

Министерство образования Российской Федерации

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра "Теоретической и общей электротехники"

***РАСЧЕТ УСТАНОВИВШИХСЯ И ПЕРЕХОДНЫХ  
ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА***

Методические указания к курсовой работе  
для студентов заочного факультета  
специальности 100400 – «Электроснабжение»

Нижний Новгород  
2004



Составители: Б.Ю. Алтунин, С.В. Барбашов, Н.Г. Панкова, Н.П. Чистякова

УДК 621.314.2.38(075)

**Расчет установившихся и переходных процессов в линейных цепях переменного тока:** Метод. указания к курсовой работе для студентов заочного факультета, обучающихся по специальности 100400 – «Электроснабжение» / НГТУ; Сост.: Б.Ю. Алтунин, С.В. Барбашов, Н.Г. Панкова, Н.П. Чистякова. Н.Новгород, 2004. 11 с.

Методические указания содержат задания для расчета курсовой работы, рекомендации по оформлению пояснительной записки.

Отв. за выпуск Б.Ю. Алтунин

Редактор Э.Б. Абросимова

Подписано к печати 03.03.04. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага газетная. Печать офсетная. Печ. л. 0,75.

Уч.-изд. л. 0,5. Тираж 300 экз. Заказ 213.

Нижегородский государственный технический университет.  
Типография НГТУ. 603600, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

© Нижегородский государственный  
технический университет, 2004

## 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При изучении курса и выполнении курсовой работы рекомендуются учебники и учебные пособия, выпущенные в последние годы, так как в старых изданиях изложение ряда новых вопросов может отсутствовать. Рекомендуется пользоваться одним учебником при изучении всего курса, и только тогда, когда тот или иной вопрос изложен в нем недостаточно ясно или вовсе не нашел отражения, использовать другой учебник. Целесообразность такого подхода обусловлена и тем, что в учебниках имеются разночтения в обозначениях, и это может вызвать затруднения при переходе от одного учебника к другому.

При изучении курса ТОЭ студентам необходимо составлять конспект, в который полезно выписать основные законы, определения и формулы.

Этот конспект окажет большую помощь при выполнении контрольных заданий и подготовке к экзаменам.

В качестве достаточно полного перечня вопросов для самопроверки могут служить названия параграфов в учебнике Л.А. Бессонова «Теоретические основы электротехники». Там же приведены задачи с решениями по всему курсу ТОЭ. Для лучшего усвоения курса рекомендуется просмотреть решения этих задач, а также вопросы для самопроверки.

Для студентов-заочников посещение лекций и практических занятий официально необязательно. Однако это весьма желательно, так как на лекциях излагается наиболее важный и сложный материал курса. Кроме того, на лекции можно выяснить возникающие вопросы.

Курсовая работа является одним из основных видов занятий по курсу ТОЭ. При выполнении курсовой работы студенты закрепляют знания об основных методах расчета и физических процессах, происходящих в электрических цепях.



К представленной на рецензию курсовой работе предъявляются следующие требования:

1. Основные положения решения должны быть достаточно подробно пояснены.

2. Рисунки, графики, схемы не следует размещать среди текста. Они должны быть выполнены на отдельном листе бумаги, аккуратно и в удобочитаемом масштабе. Для элементов электрических схем следует использовать обозначения, применяемые в учебниках по ТОЭ.

3. В тетради следует оставлять поля шириной не менее 4 см для замечаний рецензента.

4. Выполненная курсовая работа должна быть датирована и подписана студентом.

5. Незачтенная курсовая работа должна быть выполнена заново и прислана на повторную рецензию вместе с первоначальной работой и замечаниями рецензента. Исправления ошибок в отрецензированном тексте не допускаются. Если неправильно выполнена не вся работа, а только часть ее, то после переработки исправленный текст нужно написать в тетради после первоначального текста, указав, что это исправление ошибок.

Курсовая работа засчитывается, если решение не содержит ошибок принципиального характера и выполнена с перечисленными требованиями.

Работа над курсовой работой помогает студентам проверить степень усвоения ими курса, вырабатывает у них навык четко и кратко излагать свои мысли. Для успешного достижения этой цели необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Перед решением задачи указать, какие физические законы или расчетные методы предполагается использовать при решении, привести математическую запись этих законов и методов.

2. В начале решения на схеме следует указать положительные направления токов (напряжений), обозначив токи в соответствии с номером направления токов (напряжений), а также в соответствии с номером ветви.

3. В ходе решения задачи не следует изменять однажды принятые направления токов и наименования узлов, сопротивлений и т.д.

4. Выражение для каждой величины, подлежащей расчету, следует записать в общем виде, а затем - в полученную формулу подставить численные значения и привести окончательный результат с указанием единицы измерения. При решении системы уравнений целесообразно применять ПК с использованием программного математического пакета «MathCAD».

5. Промежуточные и конечные результаты расчетов должны быть ясно выделены из общего текста.

6. Решение не следует перегружать приведением всех алгебраических преобразований и арифметических расчетов.

7. Каждому этапу решения нужно давать пояснения.

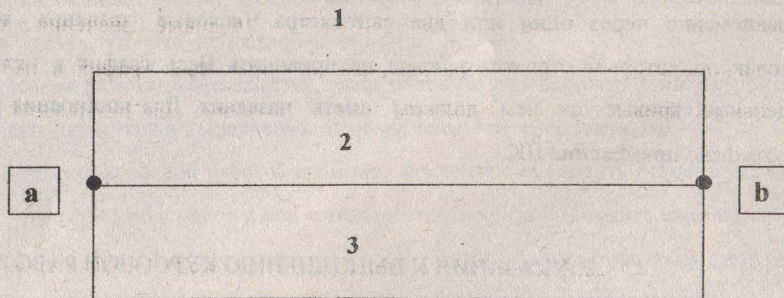
8. При построении кривых градуировку осей выполнять, начиная с нуля, равномерно через один или два сантиметра. Числовые значения координат точек, по которым строятся кривые, не приводить. Весь график в целом и отдельные кривые на нем должны иметь названия. Для построения графиков возможно применение ПК.

## 2. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Для электрической схемы цепи синусоидального тока, изображенной в виде графа на рис. 1 и заданной в соответствии с номером варианта в табл. 1, выполнить:



1. По заданному графу составить подробную электрическую схему заданной цепи, на схеме произвольно указать положительные направления токов в ветвях и обозначить их.
2. Определить комплексы действующих значений токов и напряжений на элементах схемы во всех ветвях, воспользовавшись символическим методом расчета линейных электрических цепей в установившихся режимах до и после коммутации ключа.
3. Построить векторные диаграммы токов и напряжений на элементах схемы в установившихся режимах до и после коммутации ключа.
4. Используя данные расчетов, полученных в п.2, записать выражение для мгновенного значения токов всех ветвей и напряжения на емкости.
5. Рассчитать переходные процессы в цепи при замыкании ключа одним из методов (классический, операторный). Определить законы изменения токов во всех ветвях и напряжений на реактивных элементах.
6. Построить графики изменений величин, указанных в п.5.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

## Учебники

1. Теоретические основы электротехники. Т.1: Учеб. для вузов / Под ред. П.А.Ионкина. М.: Высш. шк., 1976. – 544 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник - М.: Гардарики, 2000. – 638 с.
3. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Т.1.-Л.: Энергоиздат, 1981.– 536 с.
4. Основы теории цепей: Учеб. для вузов / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин и др. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
5. Татур Т.А Основы теории электрических цепей. М.: Высш. шк., 1980.

## Сборники задач

1. Шебес М.Р., Каблукова М.В. Задачник по теории линейных электрических цепей. - М.: Высш. шк., 1990. - 544 с.
2. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. / Под ред. Л.А. Бессонова. – М.: Высш.шк., 1980.
3. Сборник задач и упражнений по ТОЭ / Под ред. П.И. Ионкина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 767 с.



Таблица 1

| № вар. | R1  | R2 | R3  | L1  | L2  | L3 | МКФ |     |     | C3  | Em1 | Em2 | Em3 | град. |     |    | К  | f |
|--------|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|----|----|---|
|        |     |    |     |     |     |    | Ом  | МГн | мкФ |     |     |     |     | φ1    | φ2  | φ3 |    |   |
| 1      | 2   | 3  | 4   | 5   | 6   | 7  | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15    | 16  | 17 | 18 |   |
| 1      | 50  | 10 | 50  | -   | 100 | -  | -   | -   | 150 | 100 | 20  | -   | 40  | 30    | -   | K3 | 50 |   |
| 2      | 60  | 20 | 10  | -   | 90  | -  | -   | -   | 130 | 90  | 30  | -   | 30  | 20    | -   | K2 | 50 |   |
| 3      | 70  | 10 | 20  | -   | 100 | -  | -   | 120 | -   | 80  | -   | 40  | 20  | -     | 10  | K3 | 50 |   |
| 4      | 80  | 30 | 30  | -   | 80  | -  | -   | 100 | -   | 70  | 40  | -   | 10  | 0     | -   | K2 | 50 |   |
| 5      | 90  | 40 | 40  | 100 | -   | -  | -   | 150 | -   | 60  | -   | 50  | 0   | -     | -10 | K1 | 50 |   |
| 6      | 60  | 50 | 20  | 80  | -   | -  | -   | 150 | -   | 50  | 50  | -   | -10 | 10    | -   | K2 | 50 |   |
| 7      | 100 | 60 | 50  | -   | 80  | -  | 80  | -   | -   | 40  | -   | 60  | -20 | -     | 0   | K1 | 60 |   |
| 8      | 40  | 70 | 40  | -   | 70  | -  | 150 | -   | -   | 30  | 70  | -   | -30 | 20    | -   | K2 | 60 |   |
| 9      | 120 | 40 | 30  | -   | 90  | -  | 90  | -   | -   | -   | 80  | 70  | -   | 30    | 20  | K1 | 60 |   |
| 10     | 50  | 50 | 100 | -   | 70  | -  | 100 | -   | -   | 60  | -   | 80  | -40 | -     | 30  | K3 | 60 |   |
| 11     | 110 | 30 | 40  | 70  | -   | -  | -   | -   | 120 | -   | 90  | 85  | -   | 40    | -10 | K1 | 60 |   |
| 12     | 70  | 55 | 120 | 80  | -   | -  | -   | -   | 100 | 70  | -   | 60  | -50 | -     | 0   | K3 | 60 |   |
| 13     | 55  | 25 | 15  | -   | 120 | -  | -   | -   | 120 | 80  | -   | 50  | 30  | -     | 10  | K3 | 70 |   |
| 14     | 65  | 35 | 25  | -   | 80  | -  | -   | 80  | 110 | -   | 60  | -   | 20  | -     | 20  | K2 | 70 |   |
| 15     | 75  | 45 | 35  | -   | 100 | -  | -   | 100 | -   | 80  | -   | 40  | 10  | -     | 30  | K3 | 70 |   |

Продолжение табл. 1

|    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |    |     |
|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| 16 | 85  | 55 | 45  | -   | -   | 70  | -   | 70  | -   | -   | 70  | 40 | -   | 10  | 0   | -   | K2 | 70  |
| 17 | 95  | 65 | 55  | 100 | -   | -   | -   | -   | 90  | -   | 60  | -  | 50  | 0   | -   | -10 | K1 | 70  |
| 18 | 55  | 75 | 65  | 80  | -   | -   | -   | -   | 120 | -   | 60  | 50 | -   | -10 | 10  | -   | K2 | 70  |
| 19 | 105 | 85 | 45  | -   | 100 | -   | 80  | -   | -   | -   | 50  | -  | 60  | -20 | -   | 0   | K1 | 80  |
| 20 | 30  | 95 | 25  | -   | 80  | -   | 100 | -   | -   | -   | 40  | 60 | -   | -30 | 20  | -   | K2 | 80  |
| 21 | 90  | 30 | 35  | -   | -   | 90  | 120 | -   | -   | -   | -   | 70 | 80  | -   | 30  | 20  | K1 | 80  |
| 22 | 70  | 50 | 55  | -   | -   | 100 | 130 | -   | -   | -   | 60  | -  | 90  | -40 | -   | 30  | K3 | 80  |
| 23 | 100 | 40 | 40  | 90  | -   | -   | -   | -   | -   | 110 | -   | 80 | 100 | -   | 40  | -10 | K1 | 80  |
| 24 | 60  | 50 | 120 | 80  | -   | -   | -   | -   | -   | 90  | 70  | -  | 60  | -50 | -   | 0   | K3 | 80  |
| 25 | 40  | 20 | 40  | -   | 150 | -   | -   | -   | -   | 100 | 80  | -  | 30  | 50  | -   | 20  | K3 | 90  |
| 26 | 60  | 10 | 10  | -   | 80  | -   | -   | -   | -   | 120 | 100 | -  | 40  | 50  | -   | -10 | K2 | 90  |
| 27 | 80  | 20 | 20  | -   | -   | 150 | -   | 100 | -   | -   | 120 | 50 | -   | 20  | -20 | 40  | K3 | 90  |
| 28 | 90  | 40 | 30  | -   | -   | 100 | -   | 120 | -   | -   | 140 | -  | 60  | 30  | -   | 30  | K2 | 90  |
| 29 | 100 | 50 | 50  | 120 | -   | -   | -   | -   | 140 | -   | 160 | 40 | -   | 0   | -30 | -   | K1 | 90  |
| 30 | 70  | 60 | 30  | 100 | -   | -   | -   | -   | 150 | -   | 180 | -  | 50  | -10 | -   | -20 | K2 | 90  |
| 31 | 50  | 70 | 20  | -   | 100 | -   | 70  | -   | -   | -   | 90  | 60 | -   | -20 | -40 | -   | K1 | 100 |



Продолжение табл.1

|    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |     |     |     |    |     |
|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|
| 1  | 2   | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11 | 12 | 13 | 14  | 15  | 16  | 17 | 18  |
| 32 | 40  | 80 | 10  | -   | 80  | -   | 100 | -   | -   | 80 | -  | 40 | -30 | -   | -10 | K2 | 100 |
| 33 | 80  | 40 | 15  | -   | -   | 80  | 110 | -   | -   | -  | 70 | 30 | -   | -50 | 0   | K1 | 100 |
| 34 | 60  | 50 | 90  | -   | -   | 90  | 120 | -   | -   | 60 | -  | 80 | -40 | -   | 30  | K3 | 100 |
| 35 | 90  | 60 | 40  | 80  | -   | -   | -   | -   | 110 | -  | 90 | 85 | -   | -60 | 40  | K1 | 100 |
| 36 | 70  | 50 | 100 | 100 | -   | -   | -   | -   | 100 | 70 | -  | 60 | -50 | -   | 20  | K3 | 100 |
| 37 | 50  | 20 | 20  | -   | 80  | -   | -   | -   | 150 | 90 | -  | 45 | 30  | -   | -10 | K3 | 100 |
| 38 | 60  | 30 | 30  | -   | 100 | -   | -   | 130 | -   | 80 | 60 | -  | 20  | 20  | -   | K2 | 40  |
| 39 | 70  | 40 | 30  | -   | -   | 70  | -   | 120 | -   | 70 | -  | 35 | 10  | -   | 30  | K3 | 40  |
| 40 | 80  | 30 | 30  | -   | -   | 80  | -   | 100 | -   | 70 | 40 | -  | 10  | 0   | -   | K2 | 40  |
| 41 | 90  | 40 | 40  | 120 | -   | -   | -   | 90  | -   | 60 | -  | 50 | 0   | -   | -10 | K1 | 40  |
| 42 | 60  | 50 | 50  | 100 | -   | -   | -   | 80  | -   | 60 | 50 | -  | -10 | 10  | -   | K2 | 40  |
| 43 | 100 | 60 | 20  | -   | 90  | -   | 70  | -   | -   | 50 | -  | 60 | -20 | -   | 0   | K1 | 40  |
| 44 | 30  | 70 | 10  | -   | 80  | -   | 120 | -   | -   | 40 | -  | 70 | -30 | -   | -10 | K2 | 30  |
| 45 | 150 | 40 | 15  | -   | -   | 100 | 110 | -   | -   | -  | 70 | 30 | -   | 30  | -20 | K1 | 30  |
| 46 | 40  | 60 | 100 | -   | -   | 90  | 100 | -   | -   | 60 | 80 | -  | -40 | 20  | -   | K3 | 30  |
| 47 | 100 | 50 | 40  | 110 | -   | -   | -   | -   | 120 | -  | 90 | 80 | -   | 40  | -10 | K1 | 30  |
| 48 | 40  | 40 | 90  | 90  | -   | -   | -   | -   | 150 | 70 | -  | 60 | -50 | -   | 20  | K3 | 30  |

Окончание табл.1

|    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |
|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|
| 1  | 2   | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12 | 13 | 14  | 15  | 16  | 17 | 18 |
| 49 | 30  | 30 | 30  | -   | 100 | -   | -   | -   | 200 | 50  | 10 | -  | -30 | 10  | -   | K3 | 30 |
| 50 | 40  | 20 | 10  | -   | 120 | -   | -   | -   | 200 | 70  | 50 | -  | 30  | -10 | -   | K2 | 45 |
| 51 | 90  | 30 | 20  | -   | -   | 170 | -   | 80  | -   | 90  | -  | 40 | 20  | -   | -20 | K3 | 45 |
| 52 | 100 | 50 | 30  | -   | -   | 120 | -   | 150 | -   | 110 | -  | 60 | 30  | -   | -30 | K2 | 45 |
| 53 | 50  | 60 | 40  | 150 | -   | -   | -   | 100 | -   | 160 | 40 | -  | 0   | -30 | -   | K1 | 45 |
| 54 | 60  | 30 | 50  | 120 | -   | -   | -   | 120 | -   | 120 | 50 | -  | -10 | 20  | -   | K2 | 45 |
| 55 | 70  | 60 | 20  | -   | 90  | -   | 70  | -   | -   | 100 | -  | 50 | -20 | -   | 0   | K1 | 35 |
| 56 | 30  | 80 | 10  | -   | 80  | -   | 100 | -   | -   | 40  | -  | 70 | -30 | -   | -10 | K2 | 35 |
| 57 | 80  | 40 | 25  | -   | -   | 100 | 110 | -   | -   | -   | 70 | 30 | -   | 50  | -20 | K1 | 35 |
| 58 | 40  | 60 | 100 | -   | -   | 90  | 100 | -   | -   | 60  | 80 | -  | -40 | 20  | -   | K3 | 30 |
| 59 | 90  | 30 | 50  | 80  | -   | -   | -   | -   | 120 | -   | 90 | 40 | -   | 40  | 0   | K1 | 30 |
| 60 | 60  | 50 | 100 | 100 | -   | -   | -   | -   | 140 | 70  | -  | 60 | -50 | -   | 20  | K3 | 30 |