

Группа _____

К работе допущен _____

Студент _____

Работа выполнена _____

Преподаватель _____

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.02

1. Цель работы.

- Исследовать зависимость полной мощности, полезной мощности, мощности потерь, падения напряжения во внешней цепи и КПД источника от силы тока в цепи
- Найти значения параметров источника: электродвижущей силы и внутреннего сопротивления, оценить их погрешность

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Получить данные измерений (построить экспериментальную выборку);
- Исследовать зависимость полной, полезной мощностей и мощности потерь и падения напряжения во внешней цепи и КПД источника от силы тока в цепи;
- Найти значения параметров источника: электродвижущей силы и внутреннего сопротивления, оценить их погрешности.

3. Объект исследования.

Цепь, собранная на стенде СЗ-ЭМ01. Контур с исследуемым источником тока и регулируемым внешним сопротивлением.

4. Метод экспериментального исследования.

Условные прямые измерения значений силы тока и напряжения на участке цепи.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\varepsilon = U + Ir = I(R + r)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (I_i - \bar{I})(U_i - \bar{U})}{\sum_{i=1}^N (I_i - \bar{I})^2}$$

$$\varepsilon = \bar{U} + \bar{I}|r|$$

$$\Delta x = \sqrt{(\overline{\Delta x})^2 + \left(\frac{2}{3}\Delta_{ux}\right)^2}$$

$$: \Delta z = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x_1} \Delta x_1\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial x_2} \Delta x_2\right)^2}; z = f(x_1, x_2)$$

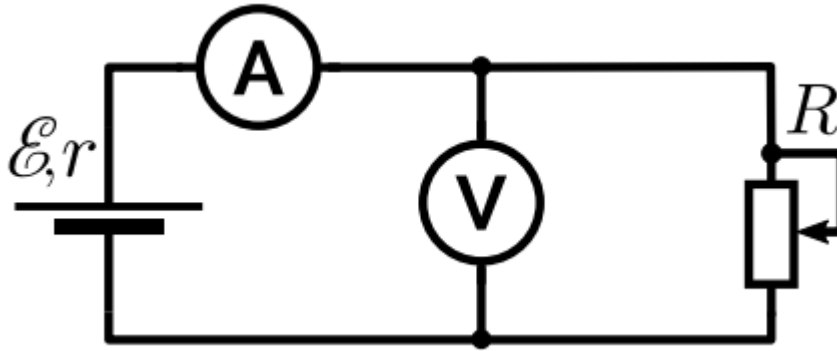
$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$$

$$\Delta r = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{D(n-2)}}; \Delta \varepsilon = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{(n-2)}} \cdot \left(\frac{1}{n} + \frac{\bar{I}^2}{D}\right); d_i = U_i - (\varepsilon - I_i |r|); D = \sum_{i=1}^N (I_i - \bar{I})^2$$

6. Измерительные приборы.

| № п/п | Наименование | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
|----------|--------------|---------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | Амперметр | Измерительный | $[0, 2 \cdot 10^{-2}]$ А | $5 \cdot 10^{-5}$ А |
| 2 | Вольтметр | Измерительный | $[0, 20]$ В | $5 \cdot 10^{-3}$ В |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).



8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

| № | U, В | I, мА | Pr, мВт | Ps, мВт | P, мВт |
|----|------|-------|---------|---------|--------|
| 1 | 0,04 | 15,11 | 0,60 | 159,82 | 157,90 |
| 2 | 2,05 | 12,15 | 24,91 | 103,34 | 126,97 |
| 3 | 2,99 | 10,16 | 30,38 | 72,26 | 106,17 |
| 4 | 3,71 | 9,69 | 35,95 | 65,73 | 101,26 |
| 5 | 4,40 | 8,67 | 38,15 | 52,62 | 90,60 |
| 6 | 4,84 | 8,02 | 38,82 | 45,02 | 83,81 |
| 7 | 5,25 | 7,41 | 38,90 | 38,44 | 77,43 |
| 8 | 5,59 | 6,92 | 38,68 | 33,52 | 72,31 |
| 9 | 5,90 | 6,43 | 37,94 | 28,94 | 67,19 |
| 10 | 6,04 | 6,18 | 37,33 | 26,73 | 64,58 |
| 11 | 6,49 | 5,59 | 36,28 | 21,87 | 58,42 |
| 12 | 6,68 | 5,30 | 35,40 | 19,66 | 55,39 |
| 13 | 6,89 | 4,99 | 34,38 | 17,43 | 52,15 |
| 14 | 7,06 | 4,75 | 33,54 | 15,79 | 49,64 |
| 15 | 7,75 | 4,60 | 35,65 | 14,81 | 48,07 |

Внутреннее сопротивление источника: 0.70 В/мА

ЭДС источника по МНК: 10.45 В

Значение тока, при котором достигается максимум значения полезной мощности:

- Экспериментальное: 7.41 мА
- Теоретическое: 7.46 мА
- Максимальное значение мощности: 30.90 мВт

Для режима согласования: 0.56 В/мА

Сила тока при КПД = 0.5: 6.58 мА

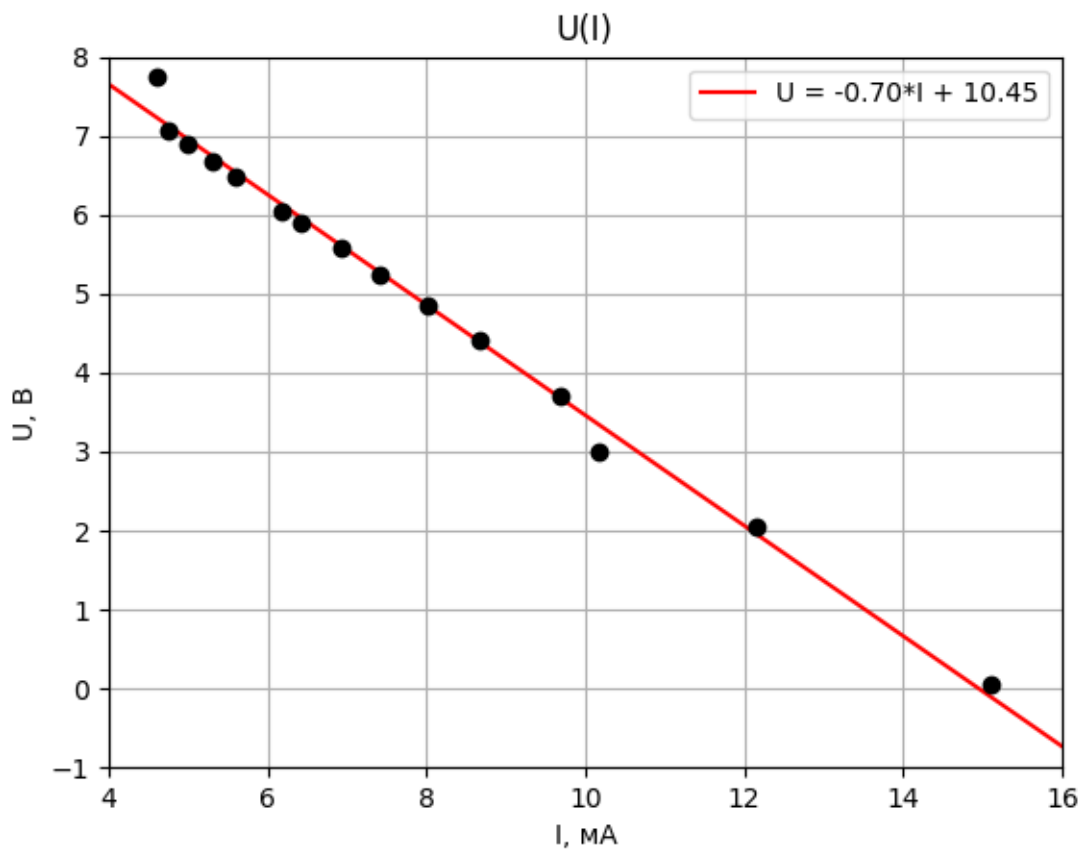
9. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

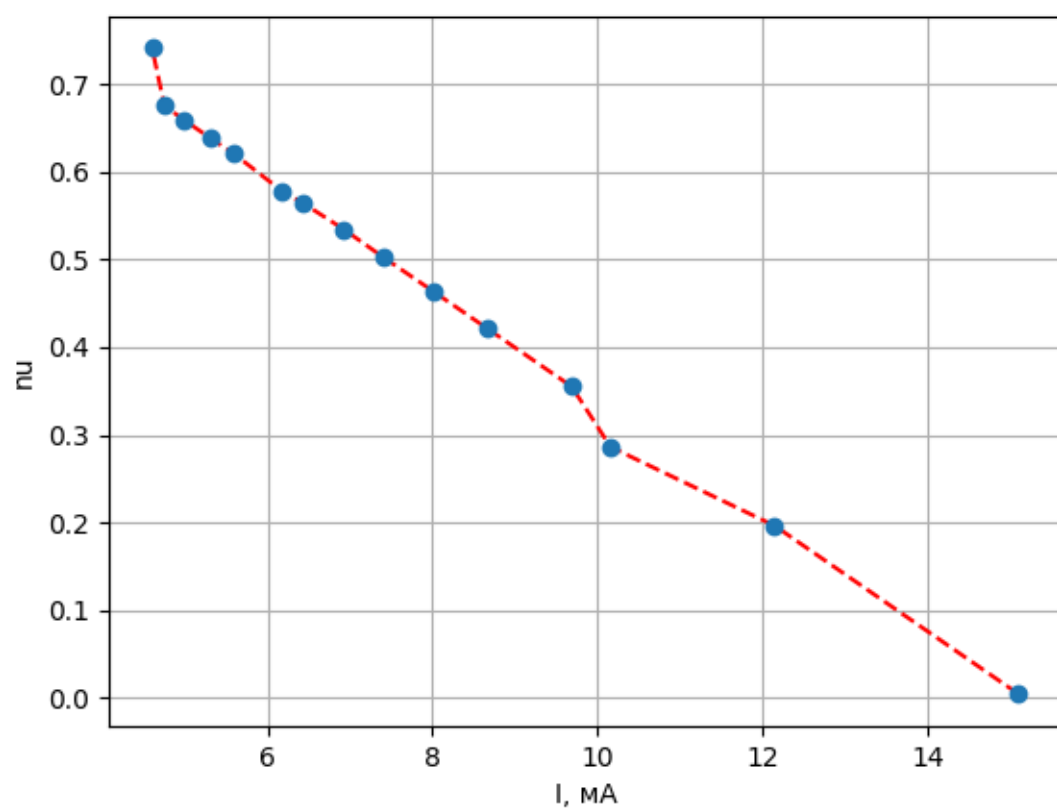
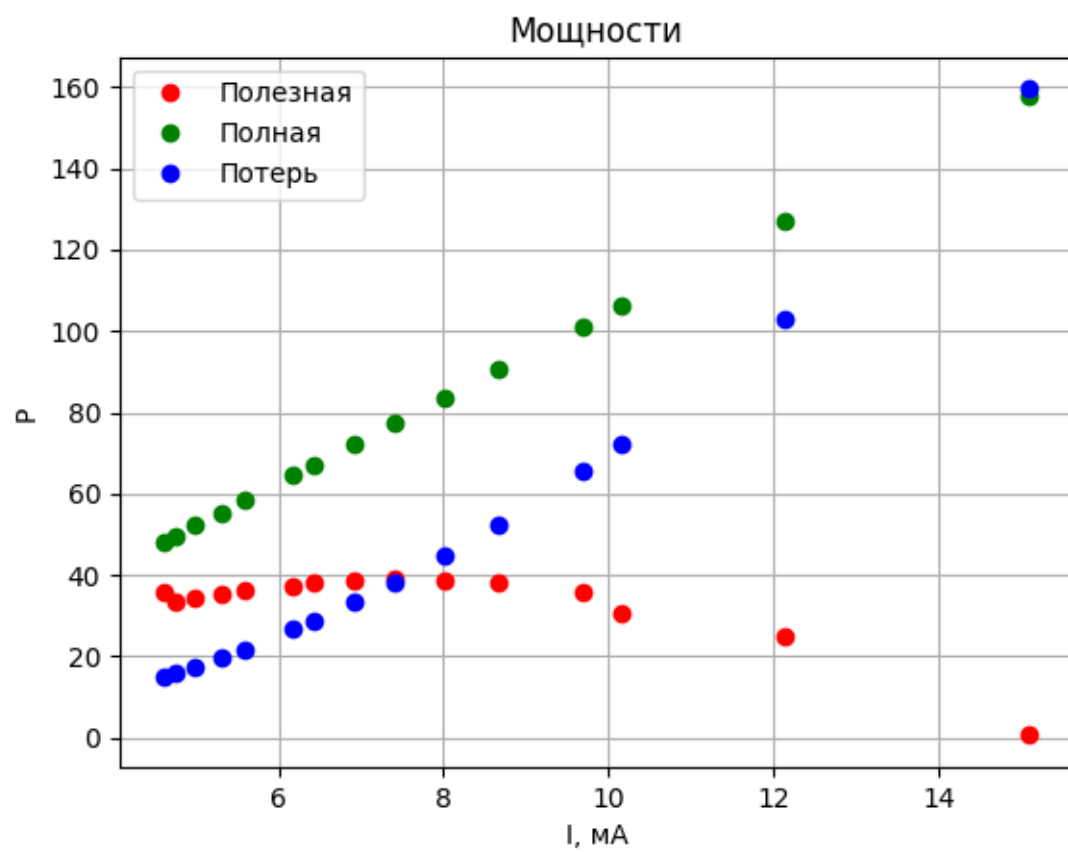
$$d_i = U_i - (\varepsilon - I_i |r|); \quad D = \sum_{i=1}^N (I_i - \bar{I})^2$$

$$\sum_{i=1}^N d_i^2 = 0,00381 \text{ мА}^2; \quad D = 81,88857 \text{ мА}^2 \quad (\Delta r = 2S_r; \quad \Delta \varepsilon = 2S_\varepsilon)$$

$$\Delta r = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{D(n-2)}} = 0,00371 \frac{\text{В}}{\text{мА}}; \quad \Delta \varepsilon = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{(n-2)} \cdot \left(\frac{1}{n} + \frac{\bar{I}^2}{D}\right)} = 0,026874 \text{ В}$$

10. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).





11. Окончательные результаты.

Доверительный интервал для значения внутреннего сопротивления: $(0.70 \pm 0.0037) \text{ В/мА}$

Доверительный интервал для значения ЭДС источника: $(10.45 \pm 0.0269) \text{ В}$

Значение тока, при котором достигается максимум значения полезной мощности:

$$I = 7.41 \text{ мА}, P_{\text{r max}} = 30.90 \text{ мВт}$$

Для режима согласования: $R = 0.56 \text{ В/мА}$

12. Выводы и анализ результатов работы.

После построения экспериментальной выборки были рассчитаны необходимые косвенные

значения мощностей (полезной, потерь и полной) и КПД источника. Построены и исследованы зависимости значений мощностей и КПД источника от силы тока в цепи.

Методом наименьших квадратов были подсчитаны значения ЭДС и внутреннего сопротивления с соответствующими погрешностями. Было рассчитано значение силы тока,

при котором в данной конфигурации вырабатывается максимальная полезная мощность, проверено, что при этом значении значение КПД источника становится равным 50%.

Найдено значение сопротивления при режиме согласования с источником тока и проверено,

что это значение совпадает со значением внутреннего сопротивления источника.

13. Дополнительные задания.

14. Выполнение дополнительных заданий.

15. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).

Примечание:

1. Пункты 1-6,8-13 Протокола-отчета **обязательны** для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. При ручном построении графиков рекомендуется использовать миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.