

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА»

Институт информационных технологий и технологического образования
Кафедра компьютерных технологий и технологического образования

Основная профессиональная образовательная программа
Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) «Технологии разработки программного обеспечения»
форма обучения – очная

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: «Информационные технологии в физике»

«Расчет сопротивления электрической цепи: примеры и визуализация»

Обучающегося 1 курса:

_____ Ал-Обайди Л.М.

Руководитель:

Кандидат педагогических наук, доцент

_____ Гончарова С. В.

« ____ » _____ 2020 г.

Санкт-Петербург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ	3
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	4
1. Расчет сопротивления электрической цепи.	4
1.1.1 Электрическая цепь. Параллельное и последовательное соединения.	
4	
1.2 Задача	7
1.3 Математическая модель	8
2. Практическая часть	10
2.1 Среда разработки	10
2.2 Решение задачи в программе «Начало Электродинамики» + Решение задачи в ручную. Сравнение вычислений.	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ(Литература):	16

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря техногенному прогрессу человечество может реализовывать многие опыты при помощи компьютеров. Особенно это полезно тогда, когда опыт является слишком ресурсно-затратным или опасным. Также такими программами могут пользоваться не только профессионалы, но и обычные школьники. Они способны ставить опыты в электронных лабораториях по физике, химии и многим другим предметам. Ребенку намного интересней, понятней и безопасней делать опыты в таких приложениях.

В данной курсовой работе я решила рассчитать сопротивления электрической цепи при помощи одной из таких визуальных лабораторий.

Актуальность:

Компьютеры намного совершенней людей и профессионального оборудования. Именно поэтому так важно двигаться вперед и учиться пользоваться виртуальными лабораториями, которые способны сохранить время.

Объект исследования:

Проведение расчета сопротивления в электрической сети. Параллельное и последовательное подключения тока.

Цель курсовой работы:

Реализовать расчет сопротивления в электрической цепи при помощи виртуальной лабораторий “Начало Электродинамики”.

Задачи курсовой работы:

1. Проанализировать существующие физические виртуальные лаборатории.
2. Освоить среду виртуальной лаборатории “Начало Электродинамики”.
3. Реализовать физическую задачу на расчет сопротивления электрической цепи в виртуальной лаборатории «Начало Электродинамики»
4. Получить результаты. Сделать выводы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Расчет сопротивления электрической цепи.

1.1 Электрическая цепь. Параллельное и последовательное соединения.

Параллельное соединение.

В данной теме будет реализовано вычисление по закону Ома. Этот закон является эмпирическим физическим законом, которое определяет связь электродвижущей силы источника с силой тока, протекающего в проводнике, и с сопротивлением проводника.

Основная формула закона Ома:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \quad (1)$$

Где:

ε – ЭДС;

I – сила тока;

R – внешнее сопротивление;

r – внутреннее сопротивление.

По закону Ома можно найти напряжение (U) цепи по формуле(2):

$$U = IR \quad (2)$$

Из этой формулы следует, что $I = \frac{U}{R}$ и $R = \frac{U}{I}$.

ЭДС источника тока находится по формуле:

$$\varepsilon = \frac{A}{q}, \quad (3)$$

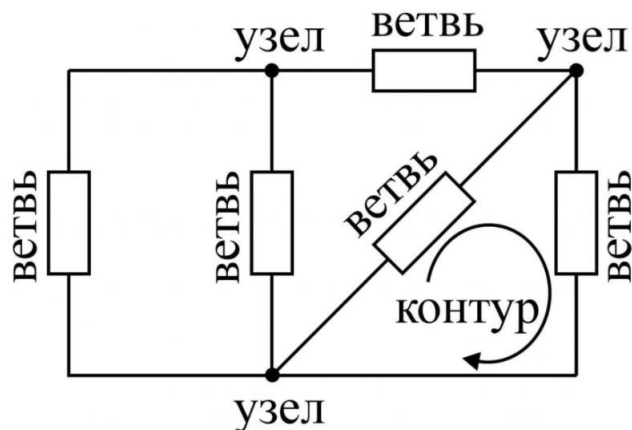
где A – сторонних сил, а q – заряд.

Сама электрическая цепь состоит из таких видимых частей:

- 1) E – источник постоянного тока – аккумулятор или генератор.
- 2) R – пассивный элемент – резистор.

- 3) L – компоненты с индуктивной характеристиками.
- 4) C – компоненты с ёмкостными характеристиками.
- 5) Провода.

Рисунок 1. Схема электрической цепи.¹



На рисунке 1 изображена схема построения электрической цепи, где:

- ветви являются участками цепи тока;
- узлы являются точки соединения нескольких ветвей;
- контуры – замкнутый путь прохождения тока.

Но при подключении важно учитывать не только сами элементы, но и подключение: оно бывает параллельное и последовательное. При разном подключении значения цепи могут разниться, рассмотрим же каждое из них.

Примечание: в повседневной жизни обычно используют смешенный тип цепи: и параллельный, и последовательный.

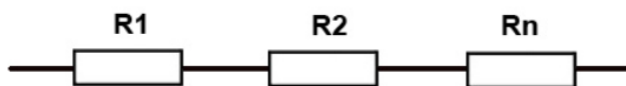
Последовательное соединение

При последовательном подключении конец одного проводника является началом другого. Пример такого подключения показан на рисунке 2. Благодаря

¹ [Электрическая цепь: правила расчета для определения силы тока \(amperof.ru\)](http://amperof.ru)

своему расположению, интенсивность силы проходящего тока через каждый элемент будет одинаковой. При всем этом есть существенный минус – если, хотя бы один элемент выйдет из строя, то вся цепь перестанет работать (пример: новогодняя гирлянда).

Рисунок 2. Последовательное подключение.²



Основные формулы, которые будут отличают последовательное подключение от параллельное:

Сила тока: $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$;

Напряжение: $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ или $\sum_i^n U_i$;

Сопротивление: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ или $\sum_i^n \frac{1}{R_i}$;

Из этих формул следует, что сила тока с при последовательном подключении нескольких элементов будет равна:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r/N} , \quad (4)$$

где N – количество проводников или аккумуляторов.

Параллельное соединение

При параллельном подключении элементы соединены так, чтобы начала и концы проводников соединяются вместе в одной точке с противоположных сторон, как показано на рисунке 3. Одно из отличий параллельного подключения является, то, что при выходе из строя одного элементов, цепь будет продолжать функционировать.

² [Электрическая цепь: правила расчета для определения силы тока \(amperof.ru\)](http://amperof.ru)

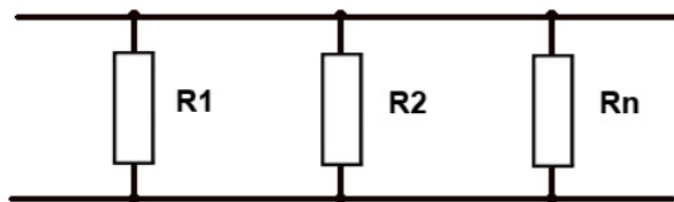


Рисунок 3. Параллельное подключение.³

Основные формулы, которые будут отличать параллельное соединение от последовательного:

Сила тока: $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ или $\sum_i^n I_i$;

Напряжение: $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$;

Сопротивление: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ или $\sum_i^n \frac{1}{R_i}$.

Из этих формул следует, что $I = \frac{\varepsilon * N}{R + r * N}$, где N – количество проводников или аккумуляторов.⁴

1.2 Задача

Задача:

*Имеется N одинаковых источников тока, которые соединяют сначала последовательно, затем параллельно, подключая каждый раз к одному и тому же внешнему сопротивлению **R**. Внутреннее сопротивление каждого источника **r**. Во сколько раз при этом изменяется напряжение на внешней части цепи?⁵*

В данной задаче нас просят найти соотношение параллельного и последовательного подключения цепи. По условию нам даны такие значения,

³ [Электрическая цепь: правила расчета для определения силы тока \(amperof.ru\)](http://amperof.ru)

⁴ Вся теория была взята с сайта [Лабораторная работа №2](#)

⁵ [ФИЗИКА: Закон Ома для всей цепи. ЗАДАЧИ на ЕГЭ \(uchitel.pro\)](#)

которые будут одинаковы при любом подключении: N (количество), R (внешнее сопротивление) и r (внутреннее сопротивление). Для удобства обозначим напряжение в первой цепи при последовательном подключении – U_1 , а напряжение во второй цепи при параллельном подключении – U_2 .

1.3 Математическая модель

Решение:

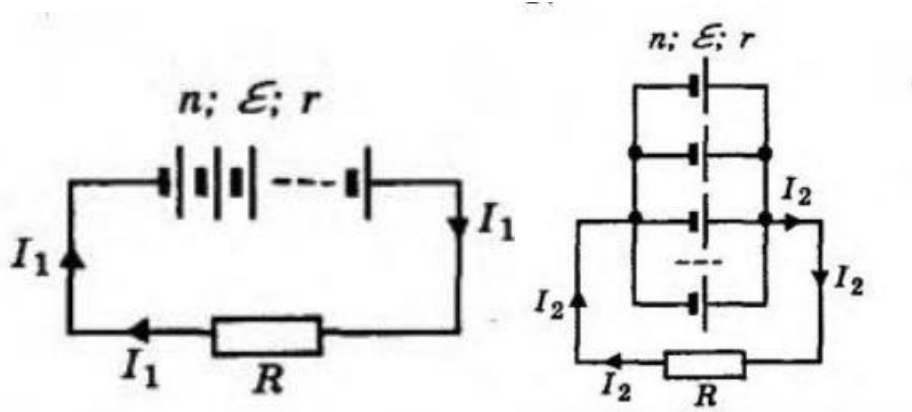
На рисунке 4 изображена схема последовательного подключения в цепи, на рисунке 5 – параллельного подключения цепи.

По закону Ома, описанного выше, напряжение внешней части с последовательным подключением цепи при сопротивлении R (по условию) равно: $U = I_1 * R$. I_1 является силой тока, текущей по цепи при последовательном соединении N одинаковых источников тока. Ее можно найти по закону Ома: $I_1 = \frac{\varepsilon}{R+r/N}$, где ε – ЭДС каждого источника тока. Из этих формул видим, что напряжение при последовательном подключении цепи равно:

$$U_1 = I_1 * R = \frac{\varepsilon N * R}{R + Nr} \quad (5) \quad \text{Рисунок}$$

4. последовательное подключение ЭДС⁶

Рисунок 5. Параллельное подключение ЭДС⁷



⁶ [ФИЗИКА: Закон Ома для всей цепи. ЗАДАЧИ на ЕГЭ \(uchitel.pro\)](http://uchitel.pro)

⁷ [ФИЗИКА: Закон Ома для всей цепи. ЗАДАЧИ на ЕГЭ \(uchitel.pro\)](http://uchitel.pro)

Найдем тоже самое у параллельного подключения цепи. При сопротивлении R , напряжение (пусть будет U_2) в цепи равно: $U_2 = I_2 * R$, где I_2 равно силе тока текущего по всей цепи при параллельном соединении N одинаковых источников тока. Силу тока при параллельном подключении цепи N источников тока, можно найти по формуле: $I_2 = \frac{\varepsilon * N}{R + r * N}$. Найдем же полную формулу напряжения при параллельном подключении цепи:

$$U_2 = I_2 * R = \frac{\varepsilon * R}{R + r/N} \quad (6)$$

Соотношение $\frac{U_2}{U_1}$ находится из формул (5) и (6).

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\varepsilon * R * (R + Nr)}{(R + \frac{r}{N}) * \varepsilon * N * R} = \frac{R + Nr}{RN + r} \quad (7)$$

Таким образом мы нашли формулу, при помощи которой можно найти соотношение между: напряжением цепи при параллельной подключении от напряжения последовательного подключения цепи.⁸

⁸Решение было взято с сайта: [ФИЗИКА: Закон Ома для всей цепи. ЗАДАЧИ на ЕГЭ \(uchitel.pro\)](http://uchitel.pro)

2. Практическая часть

По данной задаче выше:

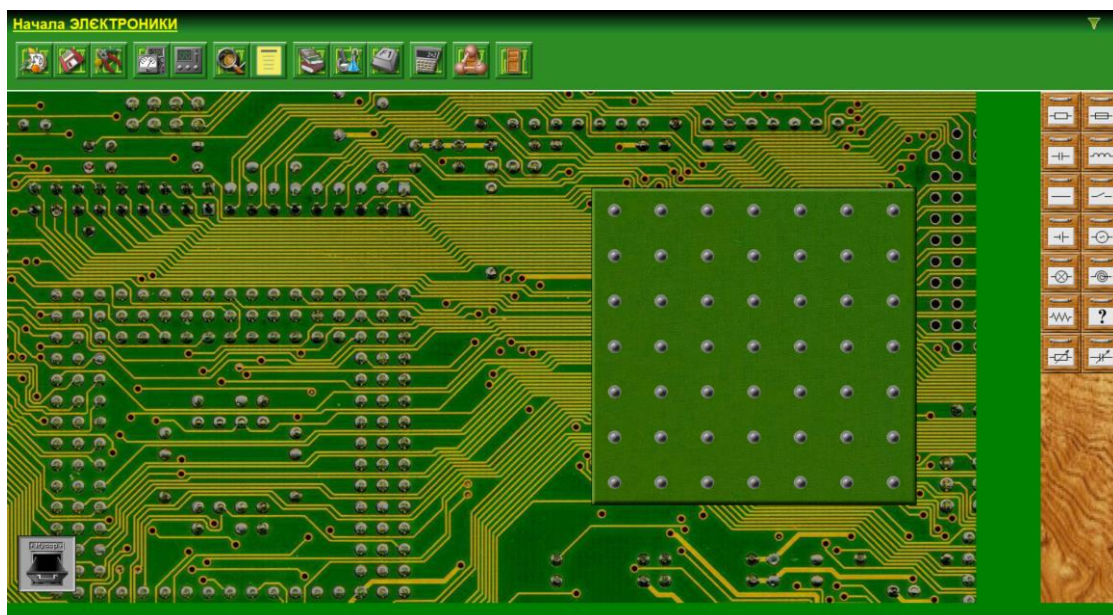
Имеется N одинаковых источников тока, которые соединяют сначала последовательно, затем параллельно, подключая каждый раз к одному и тому же внешнему сопротивлению R . Внутреннее сопротивление каждого источника r . Во сколько раз при этом изменяется напряжение на внешней части цепи?

Чтобы не ошибиться в вычислении нужно решить эту задачу не только при помощи виртуальной лаборатории, но и в ручную. Благодаря тому, что в этой задаче возможно одновременно рассмотреть и параллельное, и последовательное подключение цепи, мы сможем полностью разобраться в нашей теме.

2.1 Среда разработки

Для визуализации данной задачи была выбрана программа 'Начала Электродинамики'.

Рисунок 6. Программа 'Начало Электродинамики'

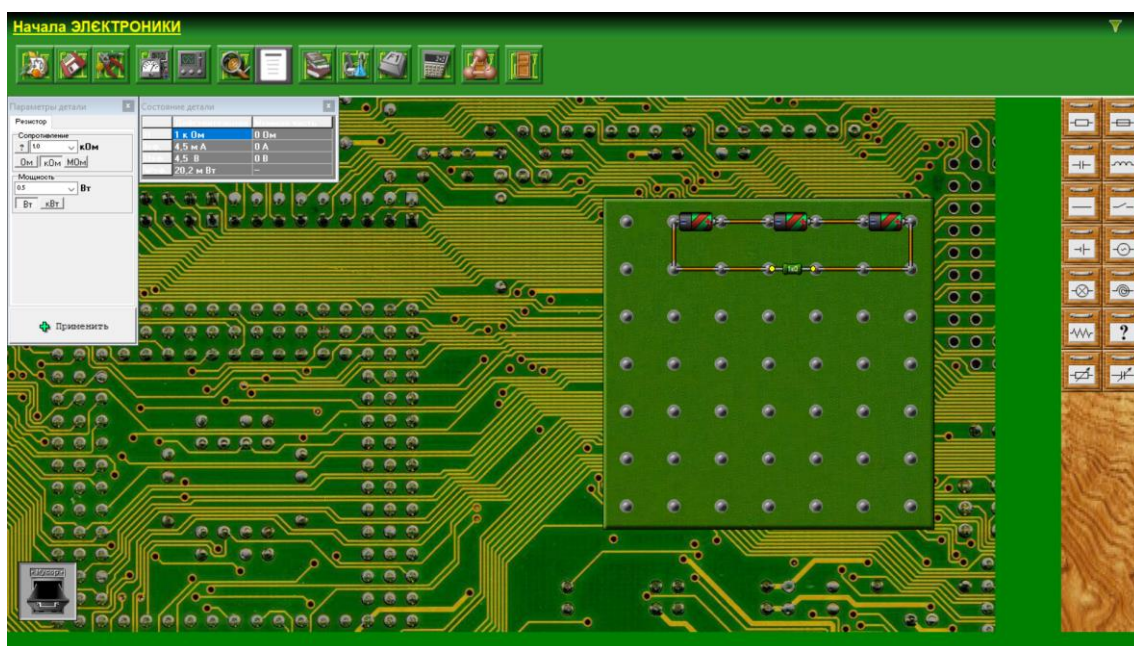


На рисунке 6 показан как выглядит рабочий стол в данной программе. Эта виртуальная лаборатория привлекательна тем, что абсолютно бесплатна. Мы видим в ней есть все, что понадобится для нашего опыта и даже больше: резистор; предохранитель; конденсатор; катушка индуктивности; монтажный провод; выключатель; источник ЭДС; генератор переменного синусоидального напряжения; лампа накаливания; нагревательный элемент; реальный проводник имеющий длину, сечение и удельное сопротивление; неизвестная деталь, которая способна быть конденсатором, резистором, катушкой индуктивности, батареей или генератором; переменное сопротивление; переменная емкость. Эта программа максимально приближена к реальным условиям, так как в ней можно: посмотреть, чему равно сопротивление, напряжение и ток в цепи при помощи осциллограмма или мультиметра; можно подключить лампочку и наблюдать за работой цепи по ее поведению (она способна гореть, не гореть или даже сгореть). Также, если вы ошиблись в значениях каких-либо элементов, то возможно перегорание любого участника цепи.

2.2 Решение задачи в программе «Начало Электродинамики» + Решение задачи вручную. Сравнение вычислений.

Для того чтобы начать работу, построим сначала последовательное подключение цепи в приложении “Начало Электродинамики” (рисунок 7):

Рисунок 7. Последовательное подключение



Чтобы проверить математическую модель, подставим собственные значения, при которых наша цепь будет функциональна: внешнее сопротивление R будет равно 1000 Ом, а внутреннее сопротивление r будет равно 0,3 Ом. Программа подсказывает нам, что Э.Д.С.(е) источников равно 1,5 В. По изображению видим, что сила тока в цепи равна 0,0045 А. Проверим это, подставив R , r и ϵ в формулу из математической модели.

$$I_1 = \frac{\epsilon}{R + r/N} = \frac{1,5}{1000 + \frac{0,3}{3}} = \frac{15}{10001} \sim 0,0015$$

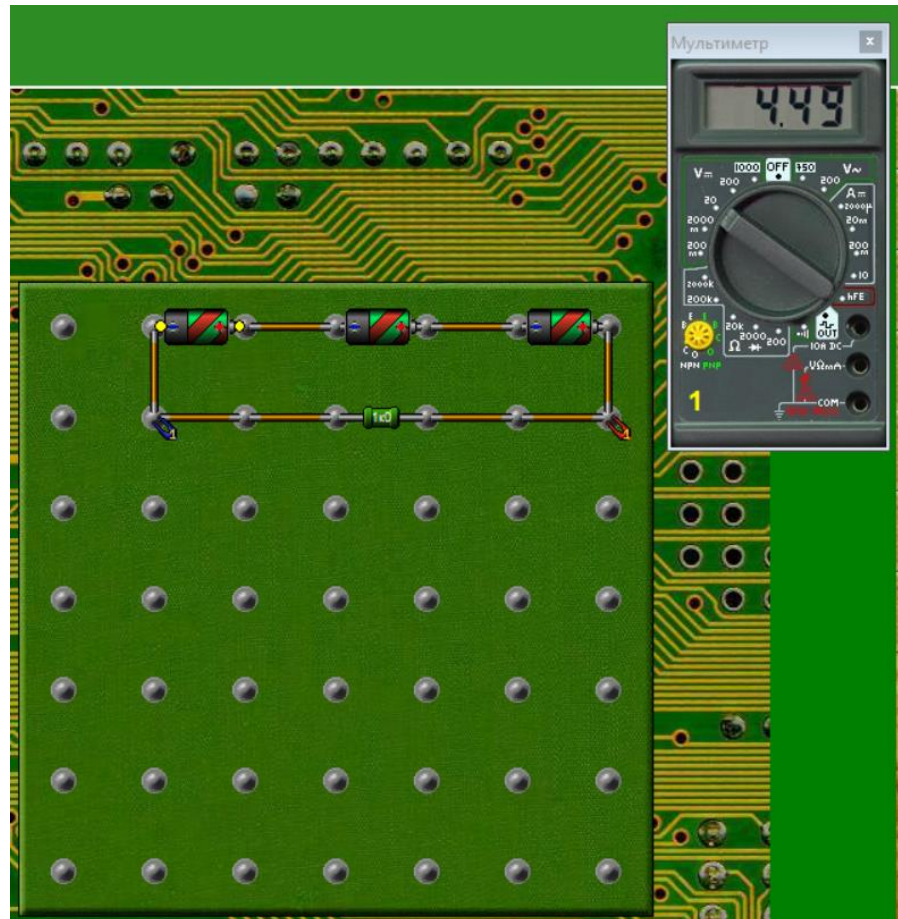
Ответ не вышел одинаковым, но не стоит забывать про относительную и абсолютную погрешность, которые могли возникнуть в самой программе, именно поэтому мы небольшая разница является не существенной.

Таким образом мы узнали что программа работает верно, хоть и с небольшой погрешностью. Найдем же U_1 (напряжение при последовательном подключении цепи), сначала при помощи математической модели (формула 5), а потом проверим ответ по виртуальной лаборатории:

$$U_1 = \frac{\varepsilon N * R}{R + Nr} = \frac{1,5 * 3 * 1000}{1000 + 3 * 0,3} = \frac{45000}{10009} \sim 4,5$$

Проверим же при помощи мультиметра (рисунок 8):

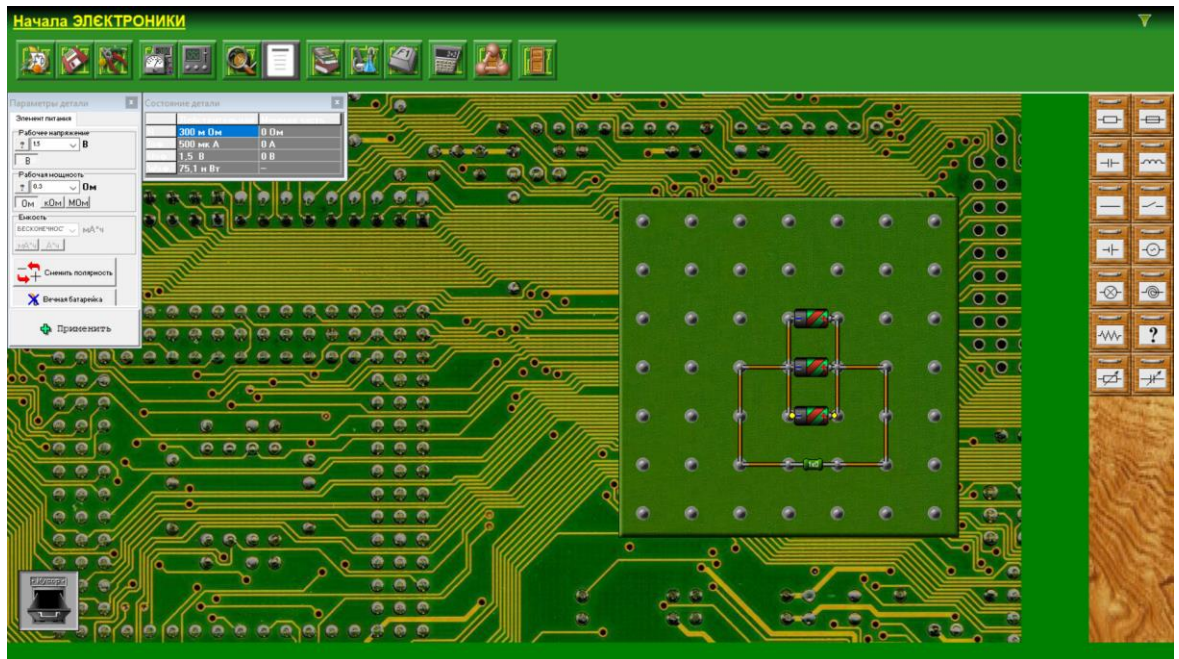
Рисунок 8. Мультиметр



Мы видим по мультиметру, что напряжение U_1 будет равно 4,49 В, что почти равно ответу по нашей формуле из математической модели. Таким образом мы решили и проверили результат. Повторим тоже самое и для параллельного подключения.

Сначала нужно построить цепь с параллельным подключением цепи в виртуальной лаборатории (рисунок 9):

Рисунок 9. Параллельное соединение.



Подставим наши значения из последовательного подключения цепи в параллельное: внешнее сопротивление R равно 1000 Ом, внутреннее сопротивление r равно 0,3 Ом, источник Э.Д.С. равен 1,5 В. Для того чтобы проверить, правильно ли программа ищет ток в цепи, подставим значение в формулу из математической модели:

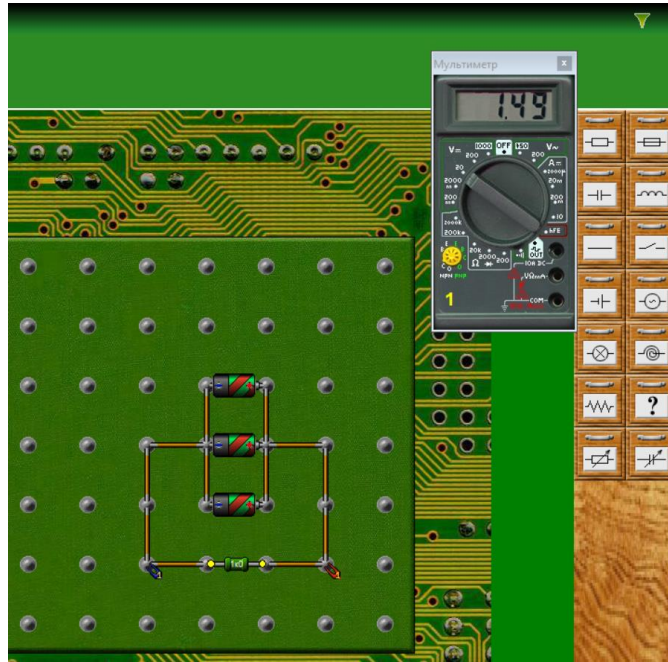
$$I_2 = \frac{\varepsilon * N}{R + r * N} = \frac{1,5 * 3}{1000 + 0,3 * 3} = \frac{45}{10009} \sim 0,0045 \text{ A}$$

Сила тока при параллельном подключении находится по формуле : $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$, из этого делаем вывод, что по нужно будет высчитать ее так: $I_2 = I_{e1} + I_{e2} + I_{e3} + I_R = 0,0005 + 0,0005 + 0,0005 + 0,0015 = 0,003 \text{ A}$, таким образом мы опять видим погрешность, но она не значительна. Найдем же напряжение параллельного подключения.

$$U_2 = \frac{\varepsilon * R}{R + r/N} = \frac{1,5 * 1000}{1000 + \frac{0,3}{3}} = \frac{15000}{10001} \sim 1,5 \text{ V}$$

Сравним с тем значением, который выводит мультиметр (рисунок 10):

Рисунок 10. Мультиметр



По рисунку видим, что $U_2 \sim 1,5$, что равно нашему значению, значит напряжение найдено верно.

Благодаря найденным формулам, находим соотношение напряжений по полным формулам:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{1,5}{4,5} = \frac{1}{3} \sim 0,3(3)$$

Сравним же с выведенной формулой из математической модели:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R+Nr}{RN+r} = \frac{1000+3*0,3}{1000*3+0,3} = \frac{1000,9}{3000,3} \sim 0,3(3)$$

Ответы получились равными, а это значит, что найденное соотношение между напряжениями параллельного и последовательного подключений в цепи найдены верно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной курсовой работе были решены и рассмотрены данные задачи:

- 1) Была проанализирована и освоена одна из виртуальных лабораторий, под названием «Начало Электродинамики».
- 2) Была реализована физическая задача на расчет сопротивления электрической цепи в виртуальной лаборатории “Начало Электродинамики”
- 3) По осуществленному решению можно узнать, что от выбора последовательности подключения в цепи многое зависит.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ(Литература):

1. [Закон Ома — Википедия \(wikipedia.org\)](#)
2. Лебедева И.В.: [Закон Ома для участка цепи//год создания -2003](#)
3. Лебедева И.В.: [Лабораторная работа №2//год создания 2003](#)
4. [ФИЗИКА: Закон Ома для всей цепи. ЗАДАЧИ на ЕГЭ \(uchitel.pro\)//год создания 2020](#)
5. Лазарев В.В., Плотников А.С., Кокушкин С.В., Виноградов А.А., Галичев И.В.: [Электрическая цепь: правила расчета для определения силы тока \(amperof.ru\)//год создания 2017](#)