;$ $\dot{I} = 1 + j2$	<b>12</b> $\dot{U} = 8 - j6;$ $\dot{I} = -j2$
<b>13</b> $\dot{U} = 10 - j5;$ $\dot{I} = 2 + j$	<b>14</b> $\dot{U} = 4 - j2$ $\dot{I} = 1 - j3$	<b>15</b> $\dot{U} = 1 - j3;$ $\dot{I} = 2 - j$	<b>16</b> $\dot{U} = 4 - j8;$ $\dot{I} = 4 + j2$
<b>17</b> $\dot{U} = 3 + j6;$ $\dot{I} = 2 - j$	<b>18</b> $\dot{U} = 8 - j8;$ $\dot{I} = 2 + j2$	<b>19</b> $\dot{U} = 2 - j6;$ $\dot{I} = 1 - j3$	<b>20</b> $\dot{U} = 12 + j9;$ $\dot{I} = 4 + j3$
<b>21</b> $\dot{U} = 10 + j5;$ $\dot{I} = 1 + j2$	<b>22</b> $\dot{U} = j13;$ $\dot{I} = -2 + j3$	<b>23</b> $\dot{U} = 8 - j12;$ $\dot{I} = 4 - j6$	<b>24</b> $\dot{U} = 6 + j9;$ $\dot{I} = j3$

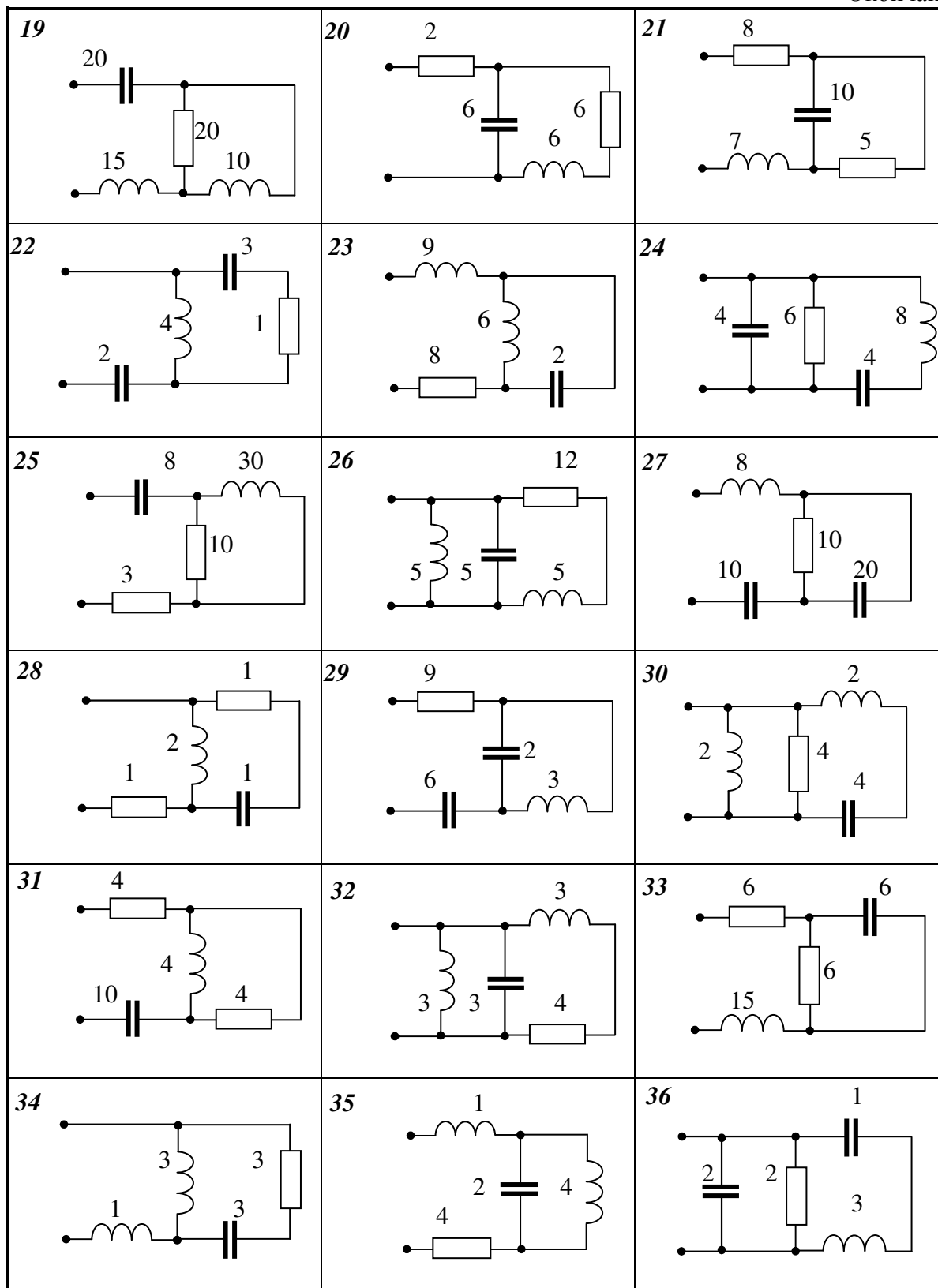
**Задание 2-5.** Определить эквивалентное активное, реактивное и полное сопротивление цепи. Построить векторную диаграмму. Сопротивления ветвей заданы в омах.



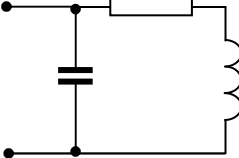
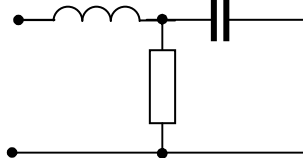
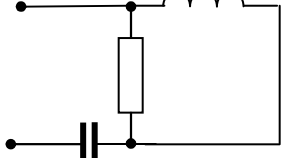
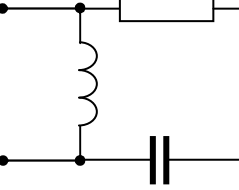
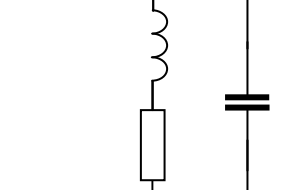
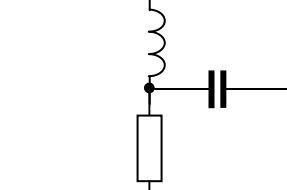
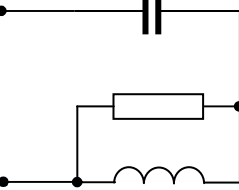
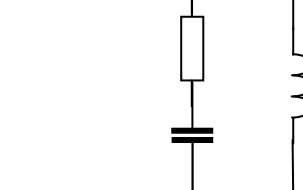
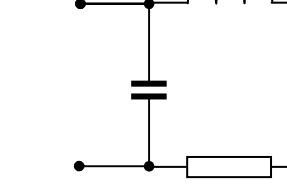
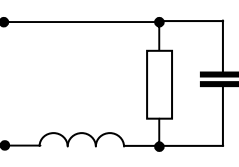
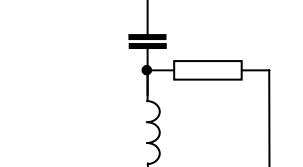
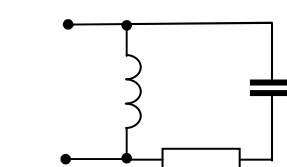


**Задание 2-6.** Определить эквивалентное активное, реактивное и полное сопротивление цепи. Построить векторную диаграмму. Сопротивления ветвей заданы в омах.





**Задание 2-7.** Построить векторную диаграмму и определить недостающие токи, напряжения и активную мощность **при условии резонанса в цепи**. Параметры двухполюсников приведены в таблице (сопротивления заданы в омах, токи в амперах, напряжения в вольтах, мощность в ваттах).

<p><b>1</b></p>  <p><math>I_R = 5; I_C = 3; U_L = 60</math></p>	<p><b>2</b></p>  <p><math>X_C = 2; U_C = 10; P = 50</math></p>	<p><b>3</b></p>  <p><math>R = 100; I_L = 4; U_L = 300</math></p>
<p><b>4</b></p>  <p><math>X_C = 6; U_R = 60; P = 600</math></p>	<p><b>5</b></p>  <p><math>X_C = 25; I_R = 5; I_\Sigma = 3</math></p>	<p><b>6</b></p>  <p><math>I_R = 4; I_L = 5; U_C = 60</math></p>
<p><b>7</b></p>  <p><math>X_L = 8; I_R = 4; P = 128</math></p>	<p><b>8</b></p>  <p><math>R = 6; X_C = 8; U_L = 100</math></p>	<p><b>9</b></p>  <p><math>R = X_L = 4; U_R = 24</math></p>
<p><b>10</b></p>  <p><math>R = 20; I_C = 4; P = 180</math></p>	<p><b>11</b></p>  <p><math>X_L = 100; I_C = 5; U_R = 300</math></p>	<p><b>12</b></p>  <p><math>I_R = 5; I_\Sigma = 4; U_C = 30</math></p>

Пример решения (вариант № 12)

Построение качественной векторной диаграммы начнем с вектора тока  $I_{RC}$ , который направим вертикально. Напряжение на резисторе  $U_R$  совпадает по фазе с током, а напряжение на конденсаторе  $U_C$  отстает от тока на  $90^\circ$ . Построив  $U_R$  и  $U_C$ , найдем их геометрическую сумму, которая равна напряжению на индуктивной катушке  $U_L$  и входному напряжению  $U$ . Учитывая, что ток в катушке  $I_L$  отстает от напряжения на ней на  $90^\circ$ , направим вектор  $I_L$  в необходимом направлении (пунктирная линия на диаграмме). Длину его выберем так, чтобы суммарный ток  $I_\Sigma$ , равный геометрической сумме токов  $I_L$  и  $I_{RC}$ , совпал по направлению с вектором входного напряжения  $U$  (в схеме резонанс).

На основании построенной диаграммы из прямоугольного треугольника токов находим ток в катушке  $I_L = \sqrt{I_{RC}^2 - I_\Sigma^2} = 3 \text{ А}$

Из подобия треугольников токов и напряжений можем записать:

$$\frac{U_L}{U_C} = \frac{I_{RC}}{I_L} = \frac{5}{3}, \text{ откуда получаем, что } U_L = 50 \text{ В. Далее вычисляем } U_R = 40.$$

Активная мощность может быть вычислена по различным соотношениям, например, через общий ток и общее напряжение:  $P = U \cdot I_\Sigma = 50 \cdot 4 = 200$  Вт, или через напряжение и ток в резисторе:  $P = U_R \cdot I_{RC} = 40 \cdot 5 = 200$  Вт.

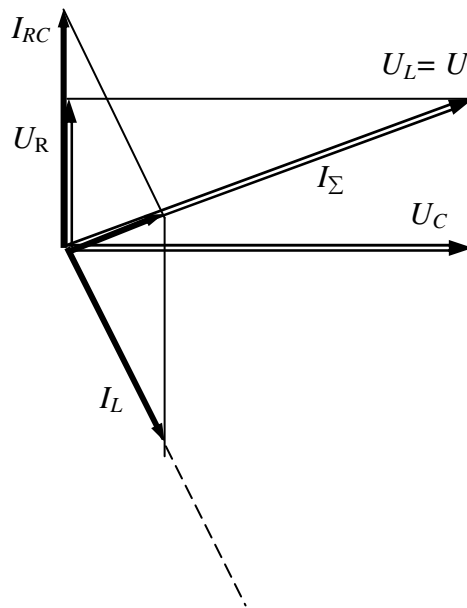
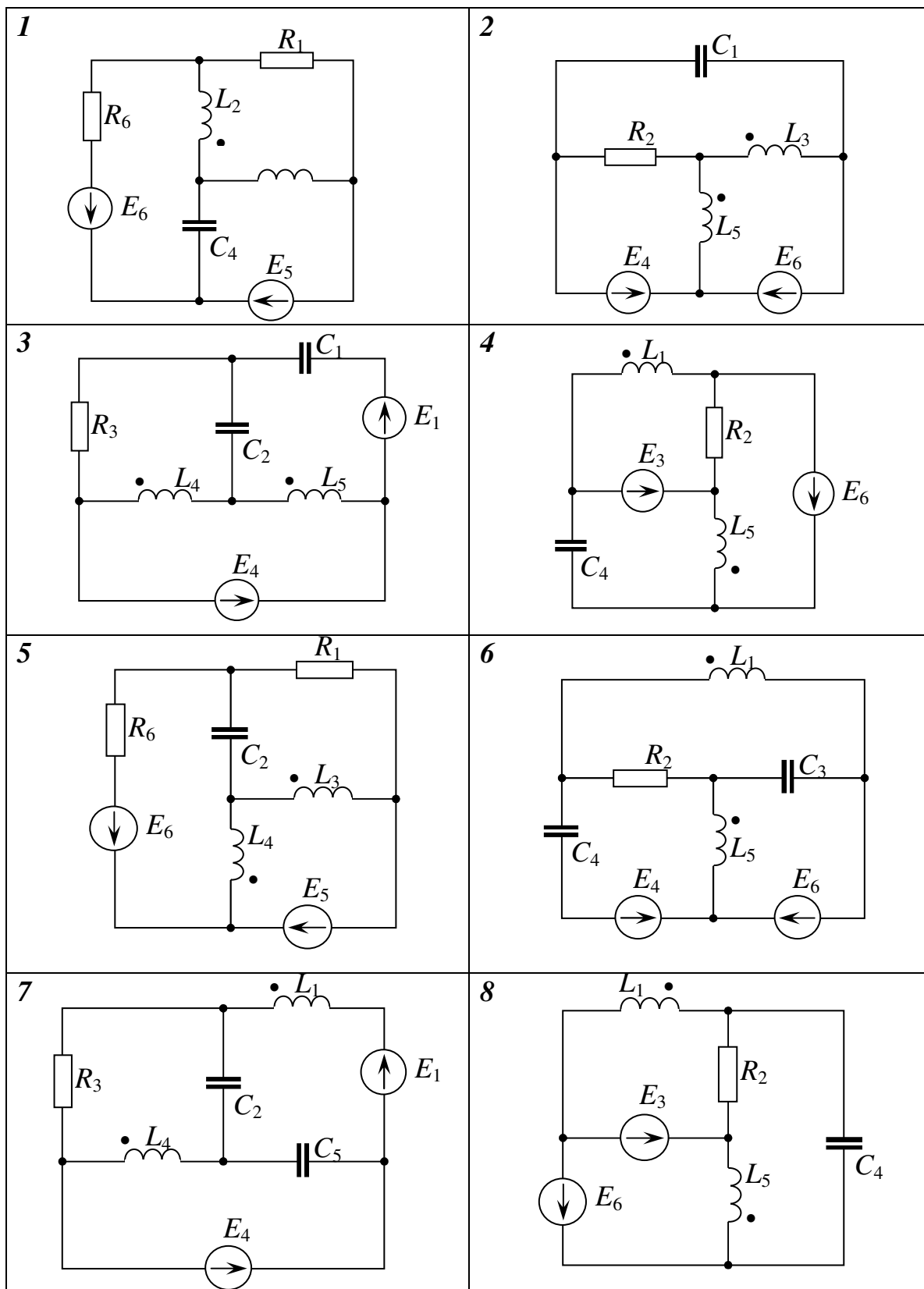
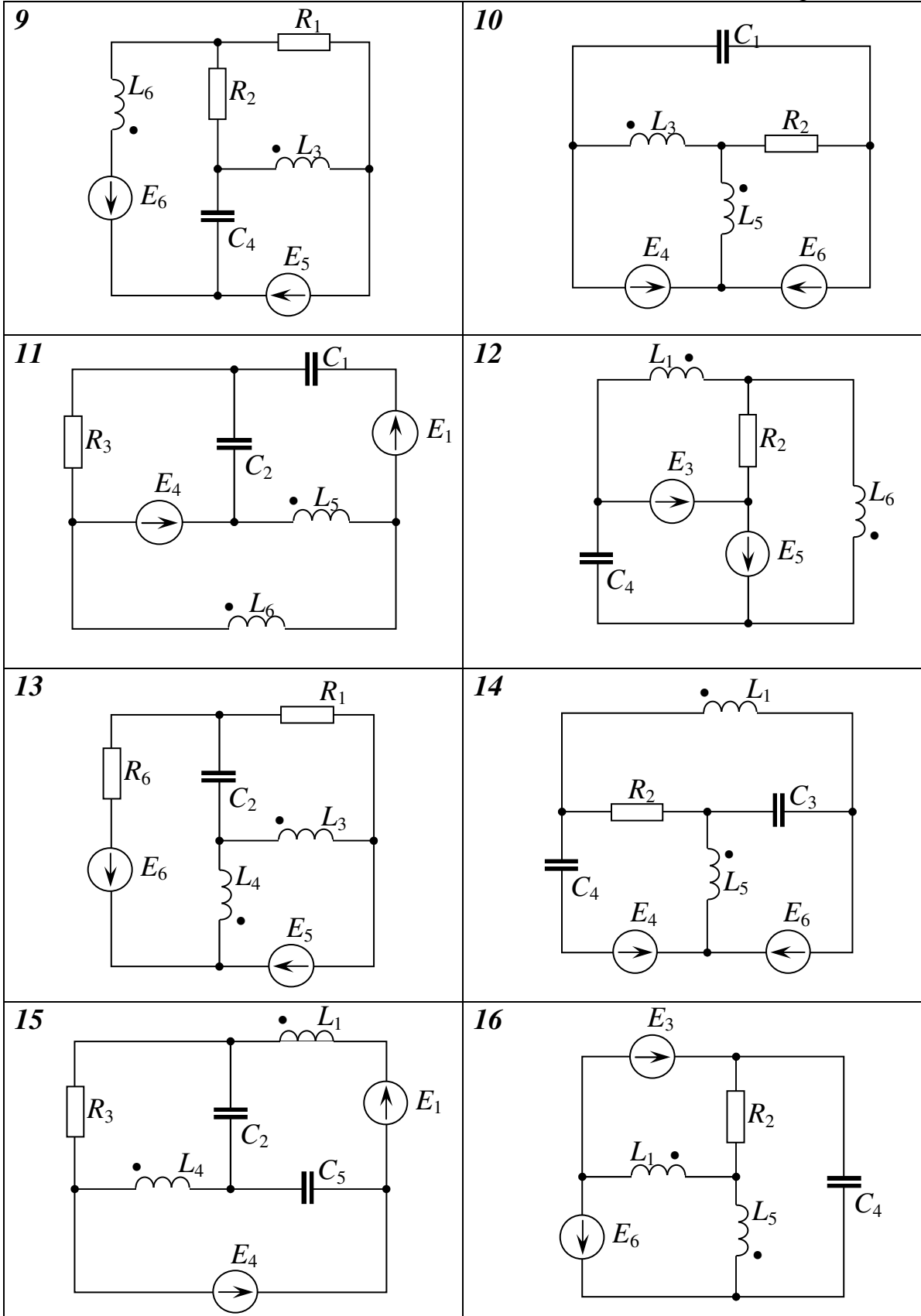


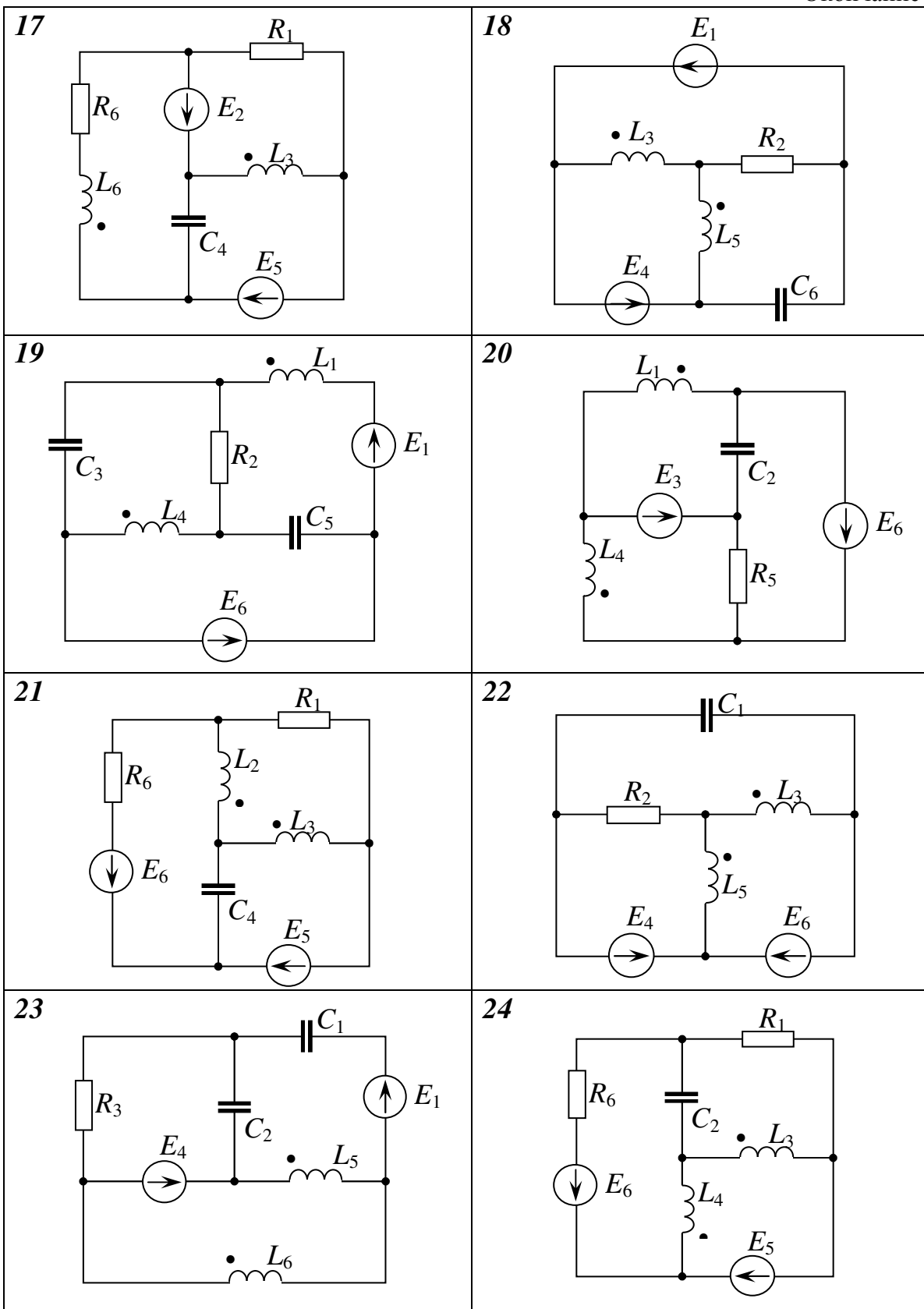
Рис. 1



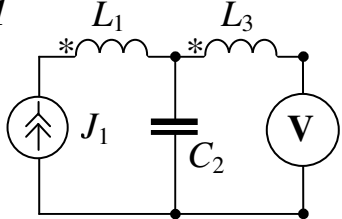
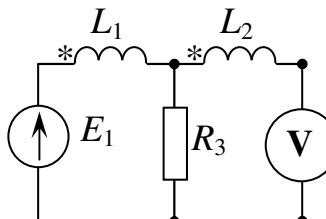
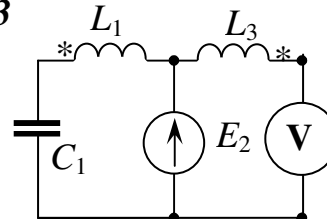
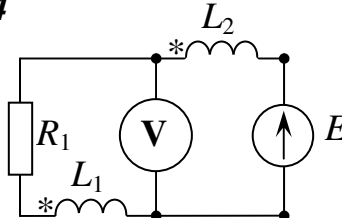
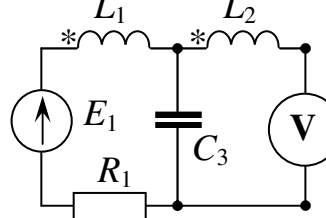
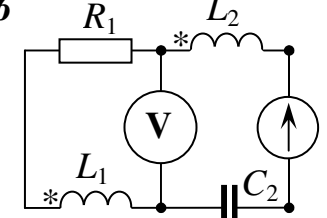
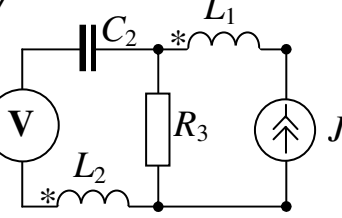
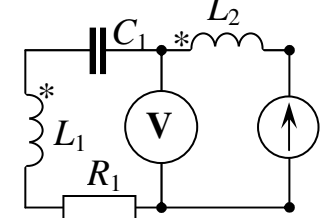
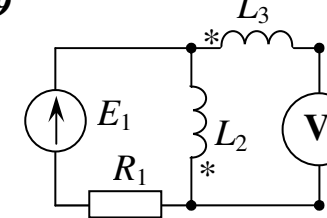
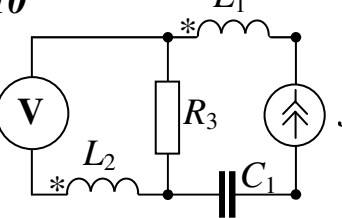
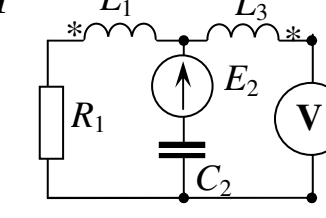
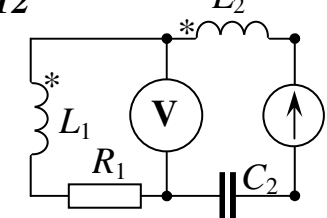
**Задание 2-8.** Записать уравнения по второму закону Кирхгофа

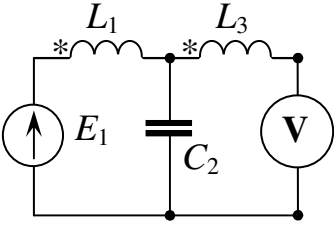
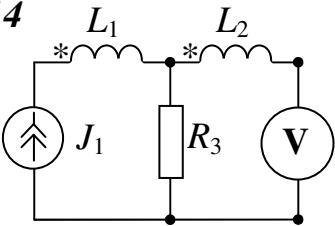
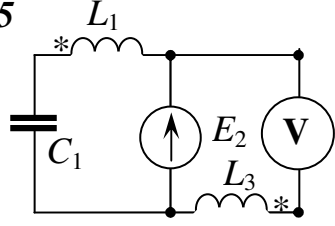
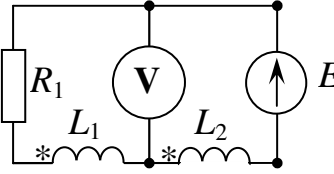
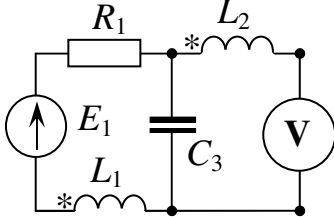
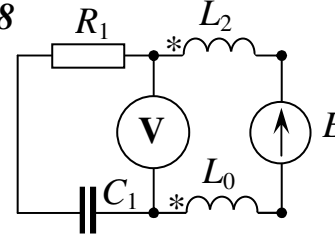
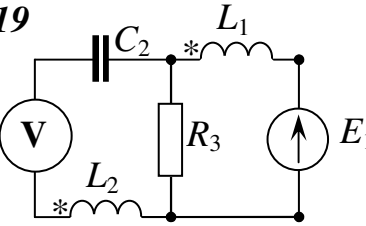
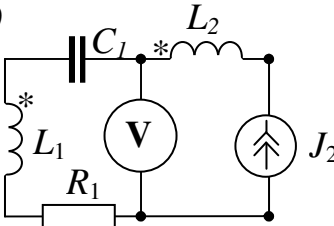
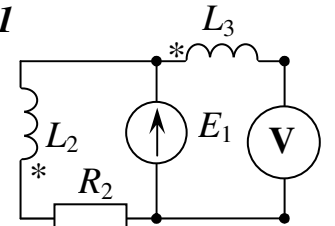
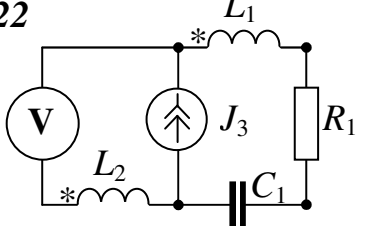
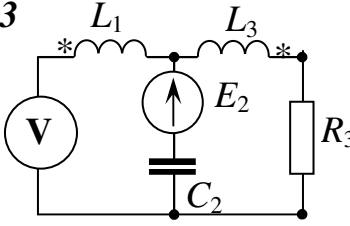
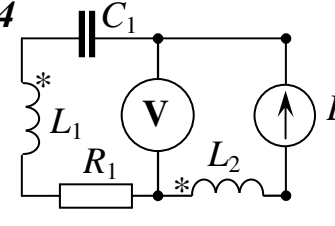






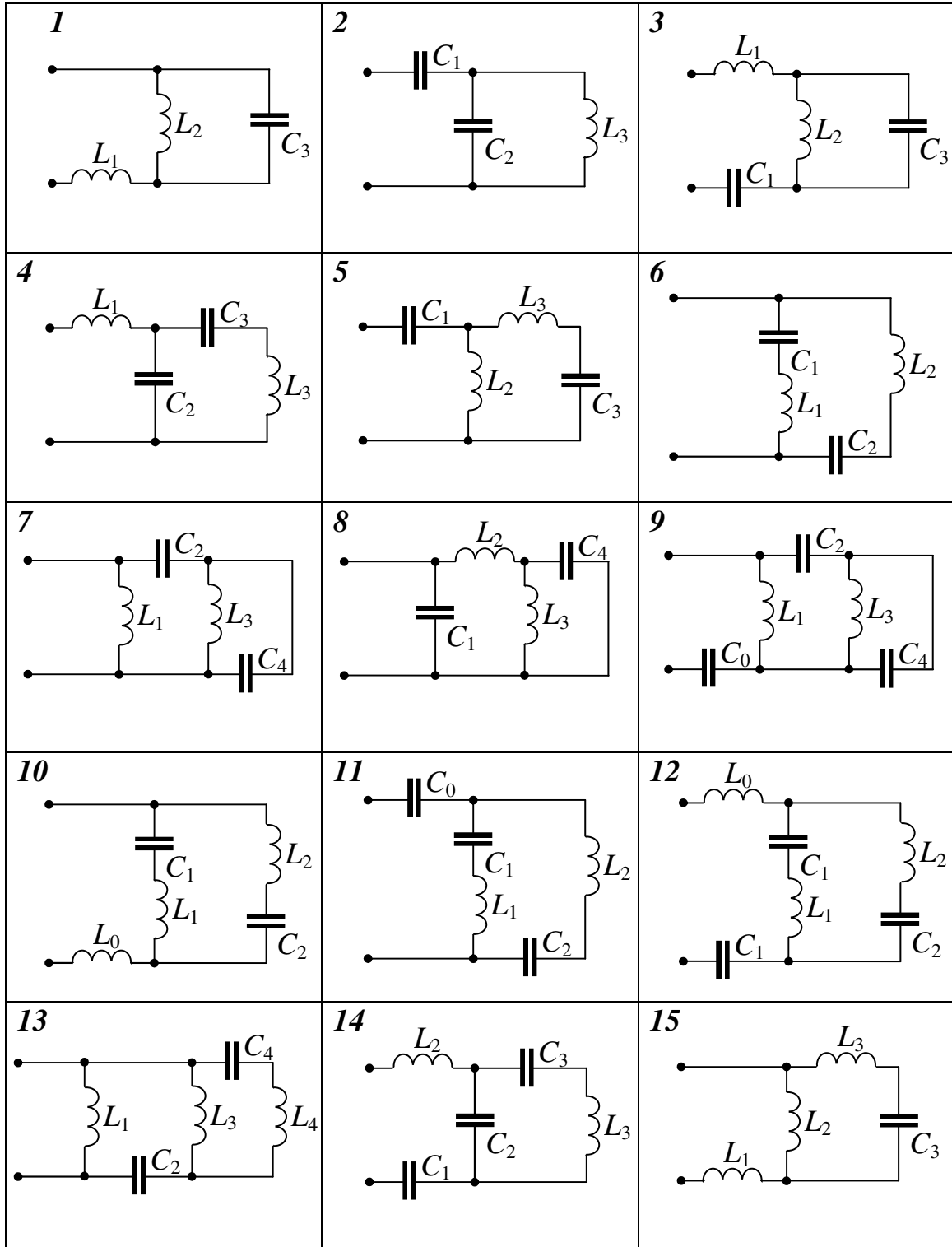
**Задание 2-9.** Определить показания вольтметра. Сопротивления элементов заданы в омах, параметры источников в вольтах или амперах.

<p><b>1</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 15; \omega L_3 = 20; \omega M = 10;</math>  <math>J_1 = 10; \frac{1}{\omega C_2} = 25</math></p>	<p><b>2</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 40; \omega L_2 = 50; \omega M = 40;</math>  <math>E_1 = 100; R_3 = 30</math></p>	<p><b>3</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 40; \omega L_3 = 90; k = 0,5;</math>  <math>E_2 = 80; \frac{1}{\omega C_1} = 80</math></p>
<p><b>4</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 70; \omega L_2 = 30; \omega M = 30;</math>  <math>E_2 = 200; R_1 = 30</math></p>	<p><b>5</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 40; \omega L_2 = 40; k = 0,5;</math>  <math>E_1 = 100; R_1 = 40; \frac{1}{\omega C_3} = 10</math></p>	<p><b>6</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 20; \omega L_2 = 40; \omega M = 20;</math>  <math>E_2 = 50; R_1 = 30; \frac{1}{\omega C_2} = 60</math></p>
<p><b>7</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 240; \omega L_2 = 60; k = 0,5;</math>  <math>J_1 = 4; R_3 = 80; \frac{1}{\omega C_2} = 40</math></p>	<p><b>8</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 100; \omega L_2 = 20; \omega M = 20;</math>  <math>E_2 = 100; R_1 = 80; \frac{1}{\omega C_1} = 20</math></p>	<p><b>9</b></p>  <p><math>\omega L_2 = 80; \omega L_3 = 80; k = 0,25;</math>  <math>E_1 = 300; R_1 = 60</math></p>
<p><b>10</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 50; \omega L_2 = 60; \omega M = 30;</math>  <math>J_1 = 4; R_3 = 40; \frac{1}{\omega C_1} = 40</math></p>	<p><b>11</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 60; \omega L_3 = 40; \omega M = 20;</math>  <math>E_2 = 200; R_1 = 30; \frac{1}{\omega C_2} = 20</math></p>	<p><b>12</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 60; \omega L_2 = 40; \omega M = 20;</math>  <math>E_2 = 60; R_1 = 30; \frac{1}{\omega C_2} = 60</math></p>

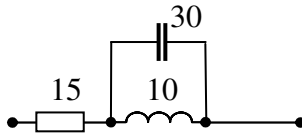
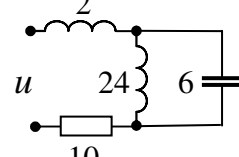
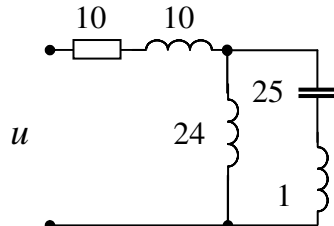
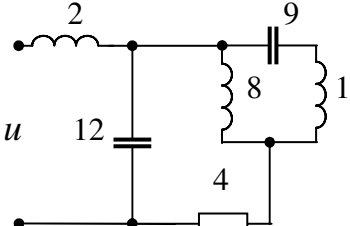
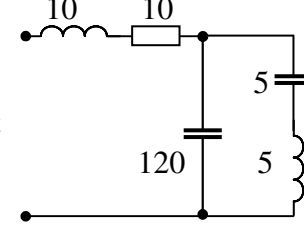
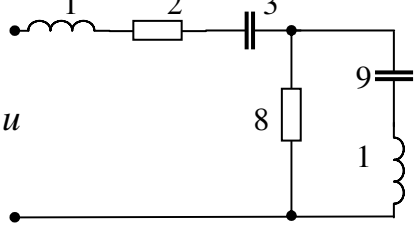

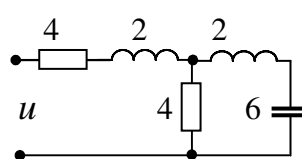
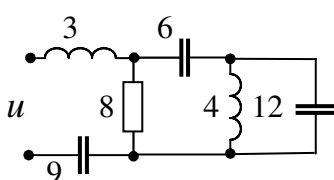
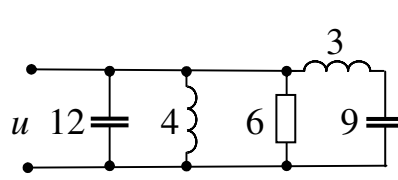
<p><b>13</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 50; \omega L_3 = 20; \omega M = 10;</math>  <math>E_1 = 50; \frac{1}{\omega C_2} = 25</math></p>	<p><b>14</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 60; \omega L_2 = 80; \omega M = 40;</math>  <math>J_1 = 4; R_3 = 30</math></p>	<p><b>15</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 40; \omega L_3 = 90; k = 0,5;</math>  <math>E_2 = 120; \frac{1}{\omega C_1} = 80</math></p>
<p><b>16</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 15; \omega L_2 = 45; \omega M = 10;</math>  <math>E_2 = 200; R_1 = 60</math></p>	<p><b>17</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 50; \omega L_2 = 50; k = 0,2;</math>  <math>E_1 = 150; R_1 = 30; \frac{1}{\omega C_3} = 10</math></p>	<p><b>18</b></p>  <p><math>\omega L_0 = 30; \omega L_2 = 45; \omega M = 10;</math>  <math>E_2 = 130; R_1 = 60; \frac{1}{\omega C_1} = 80</math></p>
<p><b>19</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 60; \omega L_2 = 240; k = 0,5;</math>  <math>E_1 = 200; R_3 = 80; \frac{1}{\omega C_2} = 120</math></p>	<p><b>20</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 100; \omega L_2 = 20; \omega M = 20;</math>  <math>J_2 = 3; R_1 = 80; \frac{1}{\omega C_1} = 20</math></p>	<p><b>21</b></p>  <p><math>\omega L_2 = 45; \omega L_3 = 50; \omega M = 35;</math>  <math>E_1 = 300; R_2 = 60</math></p>
<p><b>22</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 50; \omega L_2 = 60; \omega M = 30;</math>  <math>J_3 = 5; R_1 = 40; \frac{1}{\omega C_1} = 50</math></p>	<p><b>23</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 80; \omega L_3 = 20; \omega M = 20;</math>  <math>E_2 = 200; R_3 = 40; \frac{1}{\omega C_2} = 50</math></p>	<p><b>24</b></p>  <p><math>\omega L_1 = 50; \omega L_2 = 90; \omega M = 30;</math>  <math>E_2 = 260; R_1 = 50; \frac{1}{\omega C_1} = 80</math></p>

### 3. Частотные характеристики электрических цепей

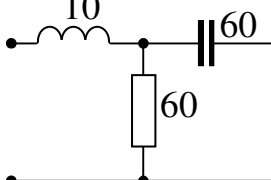
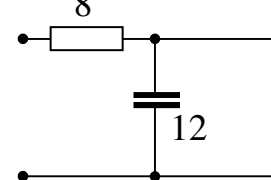
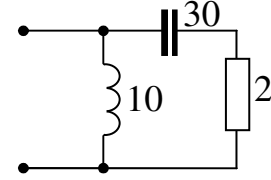
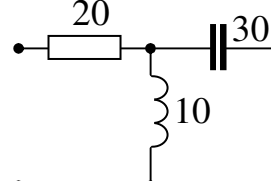
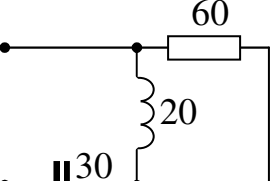
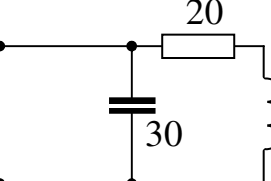
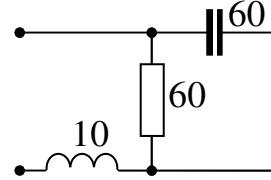
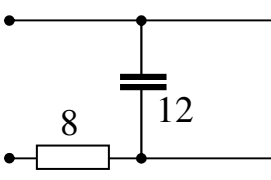
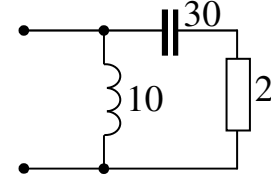
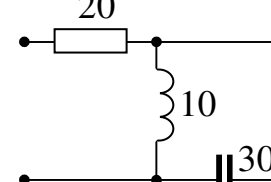
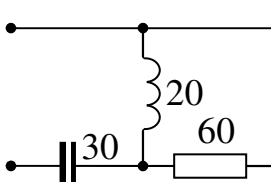
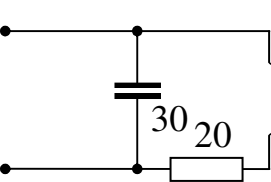
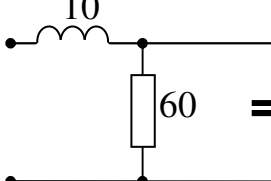
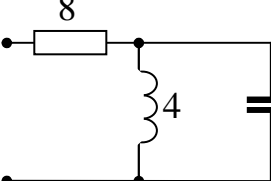
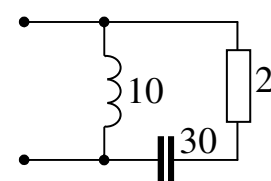
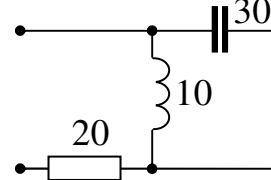
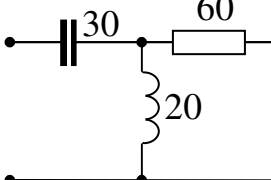
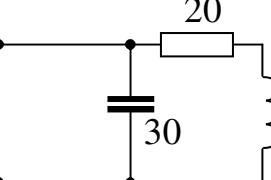
**Задание 3-1.** Построить зависимость реактивного сопротивления цепи от частоты. Определить полюсы и нули функции  $X(\omega)$



**Задание 3-2.** Определить мгновенные и действующие значения всех токов и активную мощность. (Сопротивления ветвей заданы в омах для первой гармоники).

<p><b>1</b></p>  <p><math>u = 15 + 60\sin\omega t + 30\sqrt{2}\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>2</b></p>  <p><math>u = 8 + 60\sin\omega t + 12\sin 2\omega t + 10\sin 4\omega t</math></p>
<p><b>3</b></p>  <p><math>u = 100 + 240\sin\omega t + 100\sin 5\omega t</math></p>	<p><b>4</b></p>  <p><math>u = 20 + 200\sin\omega t + 20\sin(3\omega t - \pi/2)</math></p>
<p><b>5</b></p>  <p><math>u = 100 + 200\sin\omega t + 100\sin 5\omega t</math></p>	<p><b>6</b></p>  <p><math>u = 60 + 120\sin\omega t + 80\sin(3\omega t - \pi/4)</math></p>
<p><b>7</b></p>  <p><math>u = 6 + 6\sin\omega t + 6\sin 2\omega t + 6\sin 4\omega t</math></p>	<p><b>8</b></p>  <p><math>u = 32 + 120\sin\omega t + 100\sin(3\omega t - \pi/2)</math></p>
<p><b>9</b></p>  <p><math>u = 12 + 60\sin(\omega t + \pi/2) + 20\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>10</b></p>  <p><math>u = 60\sin\omega t + 30\sin(3\omega t - \pi/4)</math></p>

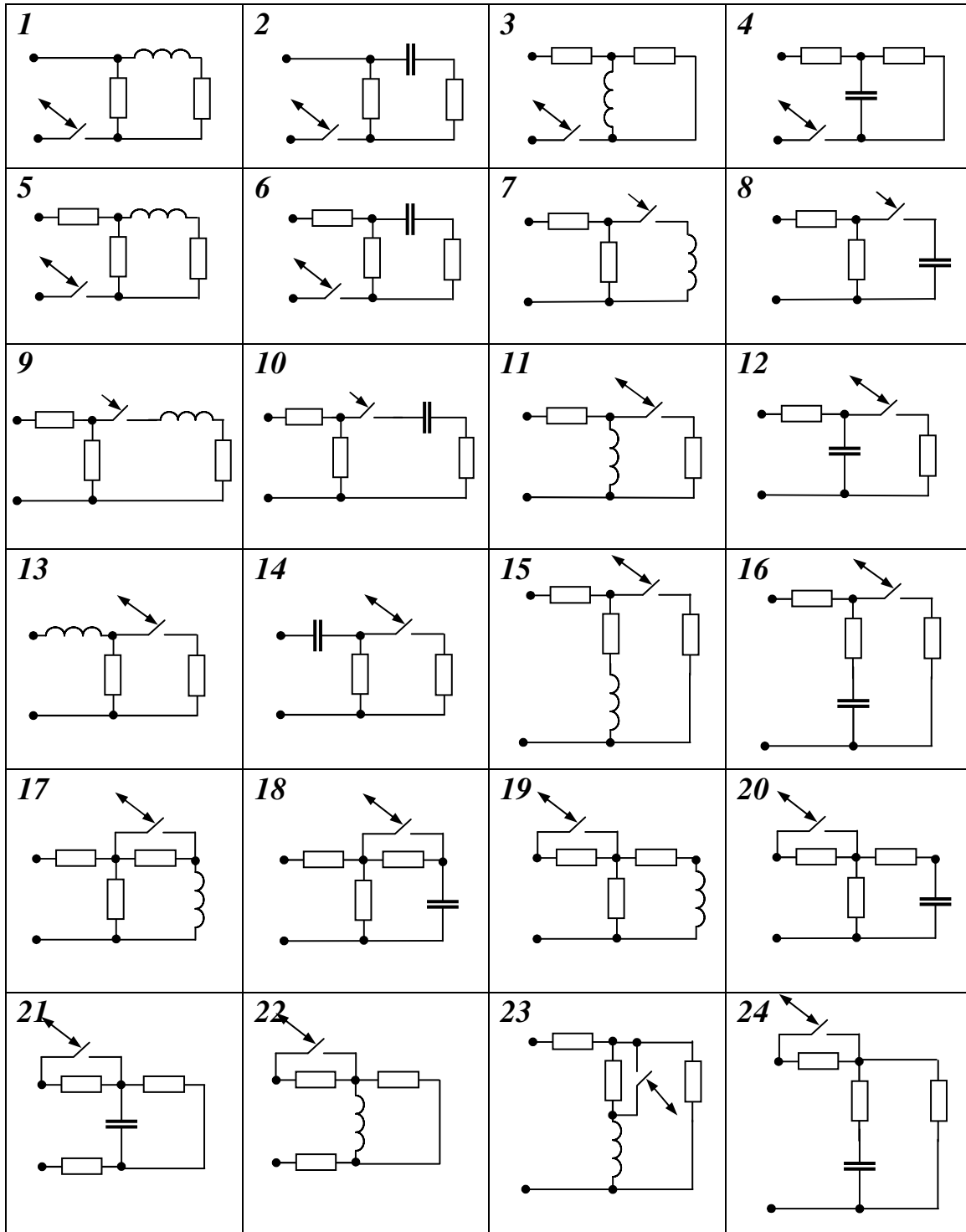
**Задание 3-3.** Определить по указанию преподавателя токи и напряжения в цепи. (Параметры элементов ветвей заданы в омах для первой гармоники)

<p><b>1</b></p>  <p><math>u_C = 60\sin\omega t + 20\sin(3\omega t - 60^\circ)</math></p>	<p><b>2</b></p>  <p><math>i_L = 6\sin\omega t + 2\sin(3\omega t + 30^\circ)</math></p>	<p><b>3</b></p>  <p><math>i_C = 3\sin(\omega t + 60^\circ) + 4\sin 3\omega t</math></p>
<p><b>4</b></p>  <p><math>u_{Bx} = 150\sin(\omega t + 60^\circ) + 50\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>5</b></p>  <p><math>u_R = 120\sin\omega t + 60\sin(3\omega t + 90^\circ)</math></p>	<p><b>6</b></p>  <p><math>u_L = 40\sin\omega t + 60\sin(3\omega t + 30^\circ)</math></p>
<p><b>7</b></p>  <p><math>i_C = 4\sin\omega t + 3\sin(3\omega t + 60^\circ)</math></p>	<p><b>8</b></p>  <p><math>u_L = 24\sin(\omega t + 30^\circ) + 12\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>9</b></p>  <p><math>u_C = 60\sin(\omega t - 60^\circ) + 10\sin 3\omega t</math></p>
<p><b>10</b></p>  <p><math>i_R = 5\sin(\omega t + 45^\circ) + 2\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>11</b></p>  <p><math>i_L = 6\sin\omega t + 60\sin(3\omega t + 90^\circ)</math></p>	<p><b>12</b></p>  <p><math>u_C = 120\sin(\omega t - 45^\circ) + 30\sin 3\omega t</math></p>
<p><b>13</b></p>  <p><math>i_R = 3\sin\omega t + 2\sin(3\omega t - 45^\circ)</math></p>	<p><b>14</b></p>  <p><math>u_C = 60\sin(\omega t - 30^\circ) + 12\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>15</b></p>  <p><math>i_L = 6\sin(\omega t + 60^\circ) + 4\sin 3\omega t</math></p>
<p><b>16</b></p>  <p><math>u_{Bx} = 50\sin(\omega t + 30^\circ) + 100\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>17</b></p>  <p><math>i_R = 2\sin(\omega t - 60^\circ) + 60\sin 3\omega t</math></p>	<p><b>18</b></p>  <p><math>i_L = 6\sin\omega t + 2\sin(3\omega t + 30^\circ)</math></p>



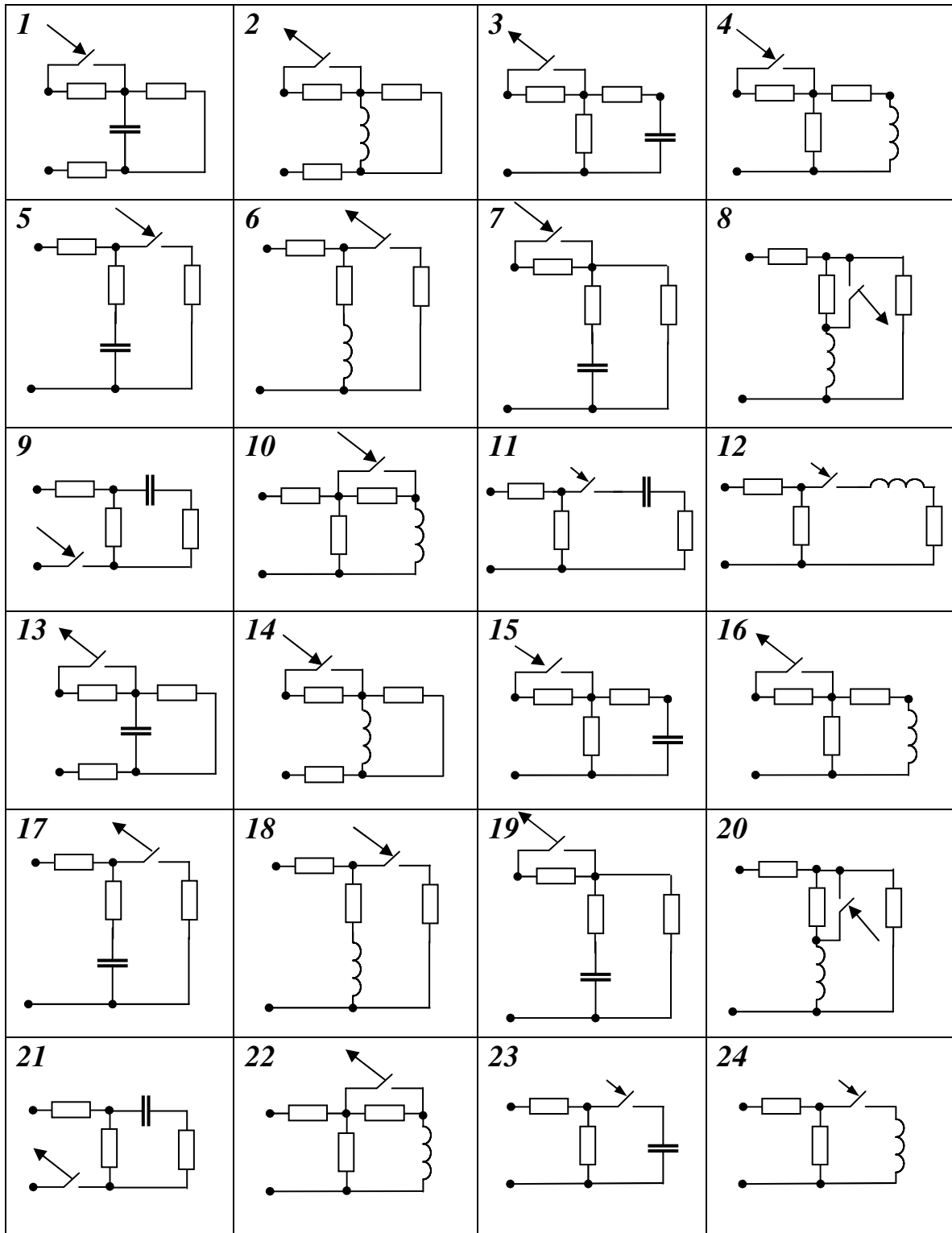
#### 4. Переходные процессы в линейных электрических цепях

**Задание 4-1.** Построить в переходных процессах графики всех токов, а также напряжений на реактивных элементах. Для следующих вариантов  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $L = 600 \text{ мГн}$ ,  $C = 40 \text{ мкФ}$ ,  $U = 120 \text{ В}$ .

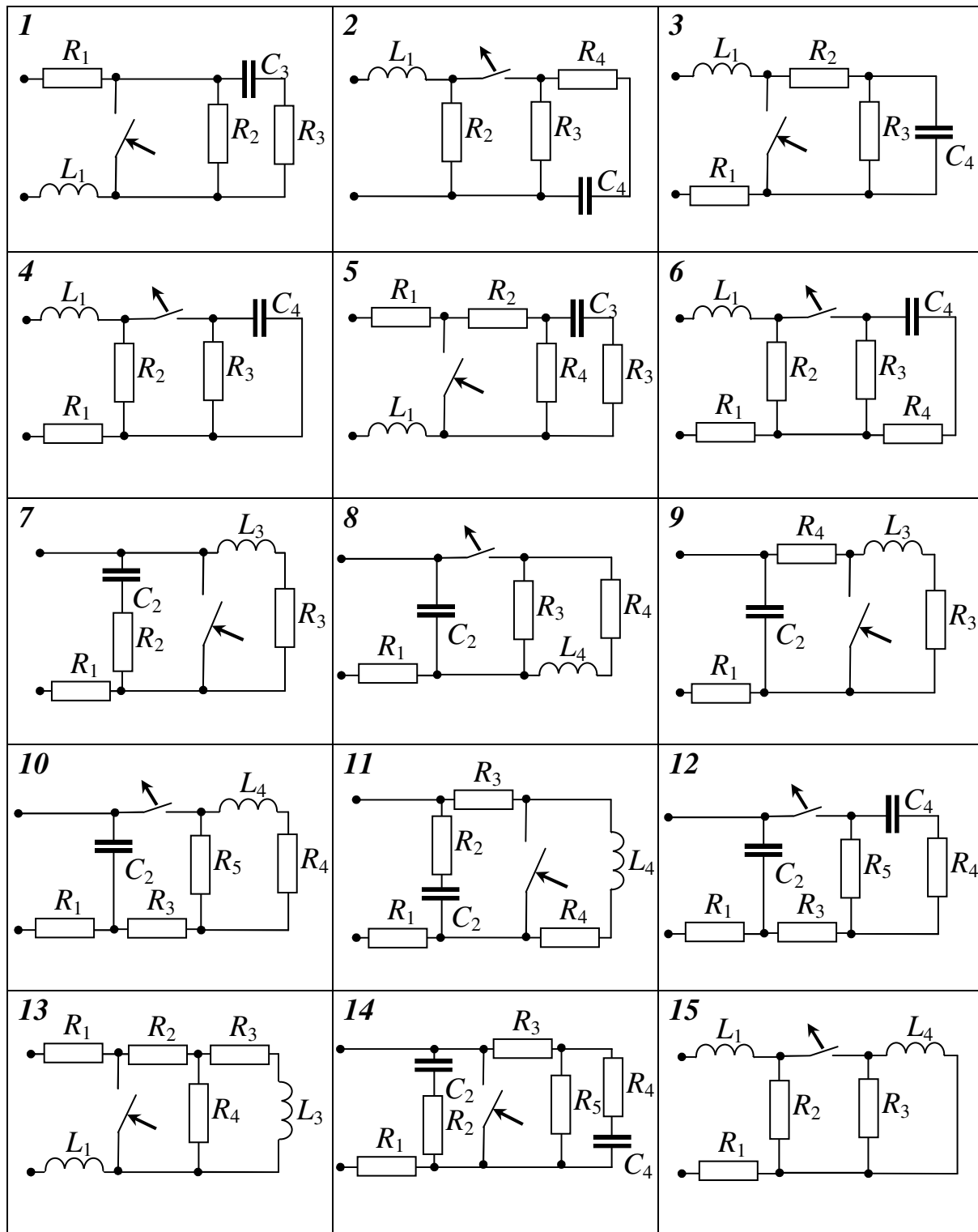


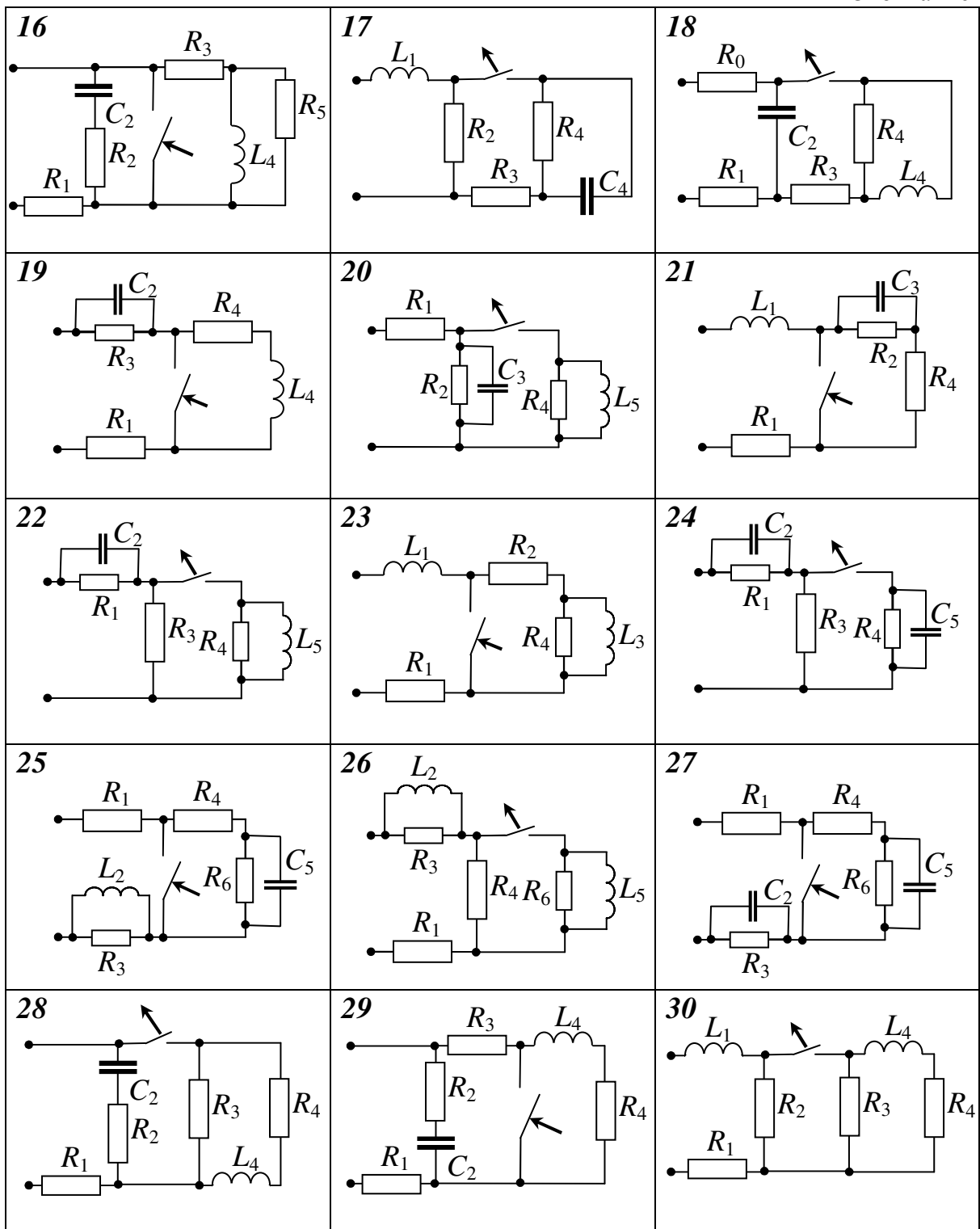
Для данных вариантов  $R = 6 \text{ Ом}$ ,  $L = 360 \text{ мГн}$ ,  $C = 200 \text{ мкФ}$ ,  $U = 72 \text{ В}$ .

Окончание

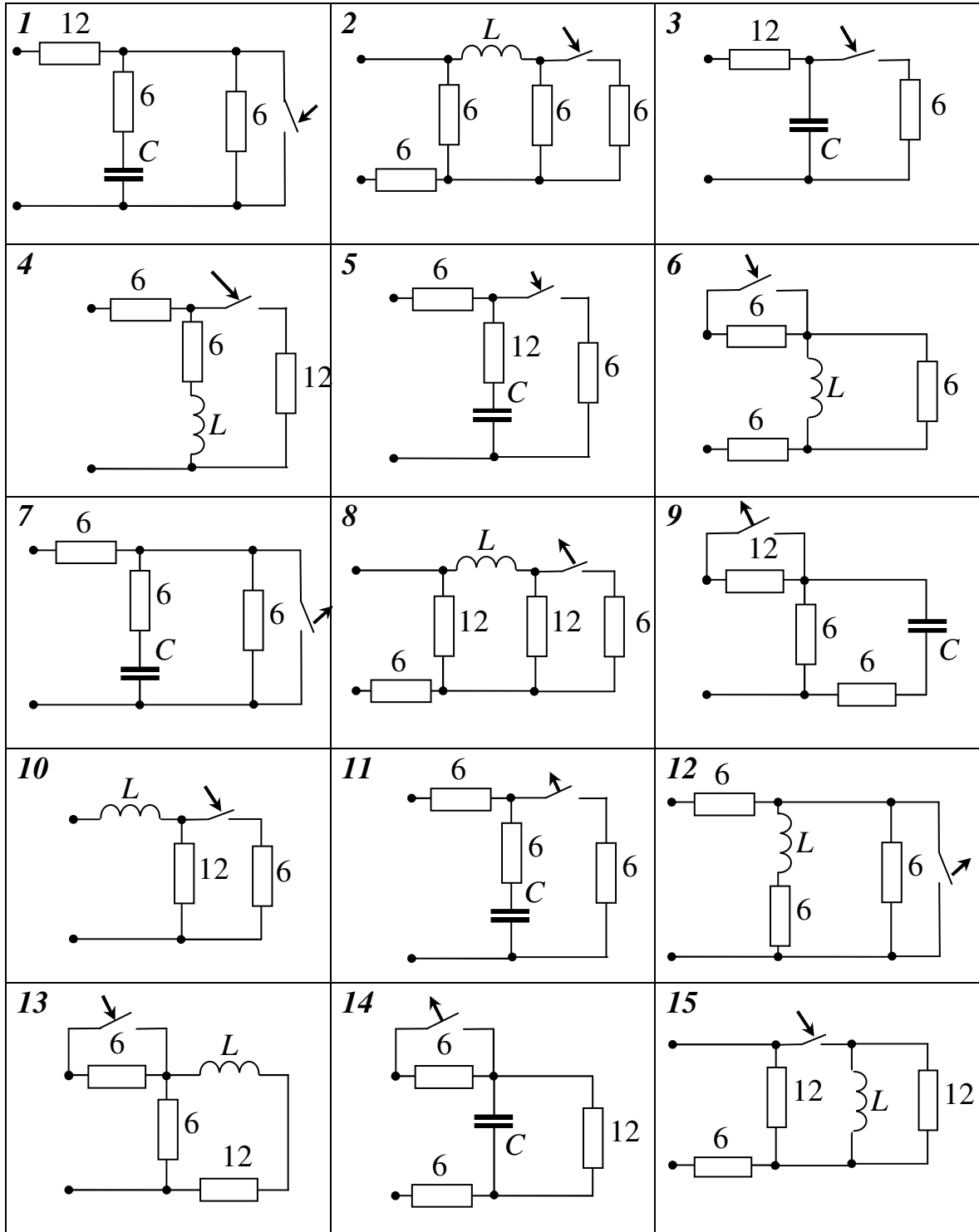


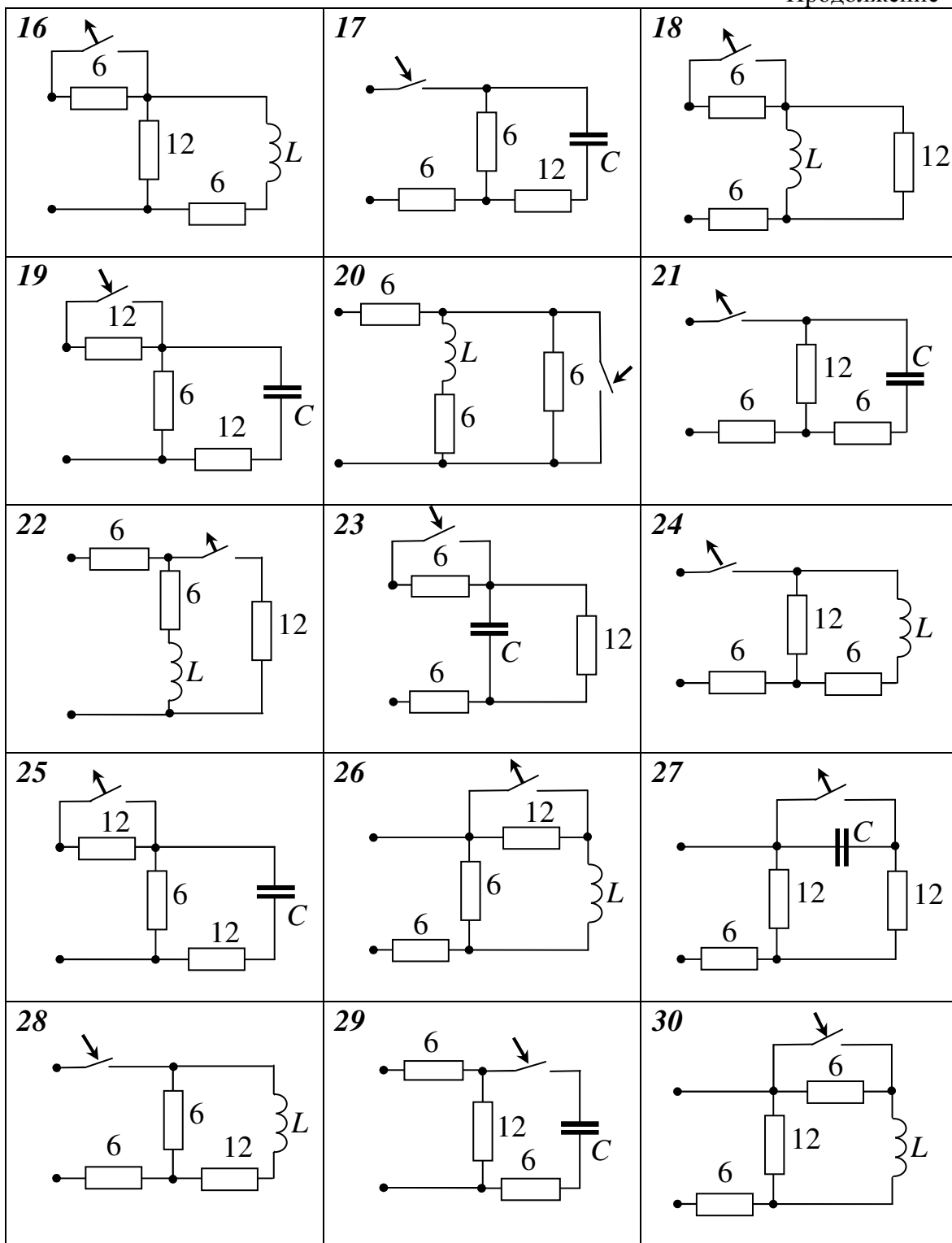
**Задание 4-2.** Построить графики всех токов, а также напряжений на реактивных элементах в переходном процессе. Сопротивления резисторов  $R_k = 6 \text{ Ом}$ , входное напряжение  $U = 360 \text{ В}$

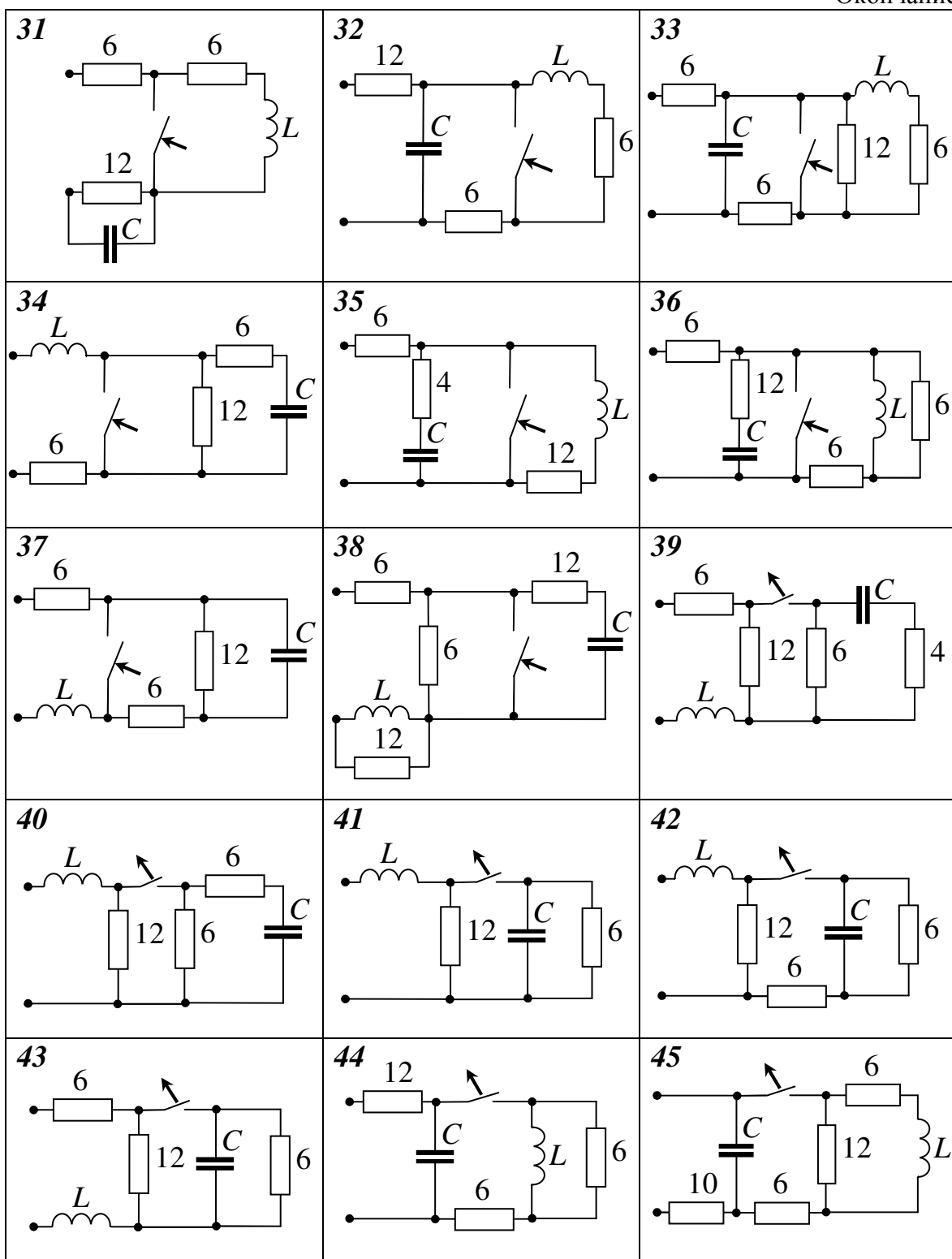




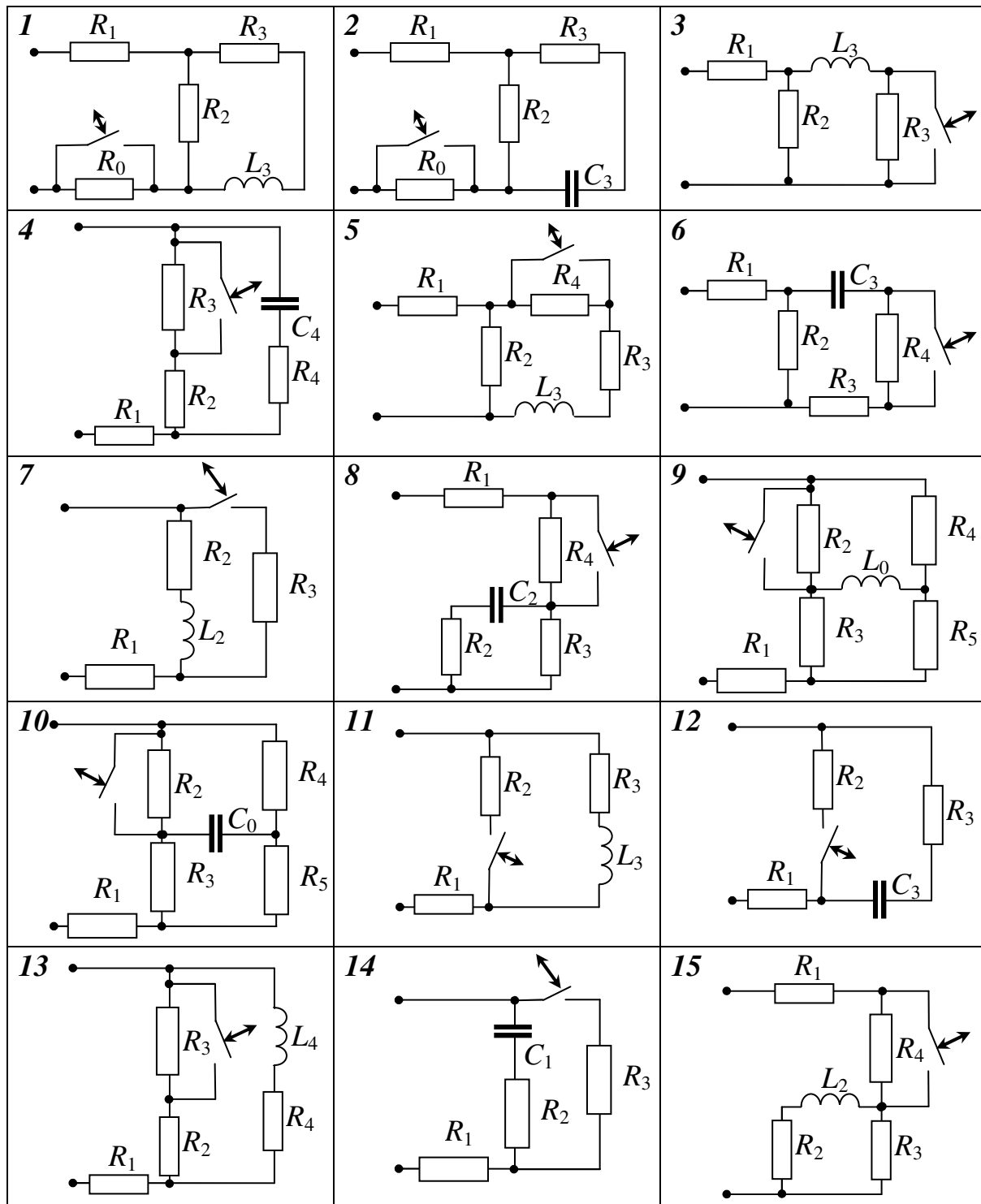
**Задание 4-3.** Построить графики токов в переходном процессе без составления уравнений. Найти  $\tau$  – постоянную времени переходного процесса. Для всех вариантов  $U = 360$  В,  $C = 500$  мкФ,  $L = 180$  мГн  
сопротивления на схеме указаны в омах.





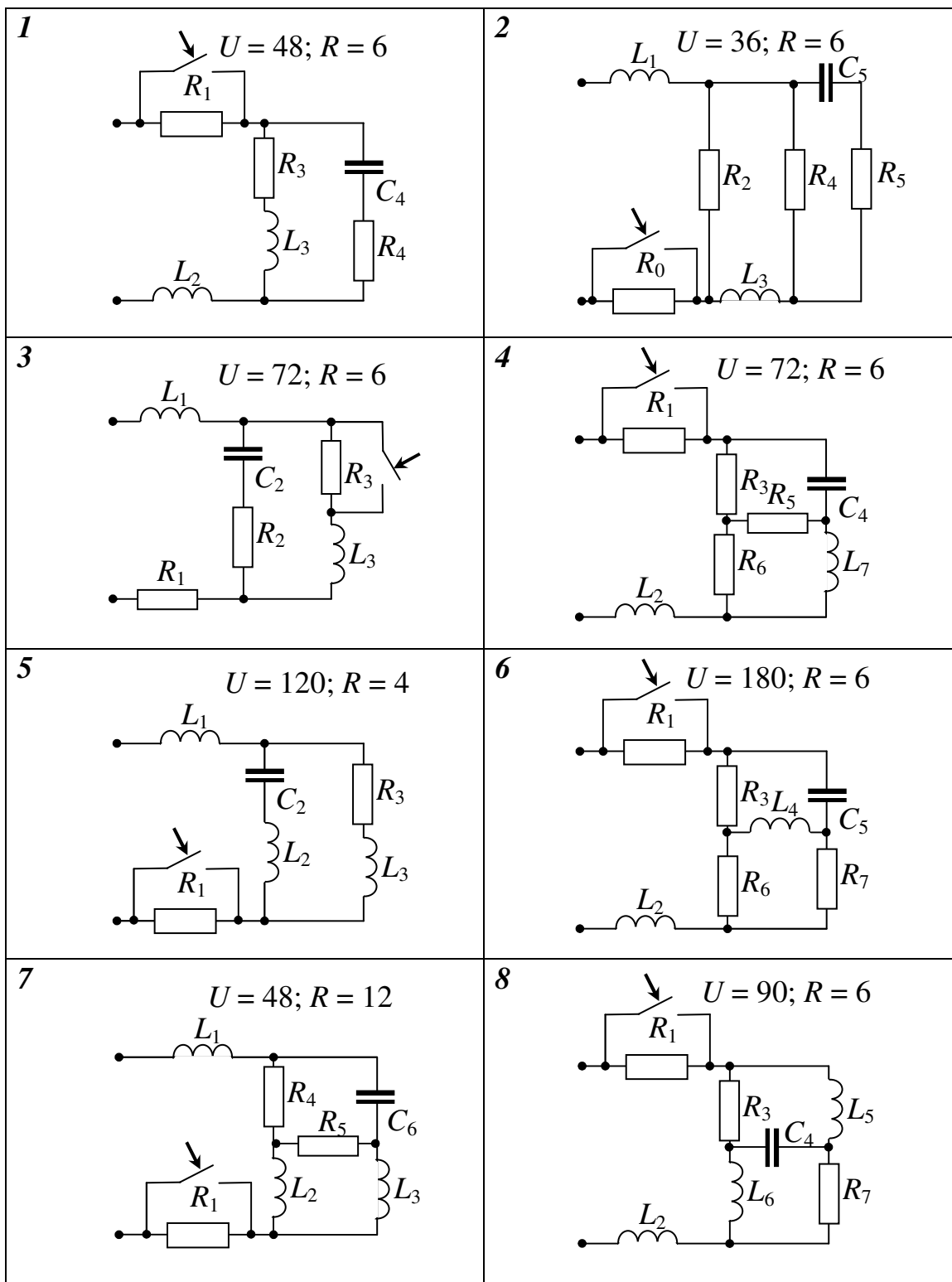


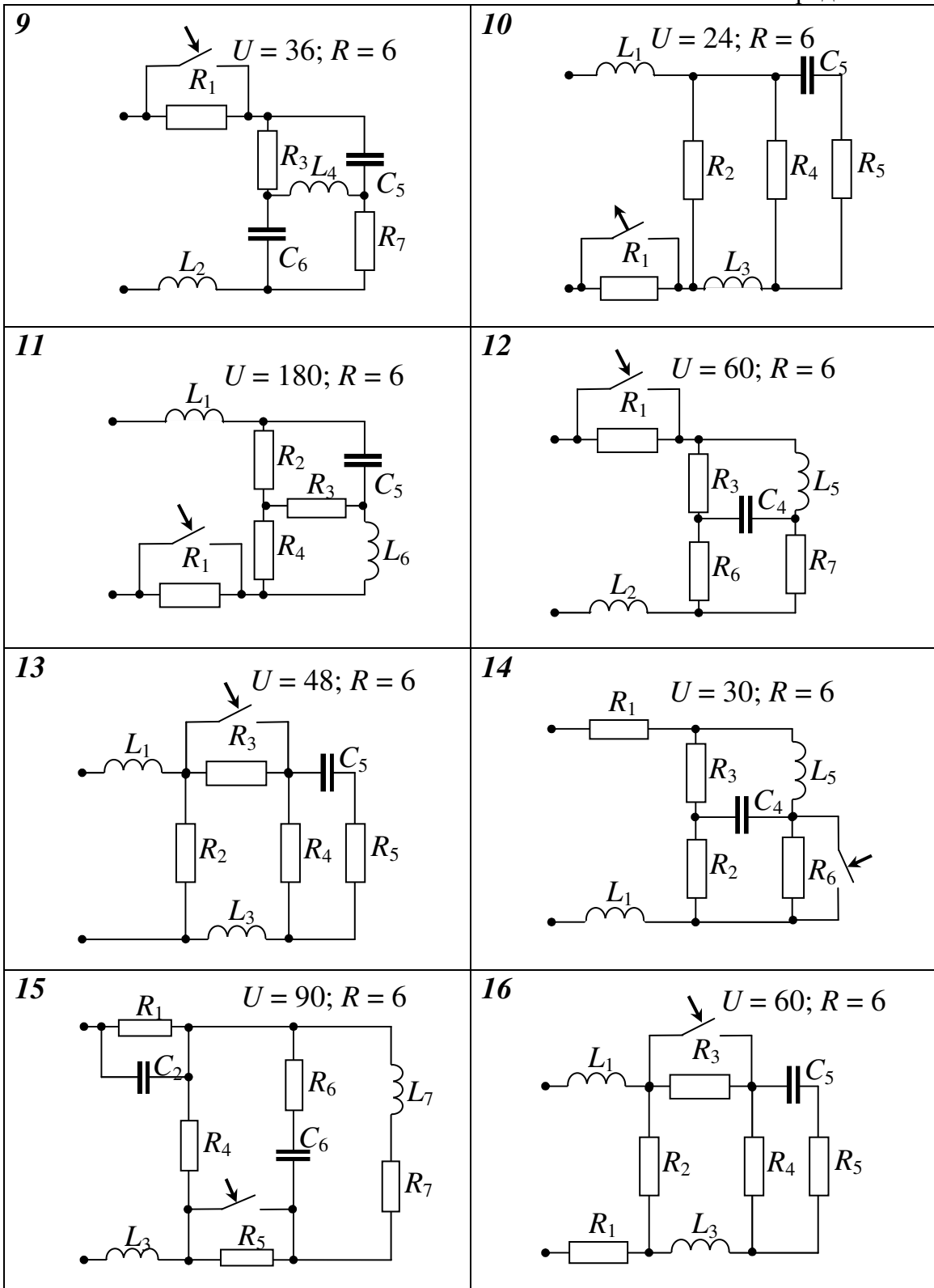
**Задание 4-4.** В заданной цепи определить начальные условия, а также установившиеся значения токов в ветвях. (Входное напряжение  $U = 180 \text{ В}$ , каждое сопротивление  $R_k = 6 \text{ Ом}$ )

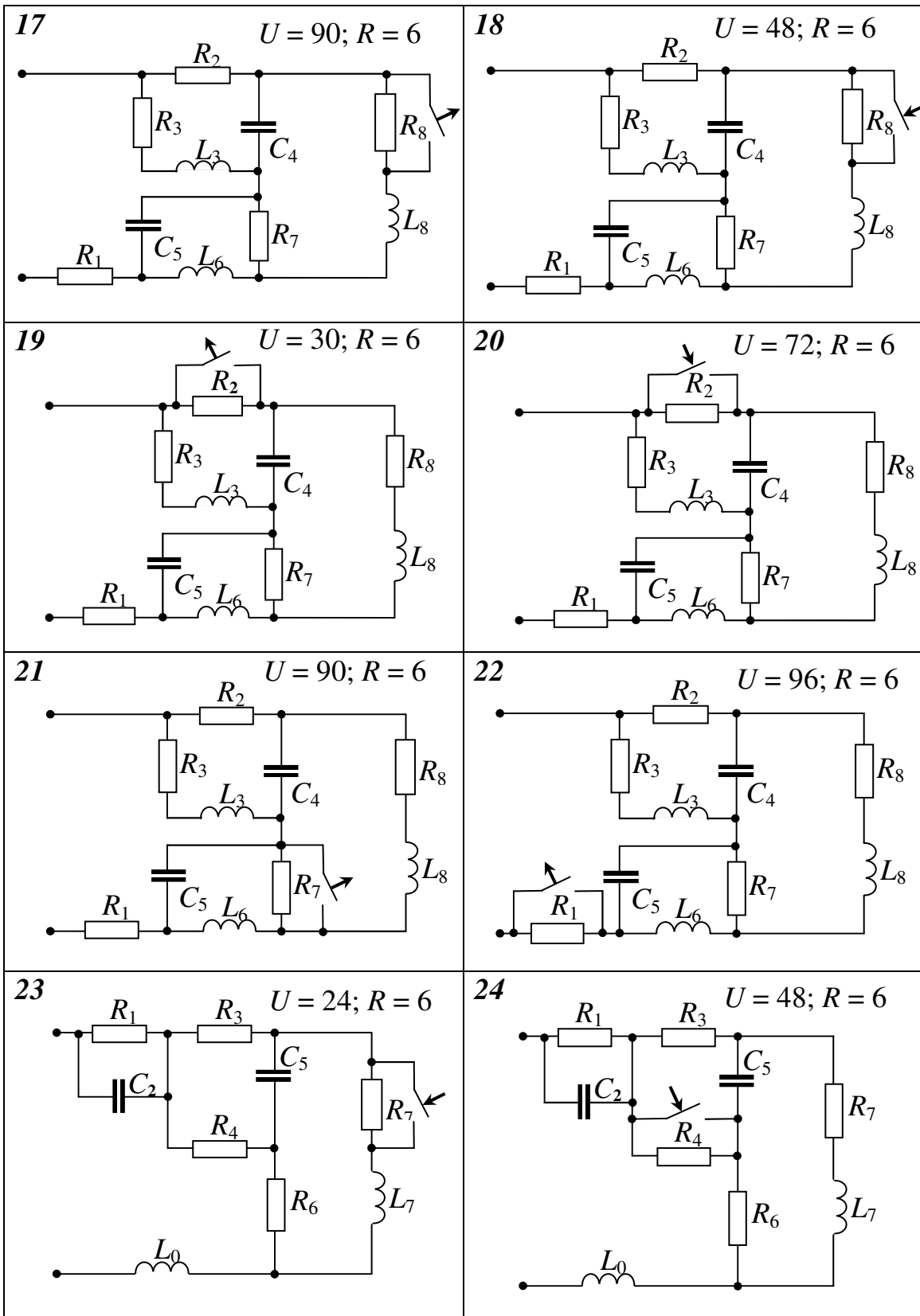




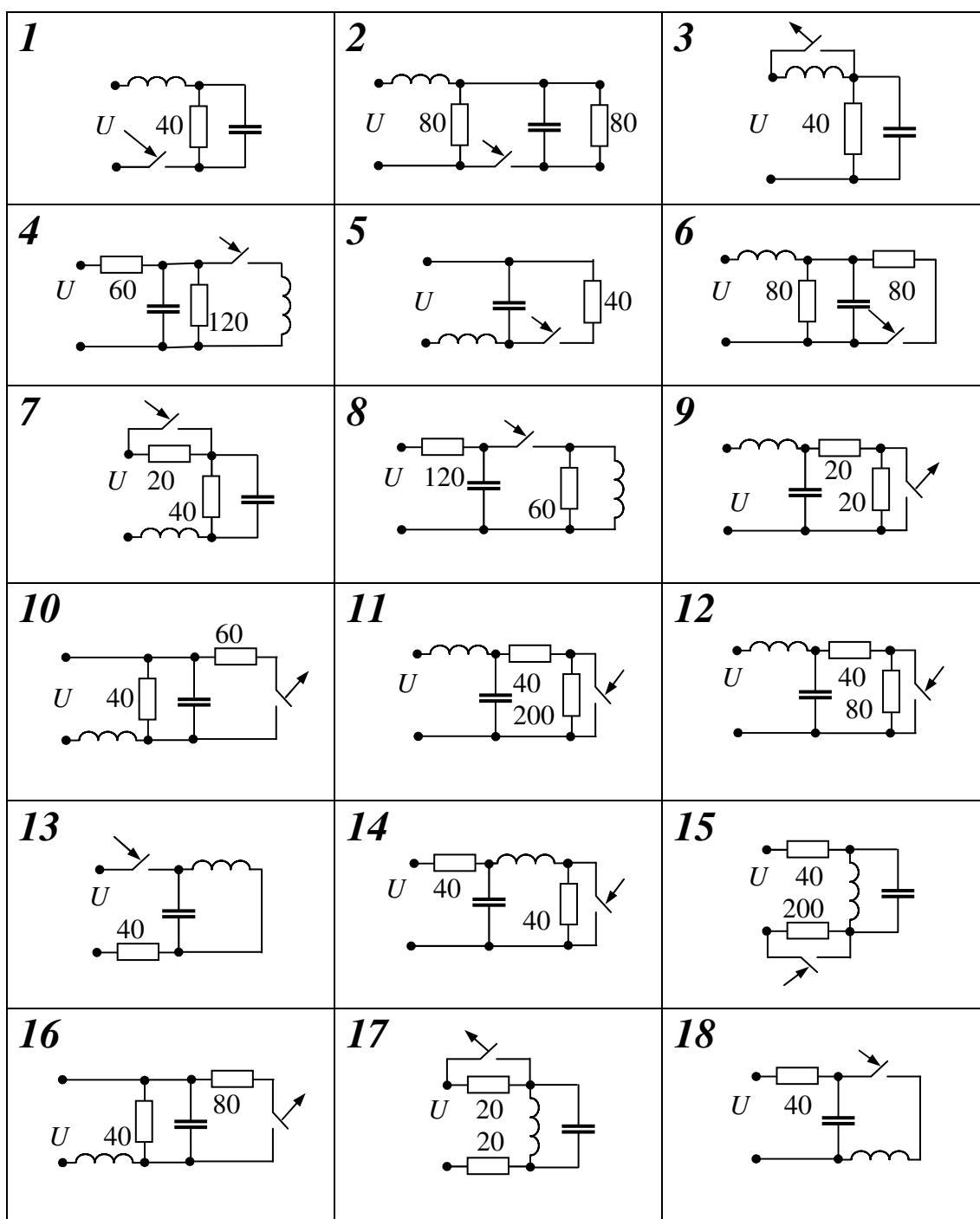
**Задание 4-5.** Определить начальные условия. Напряжения заданы в вольтах, сопротивления – в омах





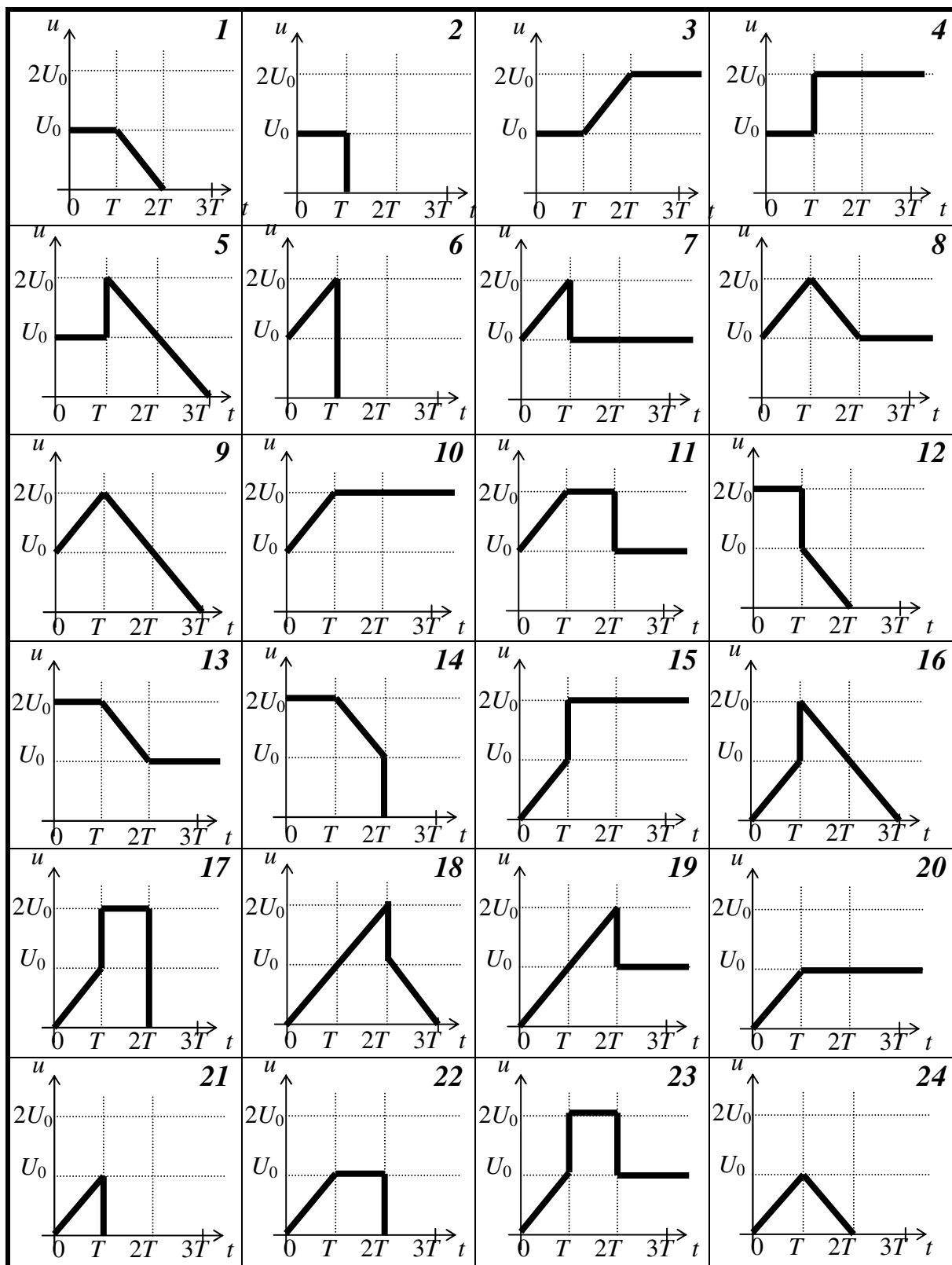


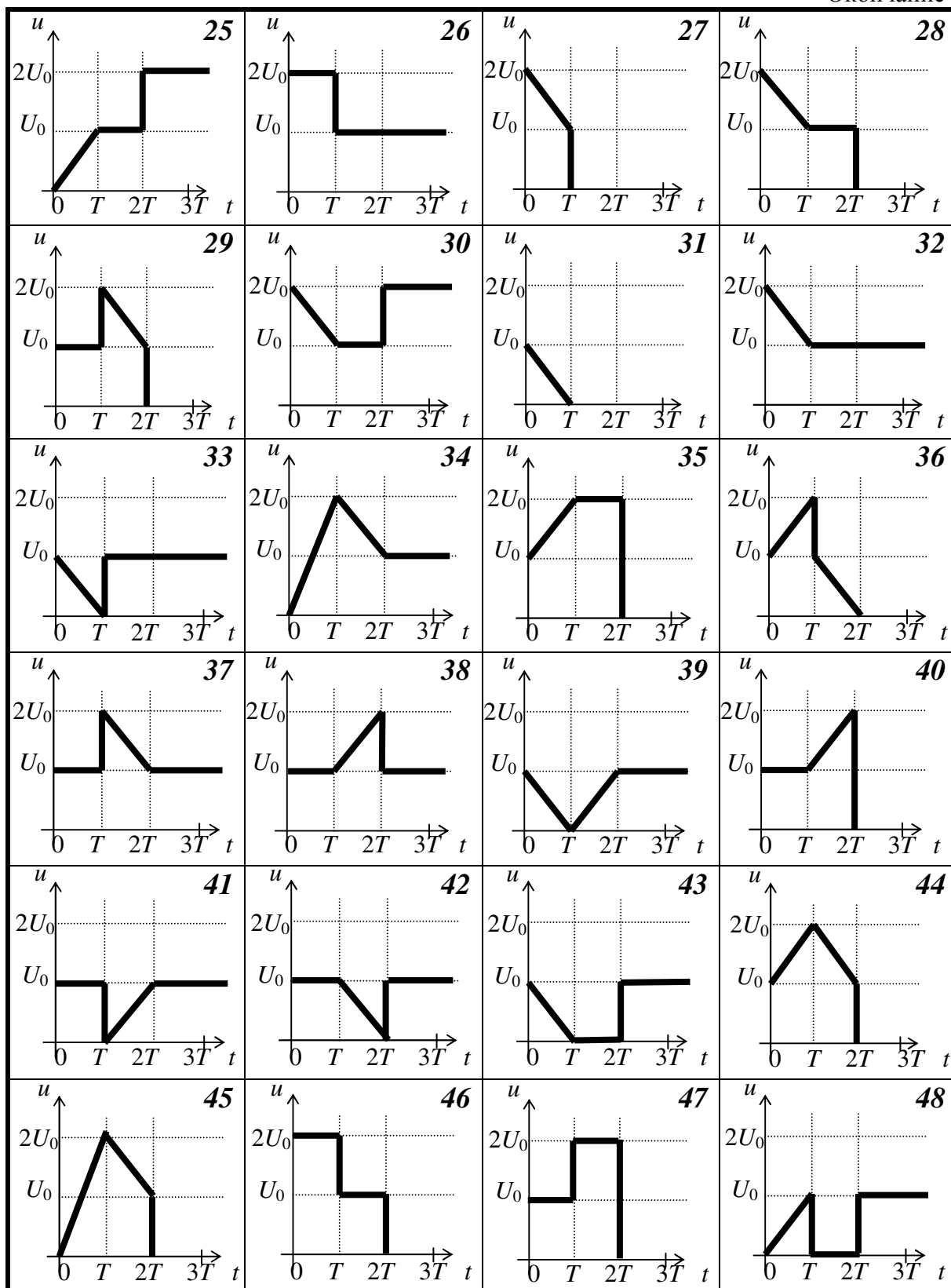
**Задание 4-6.** Рассчитать и построить зависимости от времени всех токов, а также напряжений на реактивных элементах в переходном процессе. Для всех вариантов  $U = 240$  В,  $L = 0,25$  Гн,  $C = 25$  мкФ. Сопротивления резисторов указаны на схеме в омах



<p><b>19</b></p>	<p><b>20</b></p>	<p><b>21</b></p>
<p><b>22</b></p>	<p><b>23</b></p>	<p><b>24</b></p>
<p><b>25</b></p>	<p><b>26</b></p>	<p><b>27</b></p>
<p><b>28</b></p>	<p><b>29</b></p>	<p><b>30</b></p>
<p><b>31</b></p>	<p><b>32</b></p>	<p><b>33</b></p>
<p><b>34</b></p>	<p><b>35</b></p>	<p><b>36</b></p>

**Задание 4-7.** Для заданного сигнала на входе цепи  $RC$  или  $RL$  записать выражение для определения тока на интервале от  $T$  до  $2T$

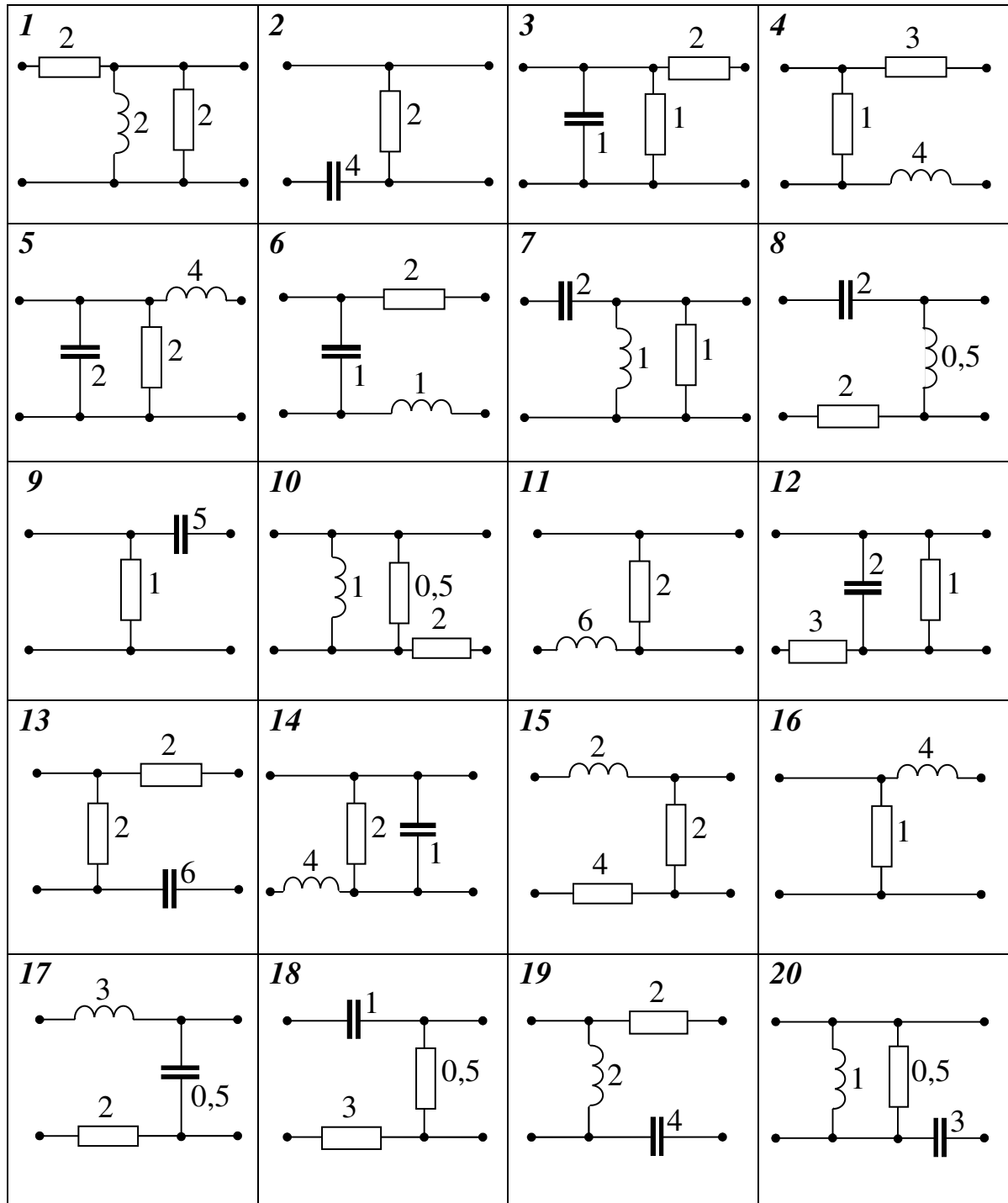




### 5. Пассивные четырехполюсники

**Задание 5-1.** Определить постоянные  $A; B; C; D$  четырехполюсника.

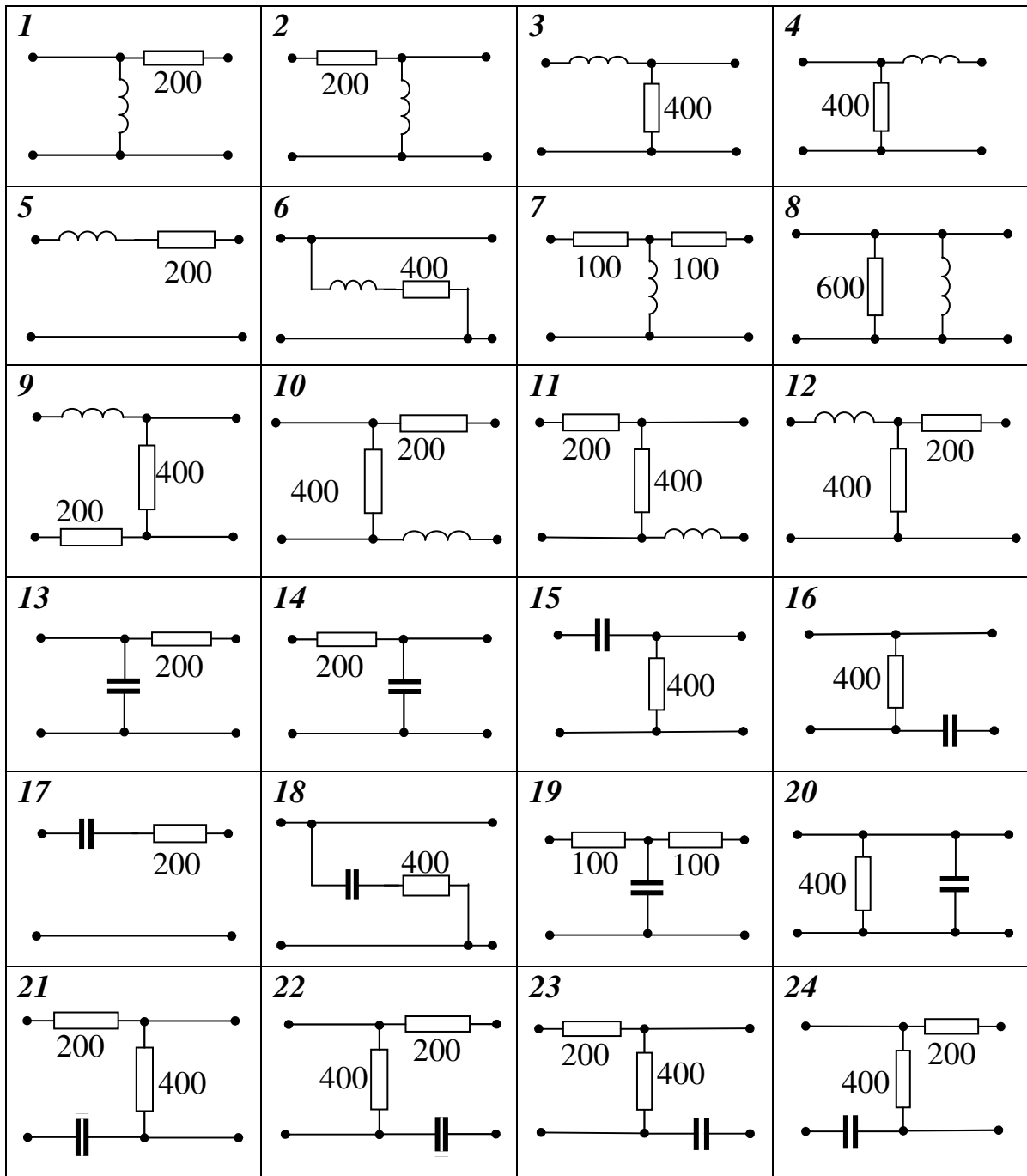
(Сопротивления ветвей заданы в омах).





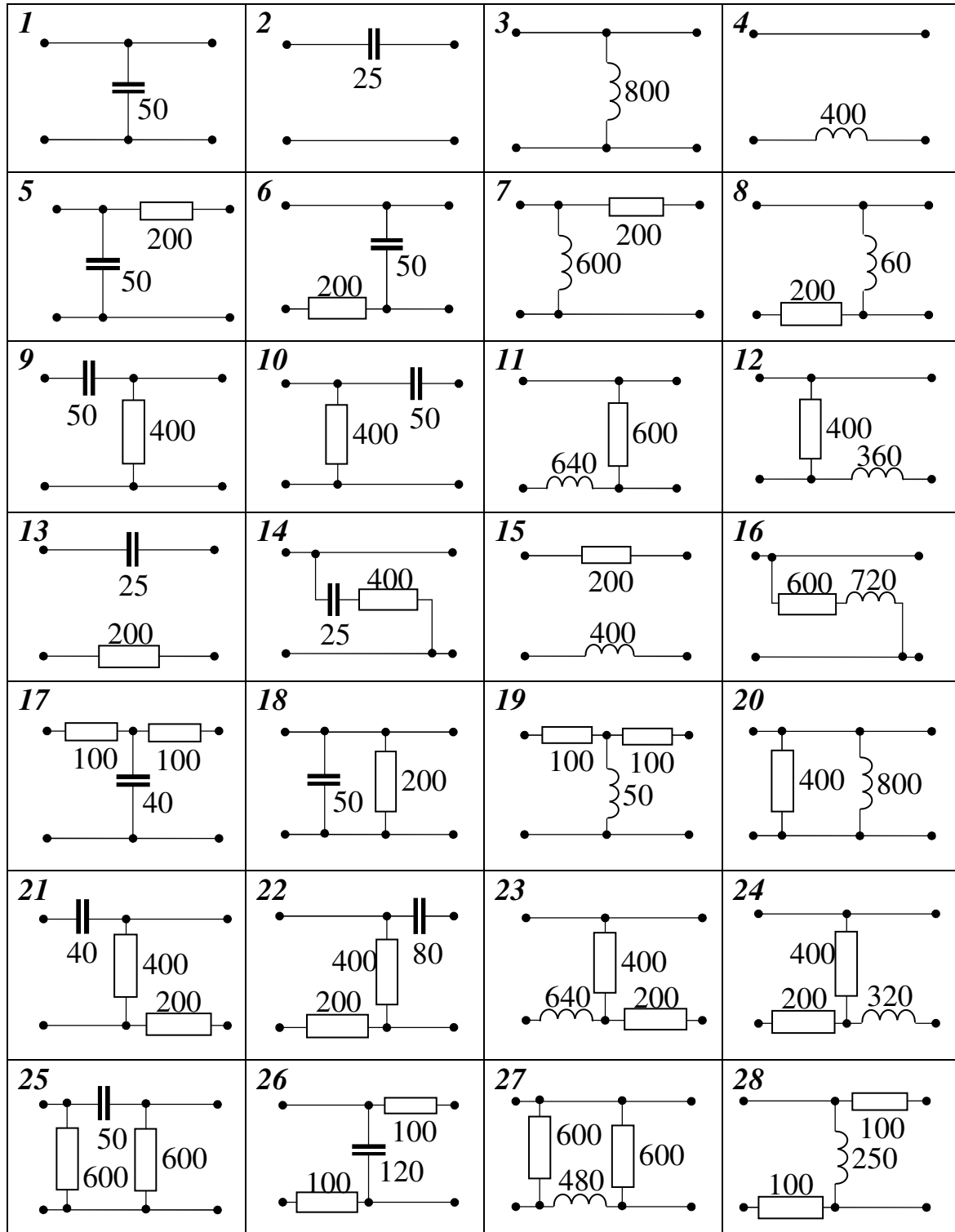
## 6. Электрические цепи с распределенными параметрами

**Задание 6-1.** Определить коэффициенты отражения и преломления волн на стыке двух линий с волновыми сопротивлениями по 400 Ом. (Для всех схем  $L = 720$  мГн,  $C = 50$  мкФ, сопротивления заданы в омах)



**Задание 6-2.** На стык двух линий с волновыми сопротивлениями  $Z$  по 400 Ом пришла прямая волна  $U_{\phi 1} = 360$  кВ. Записать мгновенные значения для отраженной и преломленной волн на стыке.

(Индуктивности заданы в мГн, емкости в мкФ, сопротивления омах)



## ПРАВИЛО ЗНАКОВ В ЦЕПЯХ СО ВЗАИМОИНДУКЦИЕЙ:

### 1. В уравнениях по второму закону Кирхгофа

Если **направления токов относительно маркировок** в двух индуктивно-связанных катушках ( $k$  и  $p$ ) **совпадают**, то напряжение взаимной индукции **на каждой катушке** ( $j\omega M_{kp} I_p$ ) входит в уравнения по второму закону Кирхгофа с тем же **знаком**, что и напряжение самоиндукции на этой катушке ( $j\omega L_k I_k$ ).

Если же **направления токов относительно маркировок** в двух индуктивно-связанных катушках катушках ( $k$  и  $p$ ) **не совпадают**, то напряжение взаимной индукции **на каждой катушке** ( $j\omega M_{kp} I_p$ ) входит в уравнения по второму закону Кирхгофа **со знаком, противоположным знаку** напряжения самоиндукции на этой катушке ( $j\omega L_k I_k$ ).

### 2. В методе контурных токов

Если **в контуре** имеется пара индуктивно-связанных катушек ( $k$  и  $p$ ), то **в собственном сопротивлении контура** появляется дополнительное слагаемое, равное **удвоенному сопротивлению** взаимной индукции этих катушек ( $2j\omega M_{kp}$ ) **со знаком плюс**, если катушки включены **согласованно по отношению к контурному току** этого контура, и со знаком минус, если катушки включены **встречно по отношению к контурному току**.

Если **в двух разных контурах** имеется пара индуктивно-связанных катушек ( $m$  и  $n$ ), то **во взаимном (общем) сопротивлении** этих контуров появляется дополнительное слагаемое, равное сопротивлению взаимной индукции этих катушек ( $j\omega M_{mn}$ ) **со знаком плюс**, если контурные токи в этих катушках **направлены одинаково относительно маркировки катушек**, и со знаком минус, если контурные токи в этих катушках **направлены противоположно относительно маркировки катушек**.

### **Библиографический список**

1. Теоретические основы электротехники. Т. 1, 2 / К. С. Демирчян и др. – СПб. : Питер, 2003.
2. Новгородцев А. Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: учеб. пособие А. Б. Новгородцев – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006.
3. Виноградов С. Е. Электротехника и электроника. Часть 1. : учеб. пособие С. Е. Виноградов, Л. Я. Ладанюк – 2-е изд. – СПб . : Изд-во Политехн. ун-та, 2013.
4. Виноградов С. Е. Электротехника и электроника. Часть 2. : учеб. пособие С. Е. Виноградов, Л. Я. Ладанюк – СПб . : Изд-во Политехн. ун-та, 2008

*Виноградов Сергей Ефимович  
Ладанюк Людмила Ярославовна*

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА.**

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ.**

#### **ТЕСТОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ.**

Учебное пособие

Редактор *О. К. Чеботарева*  
Технический редактор *А. И. Колодяжная*

Оригинал-макет подготовлен авторами

Свод. темплан 2013 г.

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, т. 2; 95 3005 – учебная литература

---

Подписано в печать 17.01.2014  
Усл.печ.л. 2,75

Формат 60 x 84/16.  
Тираж 100. Заказ 25

---

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.  
Издательство Политехнического университета,  
член Издательско-полиграфической ассоциации университетов России.  
Адрес университета и издательства:  
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.