Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

“Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева”

Кафедра процессов и аппаратов химической технологии

Дисциплина: Электротехника и промышленная электроника

**Лабораторная работа №1:**

«Расчет электрической цепи постоянного тока с использованием законов Ома и Кирхгофа»

**Вариант 9**

Выполнили: Стародубцева Надежда и Землянухин Андрей

Группа: Тм-36

Проверила: Беляева Юлия Александровна

Москва 2024

**Цель работы:** исследование вольтамперных характеристик многоконтурной электрической цепи постоянного тока с использованием закона Ома и законов Кирхгофа **двумя методами:**

**1. Экспериментальный** – имитационное моделирование в среде Multisim

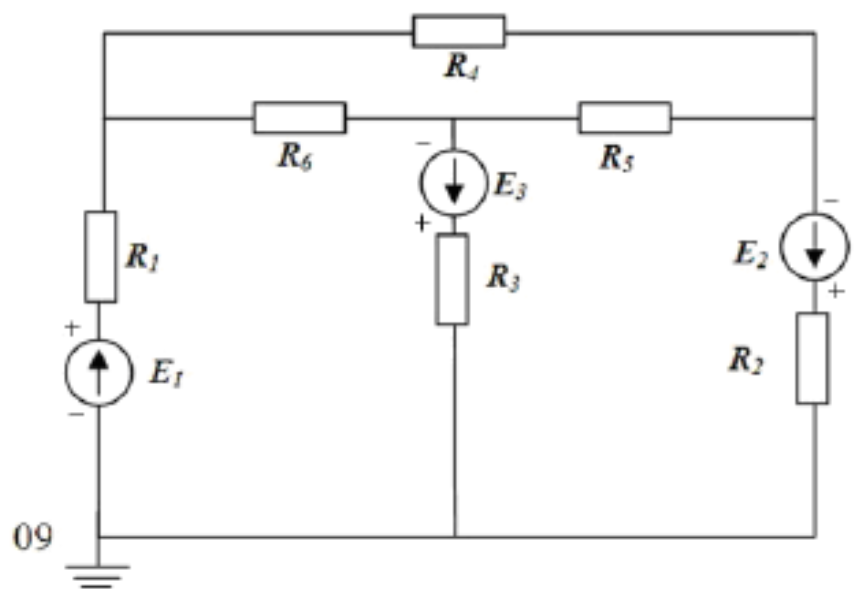
**2**. **Расчетный**  - математическое моделирование в любой среде, такой как MathCad или Excel

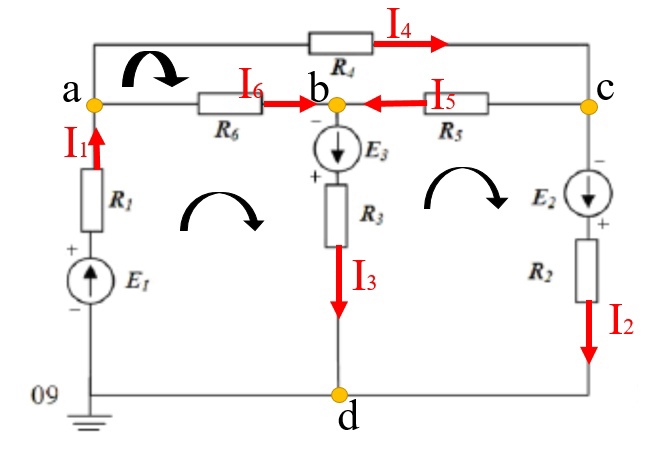
**Данные номинальных значений параметров цепи:**

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Варианта | E1 | E2 | E3 | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 |
| В | | | Ом | | | | | |
| 9 | 94 | 138 | 92 | 9 | 17 | 4 | 5 | 34 | 15 |

*Исходная схема варианта 9*

**



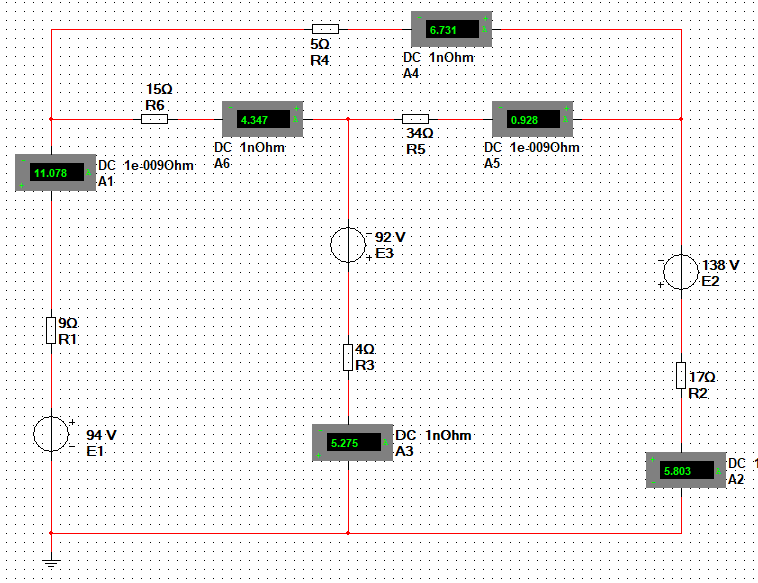
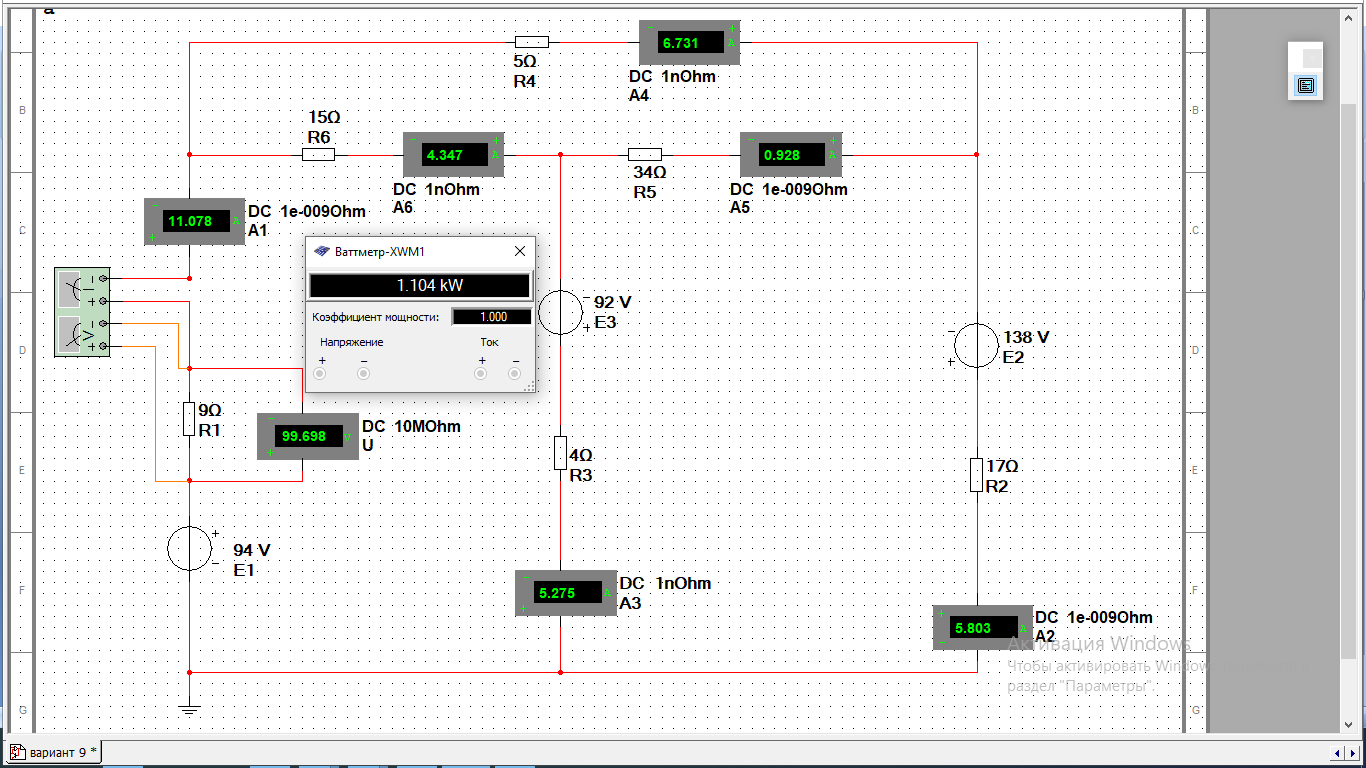


Рисунок 1. Схема установки

***Экспериментальная часть.***

1. C помощью амперметров, вольтметра и ваттметра определили значения всех токов, напряжения и мощность на нагрузке



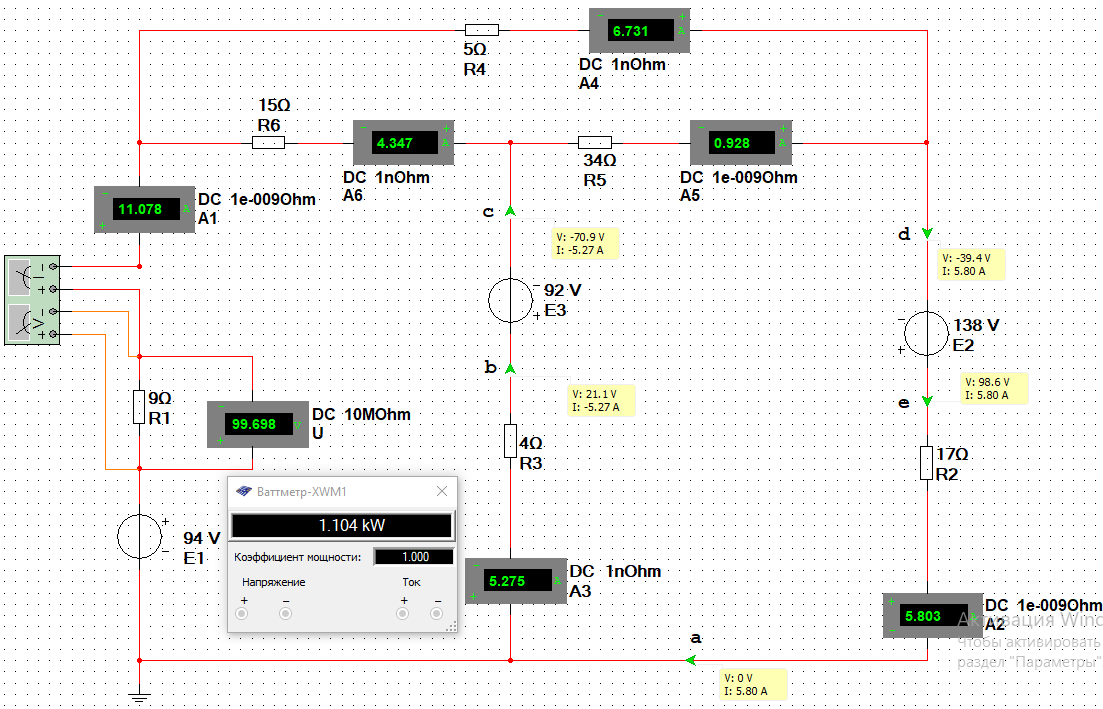
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | Таблица 1.2 |
| Измерения | | | | | | | |
| I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | Uх | Px |
| А | А | А | А | А | А | В | Вт |
| 11.078 | 5.803 | 5.275 | 6.731 | 0.928 | 4.347 | 99.698 | 1104 |

1. Измерение потенциалов одного из контуров ЭЦ (с активными и

 пассивными элементами) в двух вариантах: для «идеальных» и «реальных» ЭДС источников энергии в контуре. Для второго варианта выделить внутренние сопротивления источников ЭДС: 20-30% от общего сопротивления соответствующей ветви.

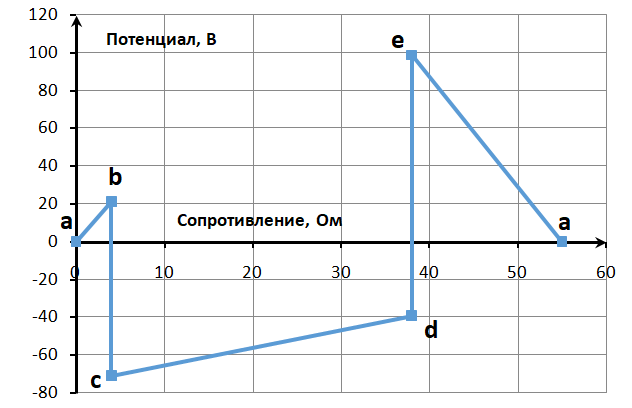
**Идеальный контур (идеальный источник ЭДС)**

Внутреннее сопротивление источников ЭДС условно включены в соответствующие сопротивления ветвей.

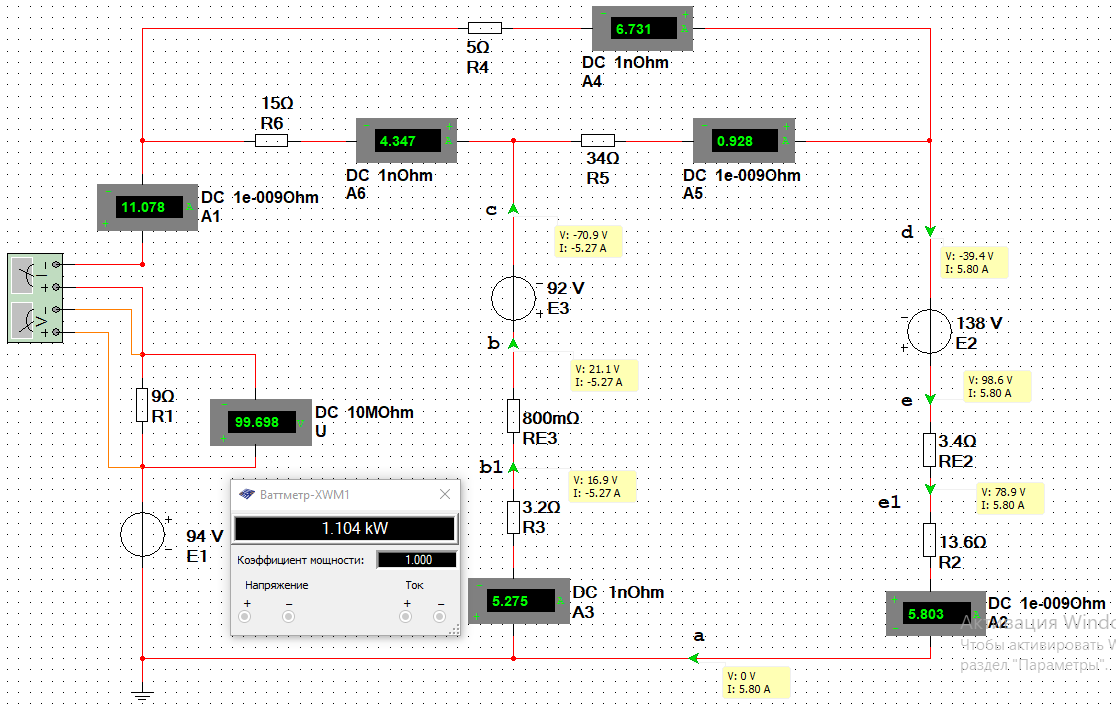


|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **Таблица1.3.1** |
|  |  |  |  |
| **№ п/п** | **Наименование точки измерения (пробника)** | **Сопротивление** | **Потенциал** |
| **Om** | **В** |
| 1 | a | 0 | 0 |
| 2 | b | 4 | 21.1 |
| 3 | c | 4 | -70.9 |
| 4 | d | 38 | -39.4 |
| 5 | e | 38 | 98.6 |
| 6 | a | 55 | 0 |

Потенциальная диаграмма контура: a,b,c,d,e,a

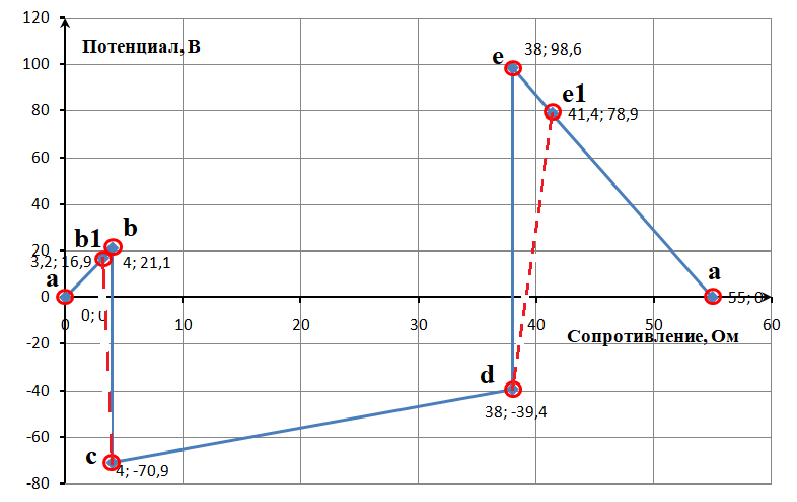


**Реальный контур (реальный источник ЭДС)**

****

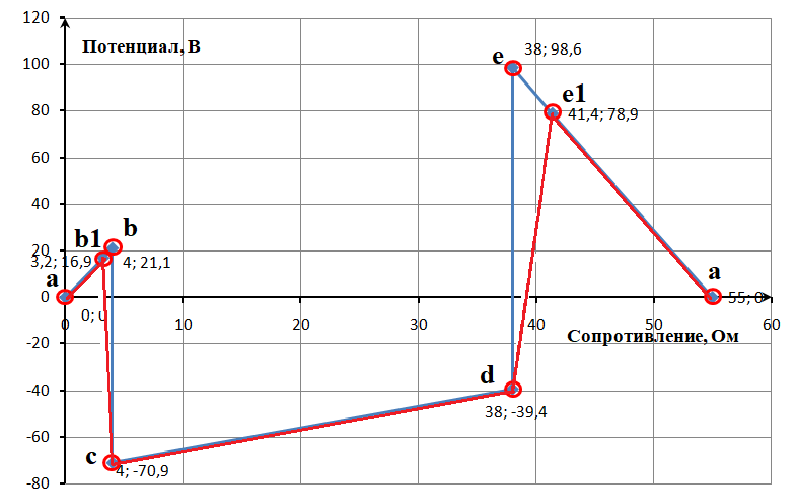
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **Таблица 1.3.2** |
|  |  |  |  |
| **№ п/п** | **Наименование точки измерения (пробника)** | **Сопротивление** | **Потенциал** |
| **Om** | **В** |
| 1 | a | 0 | 0 |
| 2 | b1 | 3.2 | 16.9 |
| 3 | b | 4 | 21.1 |
| 4 | c | 4 | -70.9 |
| 5 | d | 38 | -39.4 |
| 6 | e | 38 | 98.6 |
| 7 | e1 | 41.4 | 78.9 |
| 8 | a | 55 | 0 |
|  |  |  |  |

**Потенциальная диаграмма контура**: a,b1,b,c,d,e,e1,a



Примерный вид потенциальных диаграмм остался тем же, общее сопротивление сохранился, только в реальных ЭДС учитывается падение напряжения на внутреннем сопротивлении, откуда и появляется наклон.

**Совмещенная потенциальная диаграмма**



Идеальный источник ЭДС

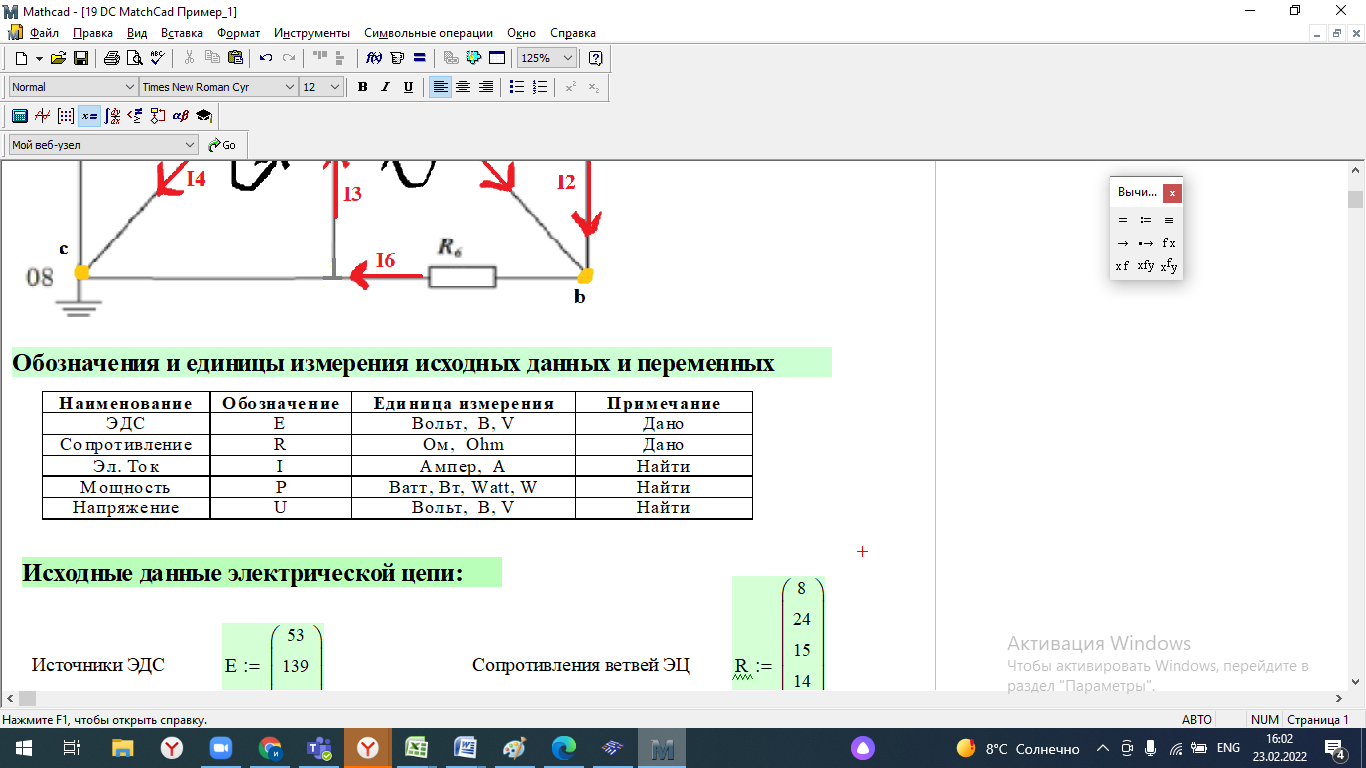
Реальный источник ЭДС

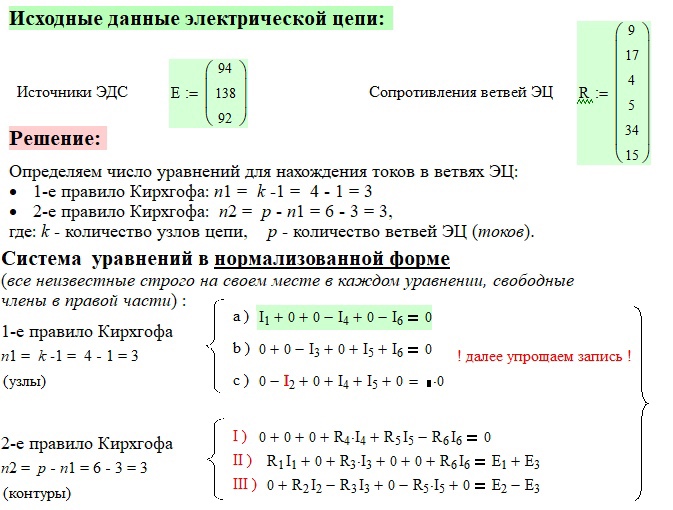
Идеальный источник ЭДС Таблица 1.3.1

Реальный источник ЭДС Таблица 1.3.2

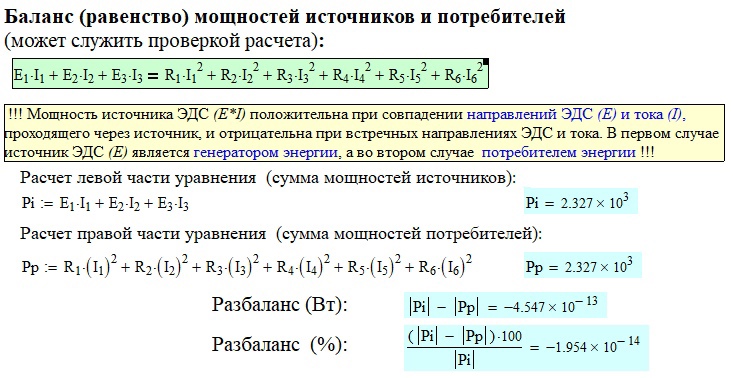


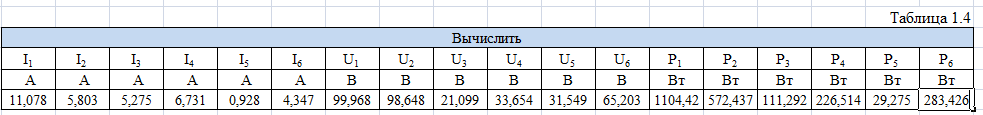
**Решение системы уравнений программе MathCad:**

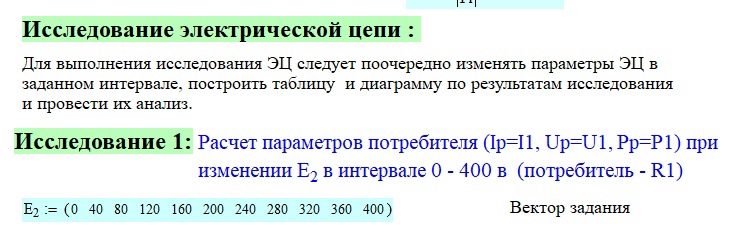


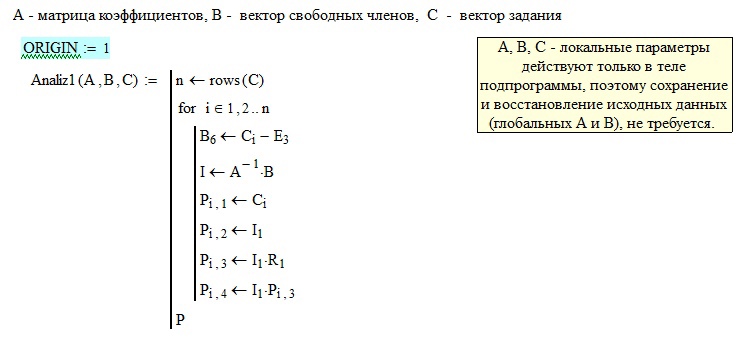


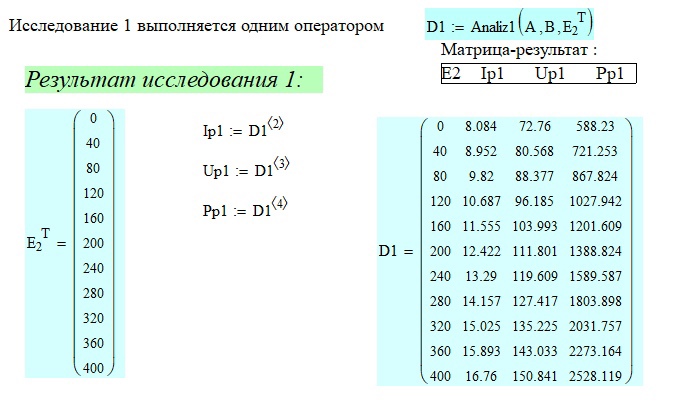


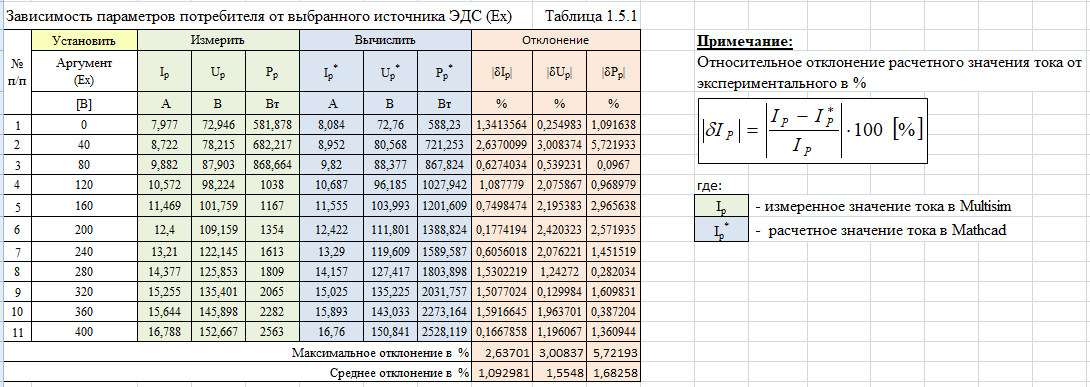


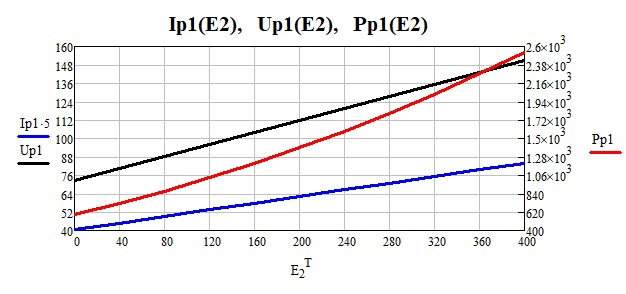


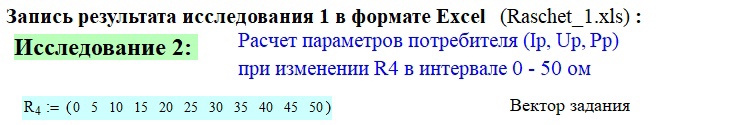


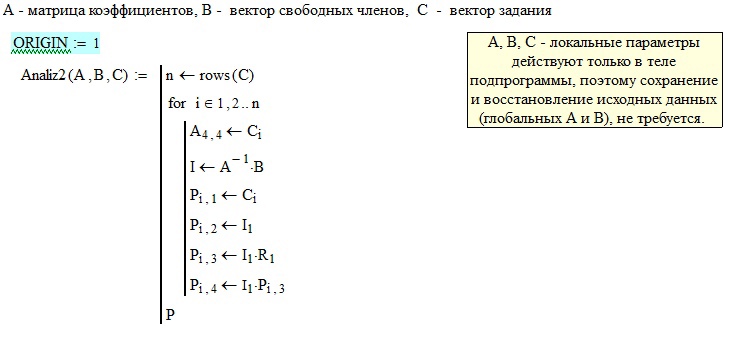


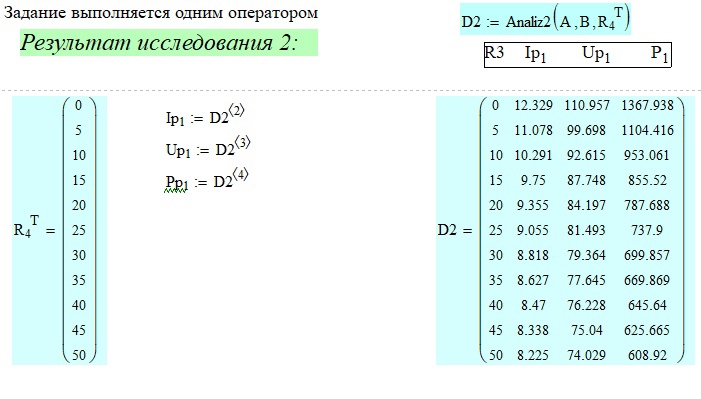


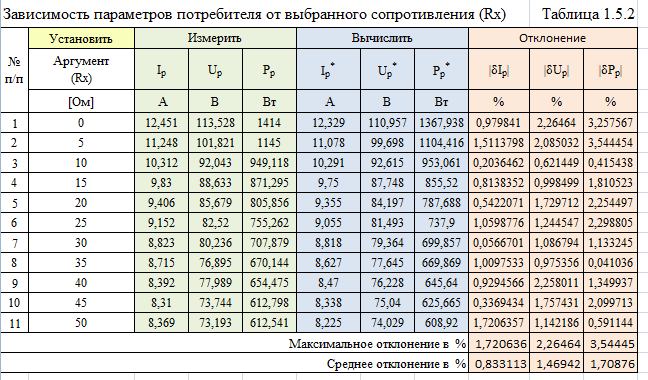


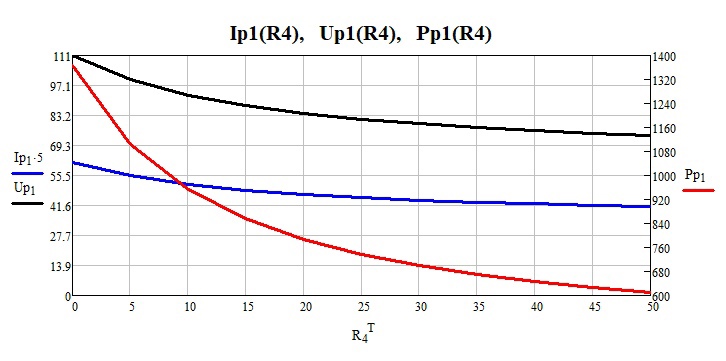




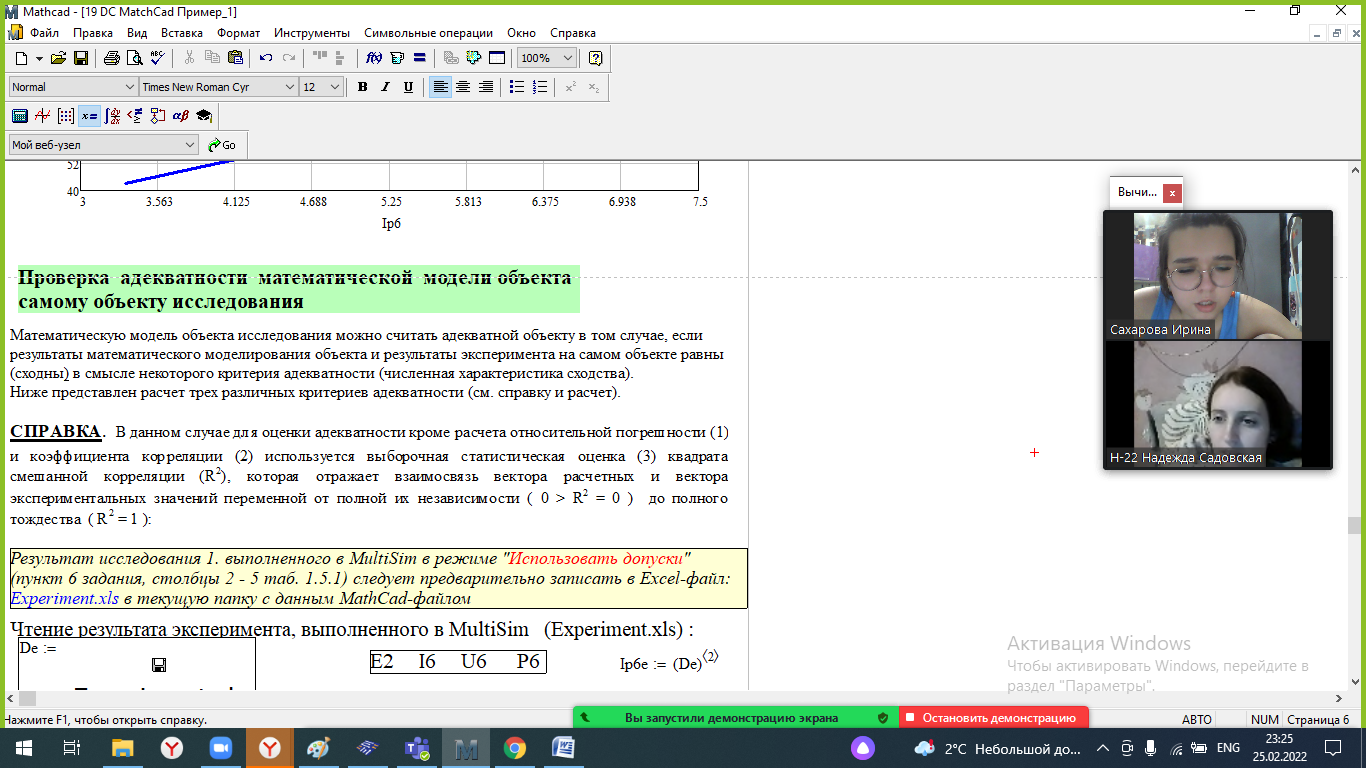


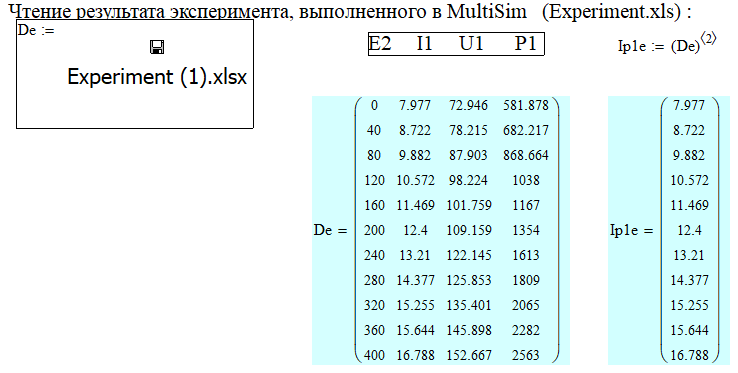


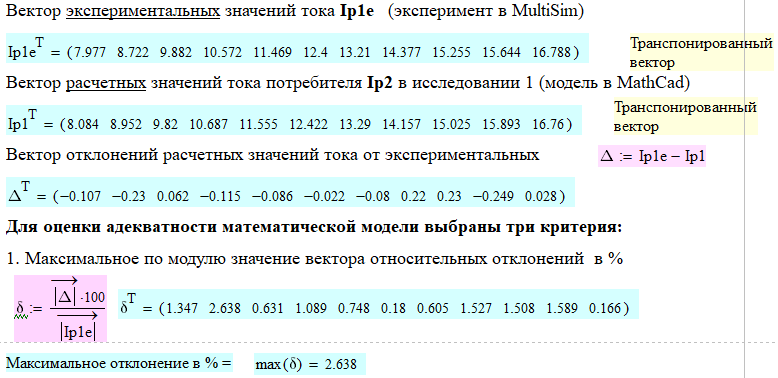


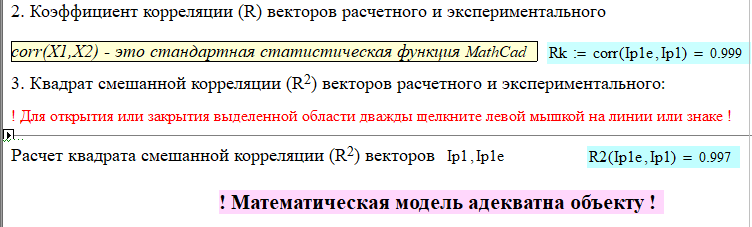




****







**Выводы:**

В ходе работы была собрана электрическая цепи в программе Multisim и выполнены измерения всех токов, падение напряжений и мощности потребителей.

Выполнены измерения потенциалов контура для идеальных и реальных ЭДС источников энергии в контуре. На основании I и II законов Кирхгофа были составлены системы линейных алгебраических уравнений для определения токов в ветвях ЭЦ. Для решения составленных СЛАУ в номинальном режиме методом обратной матрицы была использована программа MathCad.  
Оценка правильности решения СЛАУ была выполнена на основе закона Джоуля-Ленца при помощи уравнения баланса мощностей. Выполнены исследования изменения тока, падения напряжения и мощности на участке цепи с сопротивлением (R4) и при изменении ЭДС (E2) путем имитации эксперимента в программе Multisim с учетом влияния на измерения случайной погрешности. Для математического моделирования тех же изменений была использована программа MathCad.  
  
Проверка адекватности математической модели ЭЦ объекту исследования ЭЦ выполнялась при помощи вектора расчетных и экспериментальных значений тока I1 при изменении E2.  
Так как квадрат смешанной корреляции приблизительно равен 1, был сделан вывод об адекватности математической модели ЭЦ объекту исследования ЭЦ.