

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**"Национальный исследовательский университет**

**"Высшая школа экономики"**

**Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова НИУ**

**ВШЭ**

**Департамент компьютерной инженерии**

**Курс: Электротехника, электроника и метрология**

**Домашняя работа №1**

**Студент: Дудина Валерия Романовна**

**Группа: БИВ196**

**Вариант: 6**

**Дата сдачи: 1.02.2021**

**Москва 2021**

**Домашнее задание 1 «Расчёт электрических схем по законам Кирхгофа» группа БИВ-196**

Указания к оформлению:

- 1) Решение выполняется на белых листах формата А4 с одной стороны.
- 2) Решение каждой задачи должно быть проверено с помощью программы схемотехнического моделирования (следует приложить описание электрической схемы и листинг/график с результатами машинного расчёта).
- 3) Системы уравнений должны решаться только с помощью программ математического моделирования (следует приложить листинг решения).

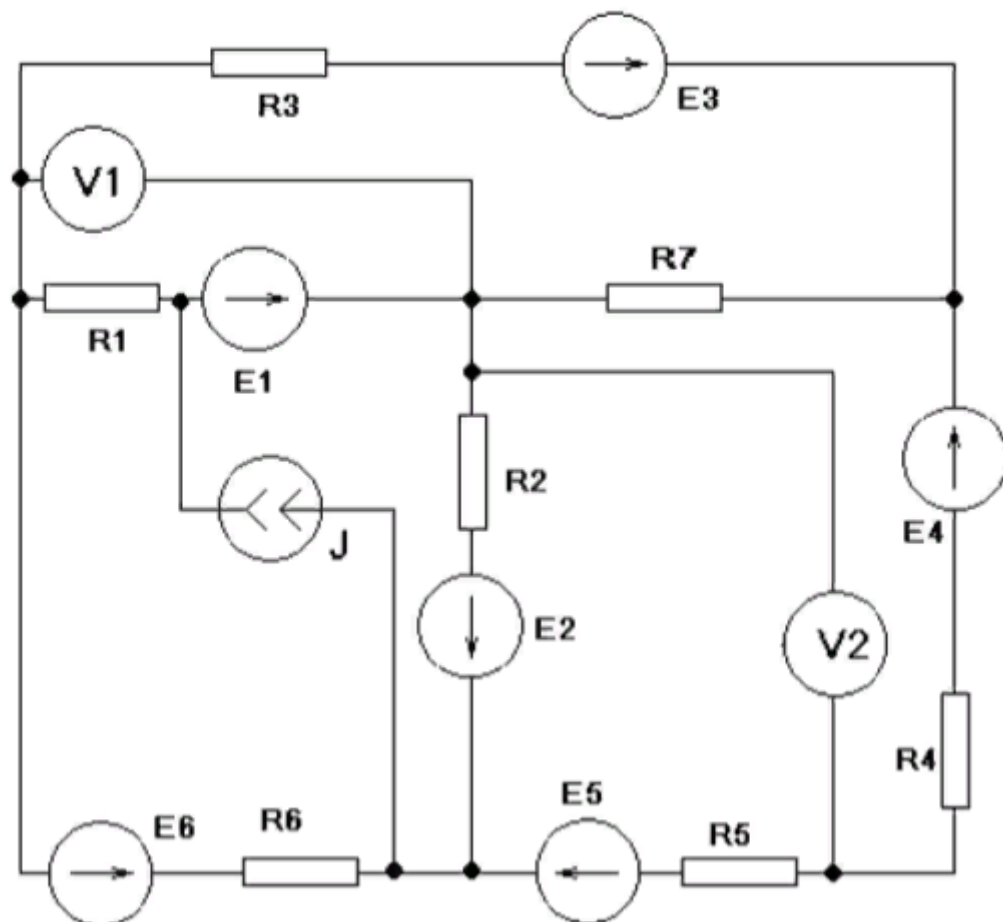
**вариант 6**

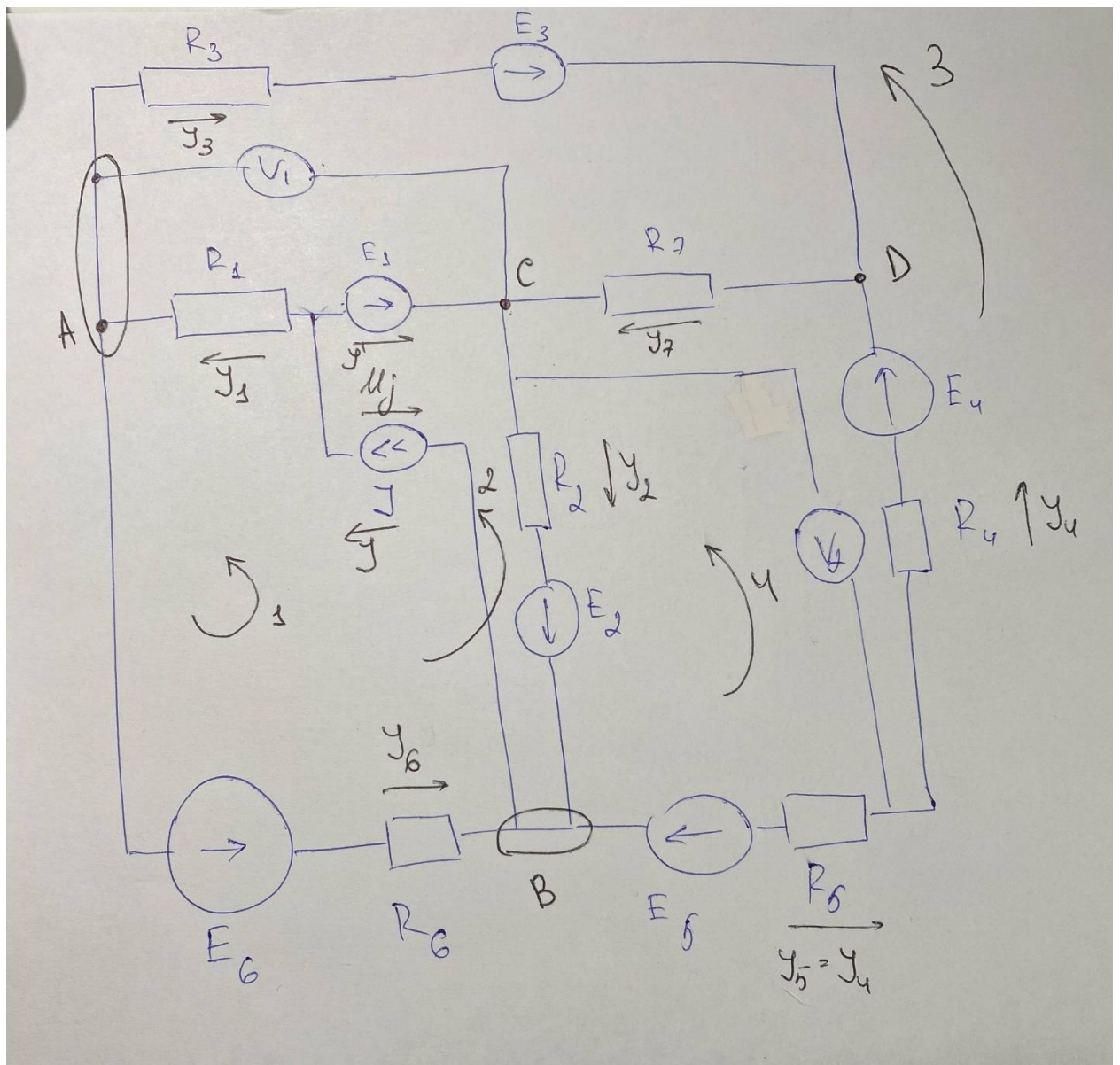
R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	E1	E2	E3	E4	E5	E6	J, A
Ом														
2	3	4	6	4	4	7	8	30	30	40	50	60	20	1

1. Написать по законам Кирхгофа систему уравнений для определения неизвестных токов и напряжений в ветвях схемы.
2. Определить неизвестные токи и напряжения в ветвях схемы, решив полученную систему уравнений.
3. Составить баланс мощностей для исходной схемы.
4. Определить напряжение измеряемое вольтметрами.
5. Рассчитать режим схемы с помощью программы SPICE.

Указания

1. Номер схемы соответствует порядковому номеру, под которым фамилия студента занесена в групповом журнале.
2. Числовые данные параметров схем приведены в таблице и выбираются в соответствии с номером группы.





Узлы (по 1 правилу Кирхгофа):

A:  $I_1 = I_6 + I_3$

B:  $I_6 + I_2 = I_4 + I_1$

C:  $I_1 + I_7 = I_2$

D:  $I_4 + I_3 = I_7$

Контуры (по 2 правилу Кирхгофа):

1  $E_6 + U_j = R_1 I_1 + R_6 I_6$

2  $E_6 - E_2 - E_1 = R_1 I_1 + R_6 I_6 - R_2 I_2$

3  $E_6 - E_5 + E_4 - E_3 = R_6 I_6 + (R_4 + R_5) I_4 - R_3 I_3$

4  $E_2 + E_4 = E_5 = R_7 I_7 + R_2 I_2 + (R_4 + R_5) I_4$

Решение системы уравнений

Пусть  $I_1 = a$ ;  $I_2 = b$ ;  $I_3 = c$ ;  $I_4 = d$ ;  $I_6 = f$ ;  $I_7 = g$ ;  $U_j = k$ ;  $I_1' = l$

Тогда систему уравнений имеет вид:

$$a = c + f$$

$$b + f = d + 1$$

$$g + l = b$$

$$c + d = g$$

$$k + 20 = 2a + 4f$$

$$-40 = -3b + (2a + 4f)$$

$$-30 = -4c + (10d + 4f)$$

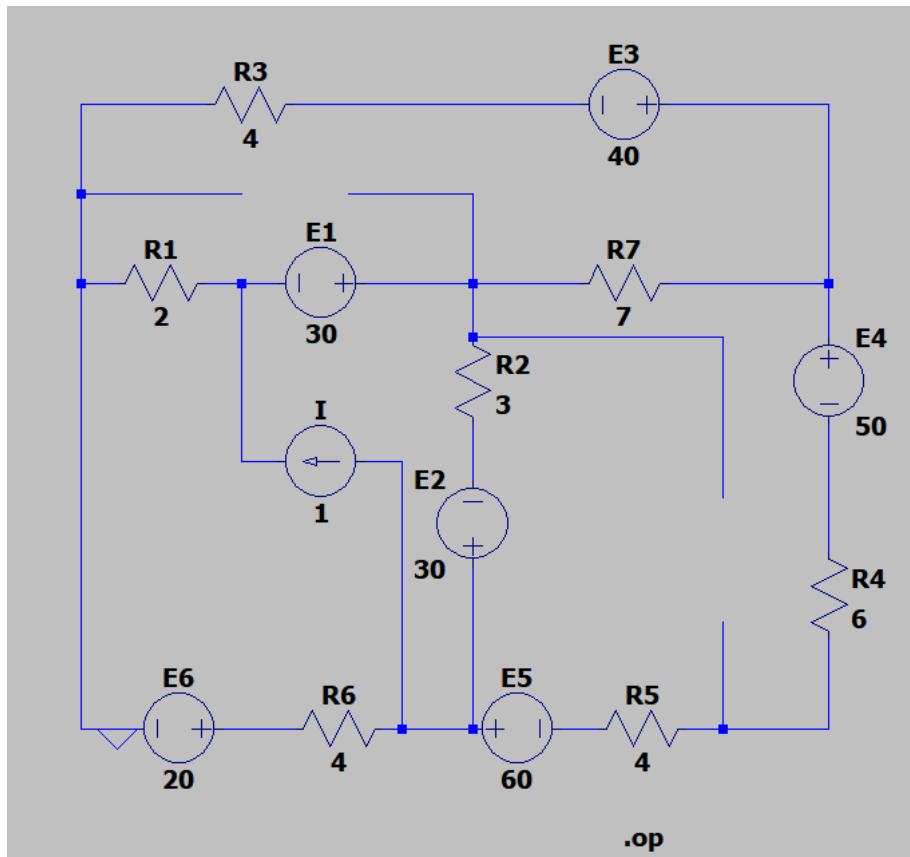
$$20 = 10d + (3b + 7g)$$

Решение системы уравнений:

```
a1 = -2.918417799752781
b1 = 5.19406674907293
c1 = 1.726823238566131
d1 = -0.4511742892459827
f1 = -4.645241038318912
g1 = 1.275648949320148
k1 = -44.41779975278121
l1 = 3.918417799752781
```

---

Схема в LTSpice:



```
--- Operating Point ---
V(n001):      -6.90729      voltage
V(n002):      33.0927      voltage
V(n007):      -16.9073     voltage
V(n010):      -19.6143     voltage
V(n009):      -21.419      voltage
V(n005):      38.581       voltage
V(n006):      8.58096      voltage
V(n003):      24.1632      voltage
V(n008):      20           voltage
V(n004):      -5.83684     voltage
I(I):         1            device_current
I(R7):        1.27565      device_current
I(R1):        -2.91842     device_current
I(R6):        4.64524      device_current
I(R2):        5.19407      device_current
I(R5):        0.451174     device_current
I(R4):        0.451174     device_current
I(R3):        -1.72682     device_current
I(E1):        -3.91842     device_current
I(E6):        4.64524      device_current
I(E2):        -5.19407     device_current
I(E5):        -0.451174    device_current
I(E4):        0.451174     device_current
I(E3):        -1.72682     device_current
```

### Баланс мощностей:

Потребляемая мощность

$$P_1 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6 + I_7^2 R_7$$

Мощность источников

$$P_2 = E_6 I_6 - E_5 I_5 + E_4 I_4 + E_2 I_2 + E_3 I_3 + E_1 I_1 + U_j$$

Пусть  $P_1 = p$  и  $P_2 = t$ , тогда

$$7g^2 + (4f^2 + (10d^2 + (4c^2 + (2a^2 + 3b^2)))) = p_1$$

$$t = k + (30l + (40c + (30b + (50d + (-60d + 20f))))))$$

$$p_{11} = \frac{169596}{809}$$

=

$$\frac{169596}{809}$$

=

209.636588380717

$$t_1 = \frac{169596}{809}$$

=

$$\frac{169596}{809}$$

=

209.636588380717

**$P_1 = P_2$ , значит, вычисления верны.**

**Напряжения на вольтметрах**

Напряжения на вольтметрах по расчетам:

$$V_1 = E_1 - I_1 R_1 = 30 - 2,92 \cdot 2 = 24,16$$

$$V_2 = E_2 - E_5 - I_2 R_2 + I_5 R_5 = -30 - 15,57 + 1,8 = -43,77$$

Напряжения на вольтметрах по схеме LTSpice:

$$V_1 = 24.16$$

$$V_2 = -43,77$$

