



Виртуальная лабораторная работа

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОЩНОСТЬ

Цель работы: с помощью компьютерной модели изучить различные режимы работы электрической цепи.

Оборудование: персональный компьютер;
математическая программа GeoGebra
<https://www.geogebra.org/>

(Android-смартфон и мобильная версия GeoGebra 2D)
<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android>

Модель: 2D GeoGebra-апплет (ЭЛД - Электрическое сопротивление)
<https://www.geogebra.org/material/download/format/file/id/AGHbAHuc>

Краткие теоретические сведения

Полезная мощность, выделяющаяся в электрической цепи при прохождении по ней тока, определяется следующим образом:

$$P_{\text{ПОЛЕЗНАЯ}} = I^2 R \quad (1)$$

Воспользуемся законом Ома для полной цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{(R + r_0)}, \quad (2)$$

где I - сила тока в цепи, ε - ЭДС источника питания, R - сопротивление внешнего (по отношению к источнику) участка цепи, а r_0 - внутреннее сопротивление этого источника. Подставим выражение (2) в (1) и получим:

$$P_{\text{ПОЛЕЗНАЯ}}(R) = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r_0)^2} \quad (3)$$

Иследуем эту функцию. Из (1) следует, что зависимость $P(R)$ является экстремальной (т.е. где-то достигает *экстремума*), т.к. является произведением

двух величин, меняющихся обратно пропорционально друг другу.

Убедиться в этом можно также применяя производную. Действительно, в точке экстремума темп изменения функции равен нулю, а значит равна нулю и производная. Найдём и приравняем её нулю:

$$P'(R) = \left(\frac{\varepsilon^2 R}{(R + r_0)^2} \right)' = \frac{\varepsilon^2 (R + r_0)^2 - 2\varepsilon R (R + r_0)}{(R + r_0)^4} = 0,$$

$$\Rightarrow \varepsilon^2 (R + r_0)^2 - 2\varepsilon R (R + r_0) = 0; \Rightarrow R = r_0$$

Таким образом, максимум полезной мощности достигается при $R = r_0$.

В данной работе необходимо опытным путём убедиться в экстремальном характере зависимости $P(R)$ и построить график такой зависимости.

Порядок выполнения работы

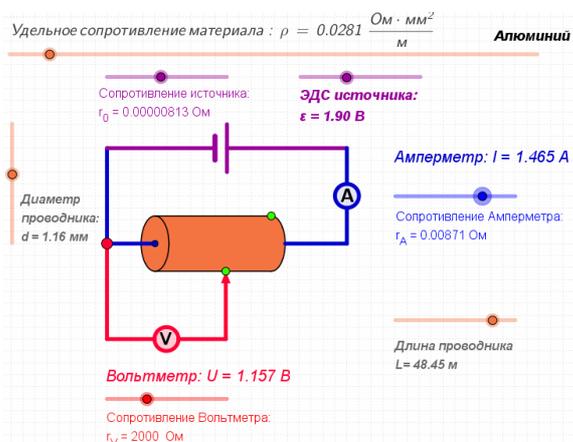


Рис. 1. GeoGebra-апплет

3. **Выясните**, что представляют собой различные режимы работы электрической цепи (или источника питания):
 - короткое замыкание
 - согласованная нагрузка

1. **Откройте** апплет "ЭЛД - Электрическое сопротивление" (Файл /Открыть файл с GeoGebra..., а далее воспользоваться поиском по названию апплета "ЭЛД - Электрическое сопротивление").
2. **Изучите** апплет, изображающий электрическую цепь, состоящую из источника питания с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r_0 , амперметра сопротивлением r_A , вольтметра сопротивлением r_V и проводника длиной L , диаметром d и удельным сопротивлением ρ . С помощью виджетов в апплете Вы можете менять значения всех указанных параметров

- номинальный режим
- холостой ход

Запишите понятные Вам определения этих режимов и условия их реализации в цепи.

- С помощью виджетов **установите параметры** измерительных приборов таким образом, чтобы они максимально соответствовали идеальным. **Поясните**, как этого достичь.
- Установите** подвижный контакт вольтметра так, чтобы он показывал разность потенциалов между концами проводника.
- Выберите** произвольный материал проводника, меняя удельное сопротивление ρ . **Установите** диаметр d проводника произвольным, а его длину L - максимально возможной. **Рассчитайте** и **запишите** значение сопротивления проводника при данных параметрах R_{MAX} .
- Установите** произвольное значение ЭДС ε источника, а его внутреннее сопротивление r_0 **выберите** равным примерно $0,1 \cdot R_{MAX}$.
- Изменяйте** длину L проводника и **записывайте** показания амперметра I в *таблицу 1*. Необходимо получить не менее 15 значений, из которых около 5 выберите в близкой окрестности от $0,1 \cdot L_{MAX}$.
- Вычислите** сопротивление R проводника при различных значениях его длины L . Результаты занесите в *таблицу 1*.
- По данным *таблицы 1* на миллиметровой бумаге или с помощью *Excel* **постройте графики** зависимости от сопротивления проводника R полной мощности

$$P_{ПОЛНАЯ} = I \cdot \varepsilon = \frac{\varepsilon^2}{(R + r_0)},$$

полезной мощности

$$P_{ПОЛЕЗНАЯ} = I \cdot U = I^2 \cdot R = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r_0)^2},$$

коэффициента полезного действия

$$\eta = \frac{P_{ПОЛЕЗНАЯ}}{P_{ПОЛНАЯ}} = \frac{I \cdot U}{I \cdot \varepsilon} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{I \cdot R}{\varepsilon} = \frac{\frac{\varepsilon}{(R + r_0)} \cdot R}{\varepsilon} = \frac{R}{(R + r_0)}.$$

- На полученных графиках **отметьте** различные режимы работы электрической цепи.
- Сделайте общие выводы** по Вашему исследованию.

Таблица 1. Зависимость мощности и КПД от сопротивления

N	Измерено		Вычислено			
	L, м	I, А	R, Ом	P _{ПОЛНАЯ} , Вт	P _{ПОЛЕЗНАЯ} , Вт	η
1						
2						
3						
4						
5						
...						
15						

