

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерный факультет

Кафедра технического обеспечения сельскохозяйственного производства  
и агрономии

**МАТЕРИАЛЫ**

**для обеспечения управляемой самостоятельной работы студентов**

Дисциплина ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Специальность 6-05-0714-02 Технология машиностроения,  
металлорежущие станки и инструменты

Семестр 4

Всего часов по дисциплине:

академических 136

аудиторных 84

Всего часов УСР 4

Составитель:

Доцент кафедры ТОСПиА

\_\_\_\_\_ И.В.Дубень

# 1 ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЛОК

## 1.1 План управляемой самостоятельной работы студентов

Темы УСР	Количество часов	Форма контроля
Расчет цепи постоянного тока методом контурных токов	2	Проверка задач в отчете по УСР
Расчет однофазной цепи переменного тока комплексным методом	2	Проверка задач в отчете по УСР

## 1.2 Рекомендации по выполнению заданий

Задания для самостоятельного выполнения приведены в разделе 2.

Вариант исходных данных соответствует номеру обучающегося в списке группы.

## 1.3 Требования к оформлению работ

Выполненные задания представляют собой решения всех задач в тетради в клетку, которые должны быть оформлены рукописным способом. Обязательно приводятся номер варианта исходных данных, схемы цепи и исходные данные согласно выполняемому варианту. Все расчетные формулы должны содержать наименования определяемых величин, расчетные формулы в общем виде, а также единицы измерения величин. Схемы и векторные диаграммы выполняются карандашом с соблюдением масштаба построений и норм ЕСКД. В конце решения задач приводятся численные ответы с указанием наименования, обозначения величин и единиц измерения.

## 1.4 Теоретические вопросы к изучению

Перед выполнением заданий необходимо изучить теоретический материал в конспектах лекций и литературных источниках по изучаемой дисциплине [2—4], а также ознакомиться с примерами решения задач [1].

## 1.5 Список рекомендуемых источников

1. Решение задач по расчёту электрических и магнитных цепей : практ. рук. для аудитор. и самостоят. работы студентов инженер. специальностей / сост. И. В. Дубень. — Барановичи : РИО БарГУ, 2013. — 134 с.

2. Рекус, Г. Г. Сборник задач и упражнений по электротехнике / Г. Г. Рекус. — М. : Высш. шк., 2001 г. — 416 с.

3. Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники : учебник / Е. А. Лоторейчук. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2004. — 316 с.

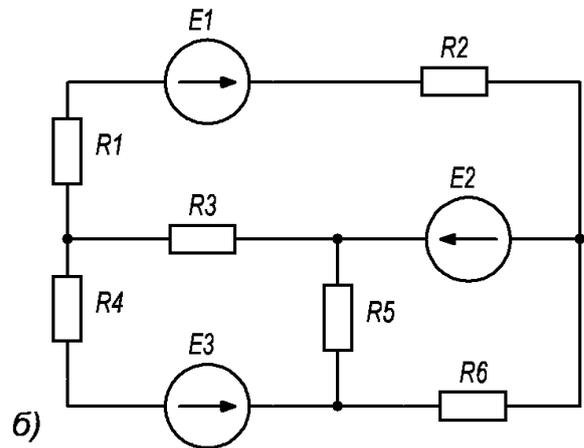
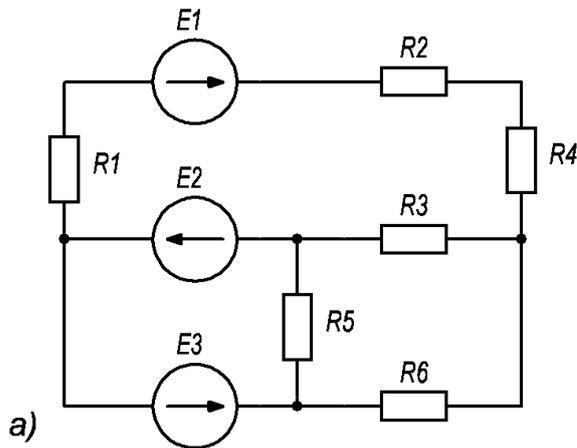
4. Иванов, И. И. Электротехника. Основные положения, примеры и задачи. / И. И. Иванов, А. Ф. Лукин, Г. И. Соловьев. — 3-е изд. — Спб.: Лань, 2004. — 192 с.

## 2 БЛОК ЗАДАНИЙ

### Задание №1

#### Расчет цепи постоянного тока методом контурных токов

При заданных параметрах элементов цепи определить токи в ветвях. Проверить правильность решения задачи по уравнению баланса мощности.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E_1, \text{В}$	10	13	14	15	14	13	12	11	10	12	12	13
$E_2, \text{В}$	15	14	13	12	11	10	11	13	13	14	15	16
$E_3, \text{В}$	20	10	18	10	16	17	15	15	18	10	20	19
$R_1, \text{Ом}$	5	6	10	12	7	8	5	6	9	11	8	4
$R_2, \text{Ом}$	8	8	12	7	3	5	6	9	11	8	4	7
$R_3, \text{Ом}$	10	12	7	8	8	6	9	4	8	4	7	4
$R_4, \text{Ом}$	12	7	3	5	6	9	3	8	4	7	4	10
$R_5, \text{Ом}$	7	3	5	6	9	10	8	4	7	4	10	3
$R_6, \text{Ом}$	3	5	6	9	11	8	4	7	4	10	3	9

Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$E_1, \text{В}$	10	15	14	15	14	13	12	11	10	12	12	13
$E_2, \text{В}$	15	20	13	12	11	10	11	13	13	14	15	16
$E_3, \text{В}$	20	10	18	10	16	17	15	15	18	10	20	19
$R_1, \text{Ом}$	5	6	9	11	8	4	5	6	8	10	7	8
$R_2, \text{Ом}$	6	9	10	8	4	7	6	9	12	7	8	5
$R_3, \text{Ом}$	9	12	8	4	7	4	10	12	7	3	5	6
$R_4, \text{Ом}$	11	8	4	7	4	11	12	7	3	5	6	9
$R_5, \text{Ом}$	8	4	7	4	9	3	7	3	5	6	9	11
$R_6, \text{Ом}$	4	7	4	10	3	9	3	5	6	9	11	6

Примечание. Схема а соответствует нечетному варианту, схема б – четному.

## Методические указания по решению задачи

Наиболее рациональный способ расчета разветвленных цепей постоянного тока с несколькими источниками — метод контурных токов.

Обозначим  $k$  — число независимых контуров в цепи,  $n$  — число ветвей,  $m$  — число узлов.

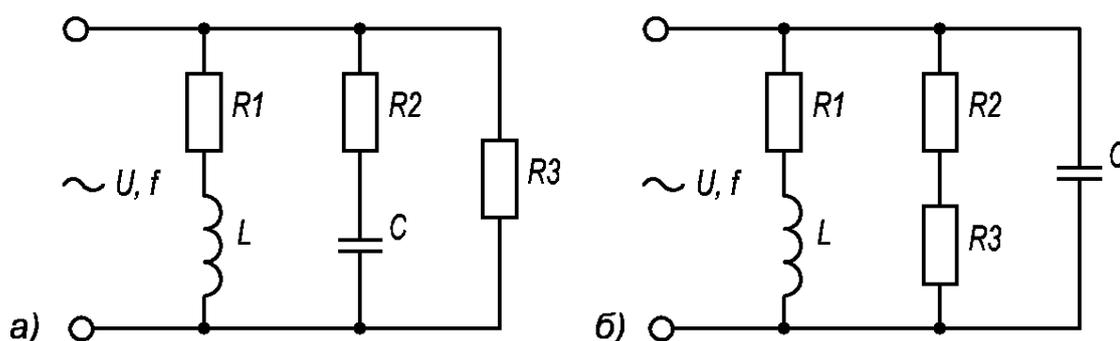
1. Обозначим на схеме цепи  $I_i$  — токи ветвей и  $I_{kj}$  — контурные токи.
2. Составляем  $n$  вспомогательных уравнений, связывающие токи ветвей с контурными токами, при этом токи в смежных ветвях определяются на основе принципа суперпозиции с учетом их направлений.
3. Для контуров составляем  $k$  уравнений по второму закону Кирхгофа с контурными токами, при этом учитываем падения напряжения на сопротивлениях в смежных ветвях, обусловленные токами соседних контуров.
4. Решаем полученную систему уравнений и определяем значения контурных токов  $I_{kj}$ .
5. По вспомогательным уравнениям (п. 2) определяем токи ветвей  $I_i$ .
6. Проверяем правильность решения задачи по уравнению баланса мощности:

$$\sum_{j=1}^k E_j I_j = \sum_{i=1}^n I_i^2 R_i.$$

### Задача 2

#### Расчет однофазной цепи переменного тока комплексным методом

Определить: токи в ветвях цепи  $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$ ; ток источника  $I$ ; углы сдвига фаз  $\varphi$  токов относительно напряжения; полную  $S$ , активную  $P$  и реактивную  $Q$  мощности цепи; коэффициент мощности  $\cos \varphi$  всего приемника.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U$ , В	127	220	220	110	660	127	220	220	110	110	127	380
$f$ , Гц	50	50	100	50	100	100	60	60	50	50	30	50
$R_1$ , Ом	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	50	60
$R_2$ , Ом	30	40	50	60	70	80	90	80	70	60	70	80
$R_3$ , Ом	40	50	60	70	80	90	100	120	110	80	80	90

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , мГн	63,7	50	127	31,8	63,7	63,7	50	127	31,8	63,7	50	63,7
$C$ , мкФ	212	106	212	318	106	212	106	212	318	106	106	212

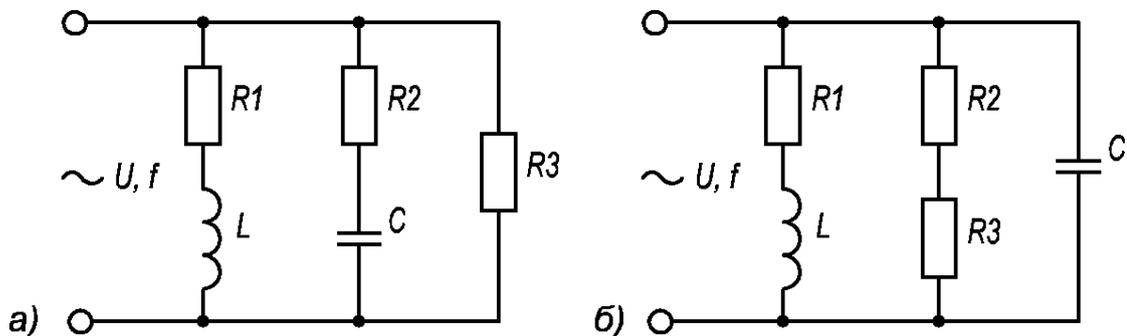
Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$U$ , В	110	660	220	110	380	127	220	220	380	110	110	220
$f$ , Гц	30	50	100	50	90	100	60	40	50	100	50	60
$R_1$ , Ом	50	30	30	40	50	60	70	80	90	100	40	40
$R_2$ , Ом	60	80	50	60	70	80	90	80	70	60	80	50
$R_3$ , Ом	80	40	100	120	90	100	120	110	90	80	50	70
$L$ , мГн	50	63,7	127	63,7	31,8	31,8	50	122	63,7	31,8	127	60
$C$ , мкФ	106	212	318	106	212	106	318	212	106	106	100	212

Примечание. Схема *a* соответствует нечетному варианту, схема *б* – четному.

## Задача 2

### Расчет однофазной цепи переменного тока комплексным методом

Определить: токи в ветвях цепи  $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$ ; ток источника  $I$ ; углы сдвига фаз  $\varphi$  токов относительно напряжения; полную  $S$ , активную  $P$  и реактивную  $Q$  мощности цепи; коэффициент мощности  $\cos \varphi$  всего приемника.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U$ , В	127	220	220	110	660	127	220	220	110	110	127	380
$f$ , Гц	50	50	100	50	100	100	60	60	50	50	30	50
$R_1$ , Ом	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	50	60
$R_2$ , Ом	30	40	50	60	70	80	90	80	70	60	70	80
$R_3$ , Ом	40	50	60	70	80	90	100	120	110	80	80	90
$L$ , мГн	63,7	50	127	31,8	63,7	63,7	50	127	31,8	63,7	50	63,7
$C$ , мкФ	212	106	212	318	106	212	106	212	318	106	106	212

Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$U$ , В	110	660	220	110	380	127	220	220	380	110	110	220
$f$ , Гц	30	50	100	50	90	100	60	40	50	100	50	60
$R_1$ , Ом	50	30	30	40	50	60	70	80	90	100	40	40

$R_2, \text{ Ом}$	60	80	50	60	70	80	90	80	70	60	80	50
$R_3, \text{ Ом}$	80	40	100	120	90	100	120	110	90	80	50	70
$L, \text{ мГн}$	50	63,7	127	63,7	31,8	31,8	50	122	63,7	31,8	127	60
$C, \text{ мкФ}$	106	212	318	106	212	106	318	212	106	106	100	212

Примечание. Схема *a* соответствует нечетному варианту, схема *б* – четному.

### Методические указания по решению задачи

Сопротивления реактивных элементов цепи (Ом):

$$X_L = 2\pi fL;$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC},$$

Сопротивления ветвей в комплексном виде:

$$\underline{Z}_i = R_i + j(X_{Li} - X_{Ci}).$$

Полное сопротивление цепи  $\underline{Z}$  определяется поэтапно.

Сначала вычисляем полное сопротивление 1 и 2 ветвей, включенных параллельно:

$$\underline{Z}_{12} = \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = R_{12} + jX_{12}.$$

Параллельно им включена 3-я ветвь, тогда

$$\underline{Z} = \frac{\underline{Z}_{12} \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_{12} + \underline{Z}_3} = R + jX.$$

Характер реактивного сопротивления  $X$  определяется по его знаку: «+» — индуктивный, «-» — емкостной.

Значение полного сопротивления  $Z$  (Ом) и угол сдвига фаз  $\varphi$  (град.) можно определить соответственно как модуль и аргумент полного сопротивления цепи в показательной форме записи:

$$\underline{Z} = R + jX = Z \cdot e^{j\varphi}.$$

Сила тока источника  $I$  и каждой ветви ( $i = 1, 2, 3$ ) в комплексном виде (алгебраическая и показательная формы):

$$\dot{I} = \dot{U} / \underline{Z} = I' + jI'' = I \cdot e^{j\varphi};$$

$$\dot{I}_i = \dot{U} / \underline{Z}_i = I'_i + jI''_i = I_i \cdot e^{j\varphi_i}.$$

Мощность цепи в комплексном виде:

$$\underline{S} = \dot{U} \cdot I^* = P + jQ = S \cdot e^{j\varphi},$$

где  $I^*$  — сопряженный комплекс тока (необходимо изменить знак перед мнимой частью при алгебраической форме записи или перед аргументом комплексного числа при показательной форме записи):

$$I^* = I' - jI'' = I \cdot e^{-j\varphi};$$

$P$  — активная мощность, Вт;

$Q$  — реактивная мощность, Вар;

$S$  — полная мощность, В·А.

## 3 КОНТРОЛЬНЫЙ БЛОК

### 3.1 Перечень контрольных мероприятий

Контрольные мероприятия включают проверку преподавателем решения задач в сроки, установленные графиком учебного процесса, но не позднее начала зачетной недели.

### 3.2 Форма контроля знаний

Проверка выполненных заданий производится с выставлением отметки по 10-балльной шкале. Результаты УСР учитываются при семестровом контроле учебных достижений обучающегося допуске к экзамену.