

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

Уфимский государственный авиационный технический университет

Филиал в г. Стерлитамаке

## РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С МНОГОПОЛЮСНИКАМИ

Методические указания и задания к расчетно-графической  
работе по дисциплине

«Теоретические основы электротехники»

(для студентов гр. ЭСиСС-301з)

## ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

В методических указаниях приведены задания расчетно-графических работ, составленные в соответствии с типовой программой по дисциплине “Теоретические основы электротехники” для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений.

Расчетно-графическая работа оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и выполняется на листах формата А4 с основной надписью. Текст и необходимые формулы набираются на компьютере в редакторе Microsoft Word. Графики и векторные диаграммы следует строить с помощью графических редакторов.

Расчетно-графическая работа должна содержать следующие основные разделы:

- условия задачи;
- расчет;
- необходимые графики и диаграммы.

При оформлении работы следует руководствоваться следующими правилами:

1. На титульном листе обязательно должны быть написаны фамилия и инициалы студента, номер варианта и группа.

2. Рисунки, графики, схемы, символы, размерности физических величин выполняются в соответствии с требованиями ГОСТа.

3. Расчет каждой искомой величины следует выполнять сначала в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения и привести окончательный результат с указанием единицы измерения. В пояснительной записке требуемые расчеты должны сопровождаться словесными пояснениями.

4. Промежуточные расчеты и конечный результат должны быть ясно выделены из общего текста.

5. В ходе решения задачи не следует изменять однажды принятые направления токов, напряжений, наименование узлов и т.д. При решении одной и той же задачи различными методами одна и та же величина должна обозначаться одним и тем же буквенным символом.

6. На графиках обязательно указывать название изображаемых величин. Масштабы подбирать так, чтобы было удобно пользоваться графиком или диаграммой. В соответствии с выбранными масштабами подписываются шкалы графиков и диаграмм.

7. Везде у параметров, имеющих определенные размерности, писать в окончательных результатах соответствующие единицы измерения. Все обозначения электрических величин в пояснительной записке должны соответствовать ГОСТу.

8. В конце расчетно-графической работы должны быть указаны использованные источники литературы.

9. В пояснительную записку необходимо вложить диск CD-R (RW) с электронным вариантом выполненной расчетно-графической работы.

## Задание 1. Расчет переходных процессов

На рисунке приведена схема электрической цепи. В таблице 1.1 приведены значения параметров элементов и напряжение источника питания. Необходимо определить закон изменения тока или напряжения, указанного в задании, в переходном режиме при включении ключа **К**. Построить график изменения требуемой величины во времени. Задачу решить классическим методом.

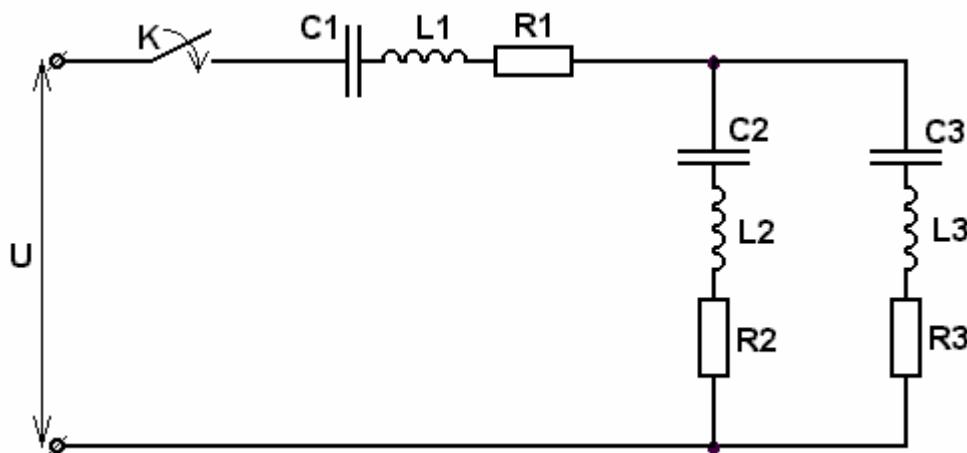


Рис. 1.1 – Схема электрическая

Таблица 1.1 – Варианты заданий

№№	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	L <sub>1</sub> , Гн	L <sub>2</sub> , Гн	L <sub>3</sub> , Гн	C <sub>1</sub> , мкФ	C <sub>2</sub> , мкФ	C <sub>3</sub> , мкФ	Требуемая величина
1	12	1	30	3	0,1	0	0	∞	100	∞	$i_{L_1}$
2	24	2	2	2	0	0,2	0	∞	200	∞	$u_{C_2}$
3	48	1	10	3	0,1	0	0	∞	∞	50	$u_{C_3}$
4	10	20	4	3	0	0,4	0	∞	∞	300	$i_{L_2}$
5	22	5	1	10	0,5	0	0	∞	400	∞	$i_{L_1}$
6	80	20	6	2	0,1	0	0	100	∞	∞	$u_{C_1}$
7	66	4	10	8	0	0	1,5	500	∞	∞	$i_{L_3}$
8	60	10	10	10	0	2,0	0	∞	600	∞	$i_{L_2}$
9	38	12	10	4	1,5	0	0	∞	200	∞	$u_{C_2}$
10	22	20	8	3	0	1,0	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
11	10	2	40	6	0	0	0,8	∞	80	∞	$i_{L_3}$
12	48	4	4	10	0	0,6	0	60	∞	∞	$i_{L_2}$
13	12	2	30	1	0,4	0	0	∞	400	∞	$i_{L_1}$

№№	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	L <sub>1</sub> , Гн	L <sub>2</sub> , Гн	L <sub>3</sub> , Гн	C <sub>1</sub> , мкФ	C <sub>2</sub> , мкФ	C <sub>3</sub> , мкФ	Требуемая величина
14	24	1	4	20	0	0,2	0	∞	∞	200	$u_{C_3}$
15	48	10	2	6	0	0	0,1	∞	100	∞	$u_{C_2}$
16	10	2	8	30	0	0,2	0	200	∞	∞	$u_{C_1}$
17	20	10	40	10	0,4	0	0	500	∞	∞	$i_{L_1}$
18	30	4	12	10	0	0,6	0	∞	∞	800	$i_{L_2}$
19	60	17	50	14	0	0	0,8	∞	50	∞	$i_{L_3}$
20	80	40	10	10	0	1,0	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
21	20	8	20	10	0,4	0	0	∞	600	∞	$u_{C_2}$
22	10	10	6	4	0	0,2	0	400	∞	∞	$u_{C_1}$
23	48	1	5	4	0	0	0,1	∞	300	∞	$i_{L_3}$
24	24	1	2	4	0	0,2	0	200	∞	∞	$i_{L_2}$
25	12	1	3	2	0,3	0	0	∞	100	∞	$i_{L_1}$
26	24	3	3	4	0	0,4	0	∞	∞	300	$u_{C_3}$
27	48	3	2	5	0	0	0,5	∞	500	∞	$u_{C_2}$
28	11	3	7	10	0	0,6	0	100	∞	∞	$u_{C_1}$
29	22	9	20	2	0,7	0	0	∞	150	∞	$i_{L_1}$
30	38	2	11	40	0	1,0	0	∞	∞	200	$i_{L_2}$
31	12	3	1	2	0,1	0	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
32	24	2	2	2	0	0,2	0	150	∞	∞	$u_{C_1}$
33	48	10	10	2	0,5	0	0	∞	100	∞	$i_{L_1}$
34	11	5	5	5	0	0,3	0	∞	∞	250	$i_{L_2}$
35	20	5	20	5	0	0	0,5	∞	100	∞	$i_{L_3}$
36	80	5	10	20	0	1	0	∞	100	∞	$i_{L_2}$
37	60	10	15	20	1	0	0	∞	∞	300	$i_{L_1}$
38	12	1	1	1	0,1	0	0	100	∞	∞	$i_{L_1}$
39	24	2	2	2	0,1	0	0	∞	1000	∞	$u_{C_2}$
40	48	3	3	3	0	0	0,1	∞	∞	1000	$u_{C_3}$
41	10	4	4	4	0	0,1	0	100	∞	∞	$u_{C_1}$
42	20	20	5	5	0	0,5	0	∞	100	∞	$u_{C_2}$

№№	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	L <sub>1</sub> , Гн	L <sub>2</sub> , Гн	L <sub>3</sub> , Гн	C <sub>1</sub> , мкФ	C <sub>2</sub> , мкФ	C <sub>3</sub> , мкФ	Требуемая величина
43	30	5	40	5	0	0,5	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
44	60	5	30	20	0	0	1	1000	∞	∞	$i_{L_3}$
45	22	0,5	5	0,5	0,1	0	0	∞	50	∞	$i_{L_1}$
46	24	10	10	5	0	0,2	0	100	∞	∞	$i_{L_2}$
47	48	4	3	2	0	0	0,5	200	∞	∞	$u_{C_2}$
48	10	2	3	4	0,5	0	0	∞	∞	100	$i_{L_1}$
49	22	2	3	4	0	0,2	0	∞	150	∞	$u_{C_2}$
50	38	40	10	5	0	1	0	100	∞	∞	$i_{L_2}$
51	66	20	50	5	0,1	0	0	∞	∞	1000	$i_{L_1}$
52	12	1	0,5	1	0	0	1	100	∞	∞	$i_{L_3}$
53	24	10	4	10	0,1	0	0	∞	100	∞	$i_{L_1}$
54	48	10	10	10	0	0,2	0	100	∞	∞	$i_{L_2}$
55	127	20	10	20	0	0	0,5	∞	500	∞	$u_{C_2}$
56	220	30	30	20	0	1,0	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
57	380	40	10	50	2,0	0	0	∞	2000	∞	$i_{L_1}$
58	66	20	30	40	0	1,5	0	250	∞	∞	$i_{L_2}$
59	12	0,6	5	0,5	0	0	0,1	∞	100	∞	$i_{L_3}$
60	24	1,0	1,0	10	0	0,5	0	∞	∞	150	$i_{L_2}$
61	10	25	5	5	0,1	0	0	∞	1000	∞	$u_{C_2}$
62	28	35	15	6	0	0	0,1	∞	∞	100	$u_{C_3}$
63	220	50	30	70	0	0	0,2	∞	100	∞	$i_{L_3}$
64	127	75	20	12	0	0,2	0	1000	∞	∞	$u_{C_1}$
65	60	80	2	15	0,1	0	0	∞	100	∞	$u_{C_2}$
66	40	90	20	21	0	0,1	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
67	60	100	4	10	0,4	0	0	∞	100	∞	$i_{L_1}$
68	127	15	28	29	0,5	0	0	∞	10	∞	$i_{L_1}$
69	28	7	11	32	0,1	0	0	∞	∞	20	$i_{L_1}$
70	10	10	10	36	0	0,1	0	∞	∞	150	$i_{L_2}$
71	220	30	41	42	0	0,2	0	200	∞	∞	$i_{L_2}$

№№	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	L <sub>1</sub> , Гн	L <sub>2</sub> , Гн	L <sub>3</sub> , Гн	C <sub>1</sub> , мкФ	C <sub>2</sub> , мкФ	C <sub>3</sub> , мкФ	Требуемая величина
72	40	10	46	47	0,5	0	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
73	60	11	20	10	0,4	0	0	100	∞	∞	$u_{C_1}$
74	127	12	51	10	0	0	0,2	∞	150	∞	$u_{C_2}$
75	66	20	0	54	0	0,2	0	∞	200	∞	$u_{C_2}$
76	28	14	3	57	0	0	1	∞	100	∞	$i_{L_3}$
77	220	15	62	63	0,2	0	0	∞	10	∞	$i_{L_1}$
78	127	16	66	67	0	0,4	0	∞	200	∞	$i_{L_2}$
79	60	10	20	0	0	0	0,1	∞	100	∞	$i_{L_3}$
80	66	18	20	72	0	0,1	0	200	∞	∞	$i_{L_1}$
81	10	30	30	10	0,05	0	0	80	∞	∞	$u_{C_1}$
82	28	30	5,0	5,0	0	0	0,1	∞	100	∞	$u_{C_2}$
83	40	21	30	40	0,1	0	0	300	∞	∞	$u_{C_1}$
84	127	22	10	81	0,1	0	0	∞	∞	20	$u_{C_3}$
85	66	40	40	50	0	0	1	∞	100	∞	$u_{C_2}$
86	12	1	2	3,0	0	0	0,2	1000	∞	∞	$i_{L_3}$
87	24	2,0	2	4	0	0	0,1	∞	200	∞	$i_{L_3}$
88	48	2	2	4	0	0,4	0	100	∞	∞	$i_{L_2}$
89	11	1	2	4	0	0,2	0	100	∞	∞	$i_{L_2}$
90	22	2	50	4	0	0,5	0	∞	100	∞	$u_{C_2}$
91	24	2	2	2	0,1	0	0	∞	100	∞	$u_{C_2}$
92	48	3	3	3	0	0	0,1	∞	∞	100	$u_{C_3}$
93	10	4	4	4	0	0,1	0	100	∞	∞	$u_{C_1}$
94	30	40	10	10	0	1,0	0	∞	∞	100	$u_{C_3}$
95	22	8	20	10	0,4	0	0	∞	600	∞	$i_{L_1}$
96	10	10	6	4	0	0,2	0	400	∞	∞	$i_{L_2}$
97	48	1	5	4	0,1	0	0	∞	300	∞	$i_{L_1}$
98	120	40	10	50	2	0	0	∞	200	∞	$u_{C_2}$
99	60	20	30	40	0	1,5	0	250	∞	∞	$u_{C_1}$
1(00)	12	0,6	5	0,5	0	0	0,1	∞	100	∞	$i_{L_3}$

## Задание 2. Расчет четырехполюсников

В соответствии с вариантом своего задания:

1. Вычислить значения  $\underline{A}$ -параметров четырехполюсника, проверить справедливость соотношения  $\underline{A} \cdot \underline{D} - \underline{B} \cdot \underline{C} = 1$ .

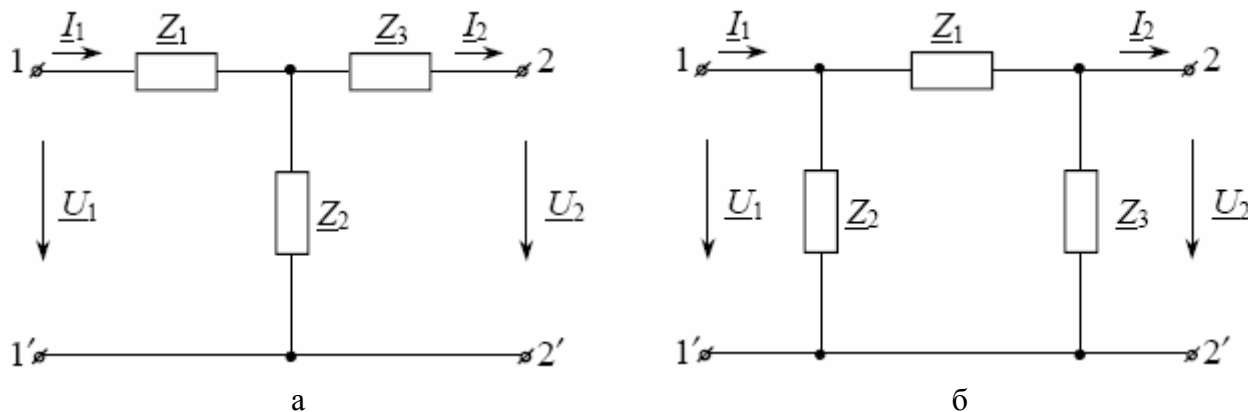


Рис. 2.1 – Четырехполюсники Т-типа (а) и П-типа (б)

2. Рассчитать сопротивления холостого хода и короткого замыкания со стороны входных и выходных зажимов четырехполюсника.

3. Вычислить характеристические параметры четырехполюсника  $\underline{Z}_{1c}$ ,  $\underline{Z}_{2c}$ ,  $\underline{\Gamma}$ .

4. Рассчитать  $\underline{A}$ -параметры эквивалентного четырехполюсника при каскадном соединении двух четырехполюсников одинакового типа (Т-Т или П-П).

**Примечание:** Результаты расчетов представить в алгебраической форме записи комплексного числа.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

№№	$\underline{Z}_1, \text{Ом}$	$\underline{Z}_2, \text{Ом}$	$\underline{Z}_3, \text{Ом}$	Схема
1	-j20	20	j20	Т
2	20	-j20	30	Т
3	j20	30	-j40	Т
4	-j30	30	J50	Т
5	40	-j50	60	Т
6	j50	60	-j80	Т
7	-j70	80	j10	Т
8	10	-j20	30	П
9	j40	40	-j80	П
10	-j80	90	j30	П
11	30	-j50	70	П
12	j90	10	-j50	П
13	-j70	80	j30	П
14	50	-j80	10	П
15	-j50	60	j60	Т
16	60	-j60	60	Т
17	j60	60	-j70	Т
18	-j60	70	j80	Т
19	70	-j80	80	Т
20	j80	80	-j10	Т
21	-j90	10	j20	Т
22	10	-j20	30	П
23	j40	40	-j70	П
24	-j70	70	j10	П
25	10	-j20	30	П
26	j50	50	-j90	П
27	-j10	10	j40	П
28	50	-j70	90	П
29	-j50	50	j50	Т
30	50	-j50	50	Т

№№	$\underline{Z}_1, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_1, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_1, \text{ Ом}$	Схема
31	j50	50	-j50	T
32	-j50	50	j60	T
33	50	-j60	60	T
34	j60	60	-j80	T
35	-j70	70	j90	T
36	80	-j90	10	П
37	j10	10	-j20	П
38	-j20	20	j40	П
39	40	-j50	60	П
40	j70	80	-j10	П
41	-j10	10	j40	П
42	40	-j60	70	П
43	-j20	20	j20	T
44	-j70	70	j10	П
45	j20	30	-j40	T
46	j40	40	-j70	П
47	40	-j50	60	T
48	10	-j20	30	П
49	-j70	80	j10	T
50	50	-j60	60	T
51	j40	40	-j80	П
52	j60	60	-j70	T
53	30	-j50	70	П
54	j60	60	-j80	T
55	-j70	80	j30	П
56	-j60	70	j80	T
57	-j50	60	j60	T
58	40	-j60	70	П
59	60	-j60	60	T
60	-j20	20	j40	П
61	40	-j50	60	П
62	-j10	10	j40	П
63	j40	40	-j70	П
64	-j50	50	j60	T
65	-j70	70	j90	T

№№	$\underline{Z}_1, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_1, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_1, \text{ Ом}$	Схема
66	-j10	10	j40	П
67	j90	10	-j50	П
68	j20	30	-j40	T
69	50	-j80	10	П
70	j60	60	-j70	T
71	-j70	80	j30	П
72	j50	60	-j80	T
73	50	-j60	60	T
74	20	-j20	30	T
75	10	-j20	30	П
76	j80	80	-j10	T
77	-j30	30	J50	T
78	j40	40	-j70	П
79	10	-j20	30	П
80	70	-j80	80	T
81	j40	40	-j70	П
82	-j80	90	j30	П
83	-j20	20	j20	T
84	-j70	70	j10	П
85	-j50	50	j50	T
86	40	-j50	60	П
87	j50	60	-j80	T
88	j70	80	-j10	П
89	-j10	10	j40	П
90	-j90	10	j20	T
91	j50	60	-j80	T
92	80	-j90	10	П
93	j10	10	-j20	П
94	j50	60	-j80	T
95	j50	50	-j90	П
96	j20	30	-j40	T
97	50	-j70	90	П
98	40	-j50	60	П
99	50	-j50	50	T
1(00)	j50	50	-j50	T



### Задание 3. Расчет низкочастотного и высокочастотного фильтров

Из указанных в таблице 3.1 элементов составить низкочастотный (ФНЧ) и высокочастотный (ФВЧ) фильтры.

Для каждого фильтра определить:

- 1) граничную частоту  $f_c$  полосы пропускания;
- 2) коэффициент затухания  $\alpha$  на частоте

$$f = f_c / N \text{ – для ФНЧ;}$$

$$f = f_c \cdot N \text{ – для ФВЧ;}$$

3) выходное напряжение фильтра на этой частоте при  $U_{ex} = 1$  В и согласованной нагрузке;

4) модуль характеристического сопротивления на этой же частоте.

**Примечание:**  $f_c$  – [Гц],  $\alpha$  – [Нп],  $U$  – [В],  $Z_c$  – [Ом].

Таблица 3.1 – Варианты заданий

№№	$L_1$ , мГн	$L_2$ , мГн	$C_1$ , мкФ	$C_2$ , мкФ	$N$
1	50	50	50	–	0,1
2	50	50	60	–	0,5
3	50	50	60	–	0,1
4	50	50	70	–	0,6
5	50	50	80	–	0,2
6	60	60	90	–	0,7
7	70	70	10	–	0,3
8	80	–	20	20	0,1
9	10	–	40	40	0,7
10	20	–	60	60	0,4
11	40	–	90	90	0,1
12	70	–	20	20	0,9
13	10	–	60	60	0,8
14	40	–	10	10	0,7
15	20	20	30	–	0,3
16	20	20	40	–	0,5
17	20	20	50	–	0,6
18	30	30	70	–	0,8
19	40	40	90	–	0,1
20	50	50	10	–	0,3
21	70	70	40	–	0,6
22	10	–	80	80	0,1
23	30	–	20	20	0,5
24	70	–	70	70	0,1
25	30	–	30	30	0,6
26	90	–	10	10	0,3
27	60	–	90	90	0,1
28	50	–	80	80	0,1
29	50	50	60	–	0,3
30	60	60	70	–	0,1
31	60	60	80	–	0,9
32	60	60	90	–	0,7
33	70	70	10	–	0,6
34	80	80	20	–	0,5
35	90	90	40	–	0,4
36	10	–	60	60	0,3
37	30	–	90	90	0,3
38	60	–	30	30	0,4
39	10	–	70	70	0,5
40	40	–	20	20	0,7

№№	$L_1$ , мГН	$L_2$ , мГН	$C_1$ , МКФ	$C_2$ , МКФ	$N$
41	90	–	80	80	0,9
42	50	–	40	40	0,3
43	70	70	40	–	0,6
44	10	–	80	80	0,1
45	50	50	50	–	0,1
46	70	–	70	70	0,1
47	20	20	50	–	0,6
48	90	–	10	10	0,3
49	50	50	60	–	0,3
50	50	–	80	80	0,1
51	30	–	90	90	0,3
52	60	60	70	–	0,1
53	50	50	50	–	0,1
54	60	60	90	–	0,7
55	60	60	70	–	0,1
56	60	60	80	–	0,9
57	90	90	40	–	0,4
58	50	50	80	–	0,2
59	30	–	90	90	0,3
60	20	20	50	–	0,6
61	10	–	70	70	0,5
62	50	50	60	–	0,5
63	50	50	60	–	0,1
64	40	–	90	90	0,1
65	70	–	20	20	0,9
66	50	50	50	–	0,1
67	10	–	70	70	0,5
68	40	–	20	20	0,7
69	20	20	30	–	0,3
70	20	20	40	–	0,5

№№	$L_1$ , мГН	$L_2$ , мГН	$C_1$ , МКФ	$C_2$ , МКФ	$N$
71	50	50	50	–	0,1
72	30	–	20	20	0,5
73	80	80	20	–	0,5
74	30	–	30	30	0,6
75	40	–	90	90	0,1
76	70	–	20	20	0,9
77	20	20	50	–	0,6
78	60	–	90	90	0,1
79	70	70	10	–	0,6
80	10	–	40	40	0,7
81	20	–	60	60	0,4
82	50	50	60	–	0,3
83	90	–	80	80	0,9
84	50	–	40	40	0,3
85	10	–	60	60	0,3
86	60	60	80	–	0,9
87	50	50	50	–	0,1
88	50	50	70	–	0,6
89	60	–	30	30	0,4
90	20	20	50	–	0,6
91	10	–	60	60	0,8
92	40	–	10	10	0,7
93	50	50	50	–	0,1
94	10	–	70	70	0,5
95	40	–	20	20	0,7
96	90	–	80	80	0,9
97	50	–	40	40	0,3
98	60	60	90	–	0,7
99	70	70	10	–	0,3
1(00)	80	–	20	20	0,1

Образец титульного листа

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Уфимский государственный авиационный технический университет  
Филиал в г.Стерлитамаке

Кафедра ЕНиОПД

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ  
С МНОГОПОЛЮСНИКАМИ

Расчетно-графическая работа  
по курсу Теоретические основы электротехники

Вариант № \_\_\_\_\_

Выполнил:  
студент группы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Принял: \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Стерлитамак – 2013