**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра электроснабжения

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ученой работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.Г. Локтионова

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г.

**МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ**

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

**ПО ТЕОРЕТИЧЕСКИМ ОСНОВАМ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

**РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ**

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ**

Для студентов направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» 13.03.02

Курск 2016

УДК 621.301

Составитель Л.В. Плесконос

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники,

электроники и автоматики *А.Л. Овчинников.*

**Переходные процессы в линейных электрических цепях.** Методические указания по выполнению расчётно-графической работы/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.В. Плесконос. Курск, 2016. 23 с.: ил.20, табл.2, Библиогр.: с. 23

Содержат сведения по переходным процессам в линейных электрических цепях.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утверждённой учебно-методическим объединением, для студентов направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» 13.03.02.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 5.05.15. Формат 60x84 1/16.

Уел. печ. л. .Уч.-изд.л. . Тираж 150 экз. Заказ Бесплатно. 506

Юго-Западный государственный университет

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

**ВВЕДЕНИЕ**

Контрольная работа посвящена расчету переходных процессов в линейных электрических цепях классическим и операторным методом.

Каждый студент выбирает свой вариант задания в соответствии с номером в журнале или с последними двумя цифрами номера зачетной книжки. На титульном листе представленного на проверку контрольного задания необходимо указать фамилию, имя и отчество студента, шифр академической группы и номер зачетной книжки.

Контрольное задание должно быть датировано и подписано студентом.

Контрольные задания засчитываются, если решения не содержат ошибок принципиального характера, выполнены в соответствии с предъявляемыми требованиями и методическими указаниями, с учетом собеседования.

Не зачтенное задание должно быть выполнено заново и представлено на повторную проверку вместе в первоначальной работой и замечаниями преподавателя. Исправления ошибок в ранее проверенном тексте не допускаются.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**ПЕРЕХДНЫ ПРОЦЕССЫ.**

**РАСЧЁТ КЛАССИЧЕСКИМ И ОПЕРАТОРНЫМ МЕТОДАМИ**

**ЗАДАЧА 1**

В электрической цепи с известными параметрами (табл. 1, рис. 1-20) в момент времени **t=0** происходит коммутация (до коммутации электрическое состояние установившееся).

Требуется: 1) рассмотреть переходный процесс в цепи с двумя накопителями (цепи второго порядка); 2) определить классическим методом закон изменения во времени величины тока в ветви с индуктивностью **iL** и напряжение на емкости **uC**; 3) построить графики изменения этих величин во времени; 4) сравнить полученные результаты, записав их в таблицу 2.

**Методические указания**

Расчет переходных процессов классическим методом имеет несколько этапов решения, имеющих сходство по форме и обозначениям расчетных величин. Поэтому, во избежание ошибок, необходимо строго следовать плану и структурировать решение.

Рекомендуется следующий план решения задачи:

1. Рассчитать электрическое состояние цепи до коммутации: значение токов в ветвях и напряжения на отдельных элементах. Следует при этом учитывать, что установившиеся значения тока ветви с емкостью и напряжения на индуктивности равны **0**;

2. а) Определить значения тока в ветви с индуктивностью и напряжения на емкости в момент коммутации и после коммутации при **t=0+** , используя законы коммутации (независимые начальные условия);

б) Определить остальные токи и напряжения (зависимые начальные условия) в момент времени **t=0+** , записав систему уравнений Кирхгофа для мгновенных значений токов и напряжений;

в) Найти значения производных тока ветви с индуктивностью **iL** и напряжения на емкости **uC** по времени в момент времени **t=0+**, используя выражения:

и ;

3. Составить характеристическое уравнение, для чего: а) записать выражение для комплекса сопротивлений послекоммутационной цепи **Z** относительно клемм источника; б) заменить в этом выражении ***jω*** на *p* и приравнять это выражение к **0**. Решив полученное уравнение, найти корни характеристического уравнения.

По значениям корней характеристического уравнения сделать вывод о характере переходного процесса, записать выражение для свободных составляющих токов **iсв(t)** и напряжений **uсв(t)**.

4. Найти принужденные составляющие тока **iпр** и напряжения **uпр**, для чего сделать расчет установившегося режима послекоммутационной цепи (аналогично п.1).

5. Записать выражение для тока в ветви с индуктивностью в виде суммы принужденной и свободной составляющих: **iL(t) = iLпр + iLсв(t)**. Записать выражение для производной тока ветви с индуктивностью по времени (находится дифференцированием выражения **iL(t)**. Определить значения тока **iL(t)** и его производной в момент времени **t=0+**. Приравнять полученные выражения для **iL(0+)** и

к соответствующим значениям, определенным ранее (п.п. 2а, 2в). Решив полученную сумму уравнений, найти постоянные интегрирования.

Записать в окончательном виде выражение для переходного тока **iL(t)**.

Выполнить те же операции для функции **uC(t).**

Построить графики изменения величин **iL(t)** и **uC(t)** во времени.

**ЗАДАЧА 2**

Рассчитать операторным методом переходный процесс в цепи (таблица 1, рис. 1-20). Найти ток в ветви с индуктивностью **iL(t)** и напряжение на емкости **uC(t)**.

Переходный процесс возникает в результате коммутации в момент времени **t=0**. До коммутации электрическое состояние цепи установившееся.

**Методические указания**

1. Рассчитать начальные значения тока в ветви с индуктивностью **iL(0+)** и напряжения на емкости **uC(0+)**.

2. Построить операторскую схему замещения послекоммутационной цепи с учетом начальных значений **iL(0+)** и **uC(0+)**.

3. С помощью законов Кирхгофа составить систему уравнений для расчета операторской схемы замещения цепи.

4. Найти выражения для изображений неизвестных величин.

5. Используя формулу разложения, по изображениям найти оригиналы неизвестных величин.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант задачи | Номер рисунка | E | C | L | R1 | R2 | R3 |
| В | мкФ | мГн | Ом | | |
| 1  2  3  4  5 | 1  2  3  4  5 | 30  50  75  100  150 | 10  12  11  10  10 | 10  10  1,4  1,0  10 | 100  100  18  3,3  33 | 100  1000  8,2  -  70 | 51  1000  -  -  - |
| 6  7  8  9  10 | 6  7  8  9  10 | 200  250  30  50  100 | 11  10  10  5,1  5,6 | 1,1  1,2  1,4  2,2  2,0 | 22  1,5  22  20  8,3 | 100  2,5  11  5,1  15 | 51  6,5  9,1  -  2,2 |
| 11  12  13  14  15 | 11  12  13  14  15 | 150  200  250  30  50 | 12  100  1500  5,1  51 | 1,0  1,1  1,2  2,0  5,1 | 22  1,5  22  20  8,3 | 12  12  13  10  - | 8,3  10  2,0  -  - |
| 16  17  18  19  20 | 16  17  18  19  20 | 75  100  150  200  250 | 11  4,2  24  12  100 | 1,4  5,1  1,2  1,2  1,4 | 51  22  22  11  11 | 51  22  12  43  12 | -  24  -  51  12 |
| 21  22  23  24  25 | 1  2  3  4  5 | 30  50  75  100  150 | 10  12  11  10  10 | 15  10  1,0  1,2  15 | 120  120  16  3,0  30 | 100  1200  8,6  -  70 | 51  1000  -  -  - |
| 26  27  28  29  30 | 6  7  8  9  10 | 200  250  30  50  100 | 11  10  10  5,1  5,6 | 1,1  1,2  1,0  2,2  2,2 | 20  1,3  20  20  8,3 | 56  2,5  13  5,6  15 | 56  6,8  9,1  -  3,6 |
| 31  32  33  34  35 | 11  12  13  14  15 | 150  200  250  30  50 | 12  100  1500  5,1  51 | 1,3  1,2  1,2  2,2  5,1 | 6,0  11  2,2  15  15 | 12  8,0  10  13  - | 8,3  10  2,2  -  - |

продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант задачи | Номер рисунка | E | C | L | R1 | R2 | R3 |
| В | мкФ | мГн | Ом | | |
| 36  37  38  39  40 | 16  17  18  19  20 | 75  100  150  200  250 | 11  4,2  24  12  100 | 1,2  5,1  1,0  1,0  1,4 | 56  24  20  12  10 | 51  20  10  40  10 | -  20  -  36  10 |
| 41  42  43  44  45 | 1  2  3  4  5 | 30  50  75  100  150 | 10  12  11  10  10 | 15  15  1,3  1,2  15 | 120  120  16  2,8  28 | 120  1200  8,6  -  90 | 75  1200  -  -  - |
| 46  47  48  49  50 | 6  7  8  9  10 | 200  250  30  50  100 | 11  10  10  5,1  5,6 | 1,3  1,0  1,8  2,4  2,2 | 20  1,3  20  24  7,8 | 96  2,8  13  5,6  20 | 51  6,8  10  -  3,6 |
| 51  52  53  54  55 | 11  12  13  14  15 | 150  200  250  30  50 | 12  100  1500  5,1  51 | 1,5  1,8  1,6  2,4  5,6 | 6,0  15  2,4  18  12 | 15  8,0  10  13  - | 9,2  10  2,2  -  - |
| 56  57  58  59  60 | 16  17  18  19  20 | 75  100  150  200  250 | 11  4,2  24  12  100 | 1,2  5,6  1,4  1,4  1,2 | 56  20  15  15  10 | 56  20  15  24  15 | -  20  -  36  20 |
| 61  62  63  64  65 | 1  2  3  4  5 | 30  50  75  100  150 | 10  12  11  10  10 | 15  10  1,0  1,2  15 | 240  240  32  6,0  60 | 100  1200  8,6  -  70 | 5  1000  -  -  - |
| 66  67  68  69  70 | 6  7  8  9  10 | 200  250  30  50  100 | 11  10  10  5,1  5,6 | 1,1  1,2  1,0  2,2  2,2 | 40  2,5  40  40  15 | 96  2,5  13  5,6  15 | 100  6,8  9,1  -  3,6 |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант  задачи | Номер рисунка | E | C | L | R1 | R2 | R3 |
| В | мкФ | мГн | Ом | | |
| 71  72  73  74  75 | 11  12  13  14  15 | 150  200  250  30  50 | 12  100  1500  5,1  51 | 1,3  1,2  2,4  2,2  5,1 | 12  20  4,3  30  30 | 12  8,0  10  13  - | 8,3  10  2,2  -  - |
| 76  77  78  79  80 | 16  17  18  19  20 | 75  100  150  200  250 | 11  4,2  24  12  100 | 1,2  5,1  1,0  1,0  1,4 | 100  43  40  24  20 | 51  20  10  40  10 | -  20  -  36  10 |
| 81  82  83  84  85 | 1  2  3  4  5 | 30  50  75  100  150 | 10  12  11  10  10 | 15  10  1,4  1,2  12 | 100  100  18  3,3  33 | 100  1000  8,2  -  70 | 100  2000  -  -  - |
| 86  87  88  89  90 | 6  7  8  9  10 | 200  250  30  50  100 | 11  10  10  5,1  5,6 | 1,2  12  1,4  2,2  1,2 | 22  1,5  22  20  8,3 | 100  2,5  11  5,1  15 | 56  12  18  -  4,3 |
| 91  92  93  94  95 | 11  12  13  14  15 | 150  200  250  30  50 | 12  100  1500  5,1  51 | 1,2  1,1  1,0  2,2  5,1 | 8,3  11  2,2  15  12 | 12  12  13  10  - | 8,3  15  3,0  -  - |
| 96  97  98  99  100 | 16  17  18  19  20 | 75  100  150  200  250 | 11  4,2  24  12  100 | 1,11  5,1  1,4  1,4  1,2 | 51  22  22  11  11 | 51  22  12  43  12 | -  30  -  100  94 |

Результаты расчета записать в таблицу 2.

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод расчета | iL (t) | uC (t) |
| Классический |  |  |
| Операторный |  |  |

**Рисунки электрических цепей**

 

Рис. 1 Рис. 2

** **

Рис. 3 Рис. 4

** **

Рис. 5 Рис. 6

** **

Рис. 7 Рис. 8

** **

Рис. 9 Рис. 10

** **

Рис. 11 Рис. 12

** **

Рис. 13 Рис. 14

** **

Рис. 15 Рис. 16

** **

Рис. 17 Рис. 18

 ****

Рис. 19 Рис. 20

**Литература**

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники, электрические цепи.- М.: Гардарика, 1999.

2. Бессонов Л.А. Демидова И.Г., Заруди М.Е. и др. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. – М.: Высшая школа. 2000.