

Краевая научно-практическая конференция  
учебно-исследовательских работ учащихся 6-11 классов  
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики и физики»

экспериментальная физика

**Изучение зависимости сопротивления металлов  
электрической цепи от температуры**

Выполнила: Русских Елизавета Романовна,  
10 класс, МБОУ «Лицей №1», г.Пермь,

Саввина Марина Витальевна,  
преподаватель физики

Пермь. 2017.

## Теоретическая часть:

Электрическое сопротивление – величина, характеризующая противодействие электрической цепи (или её участка) электрическому току; измеряется в Омах (Ом).

Сопротивление зависит не только от напряжения, силы тока, длины проводника, площади поперечного сечения, удельного сопротивления, но и от температуры.

Удельное сопротивление, а, следовательно, и сопротивление металлов, зависит от температуры, увеличиваясь с ее ростом. Температурная зависимость сопротивления проводника объясняется тем, что при нагреве колебания молекул проводника препятствуют потоку зарядов.

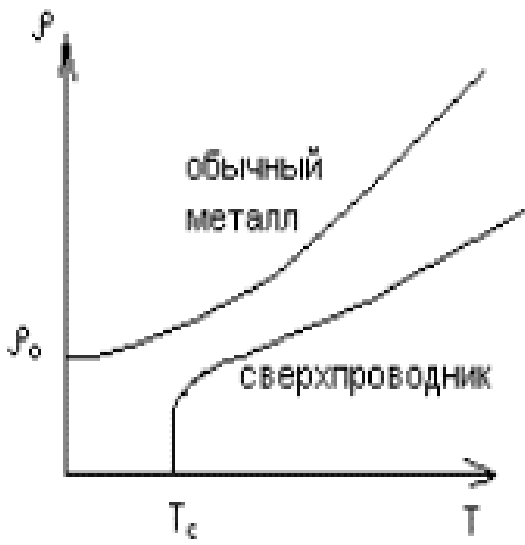
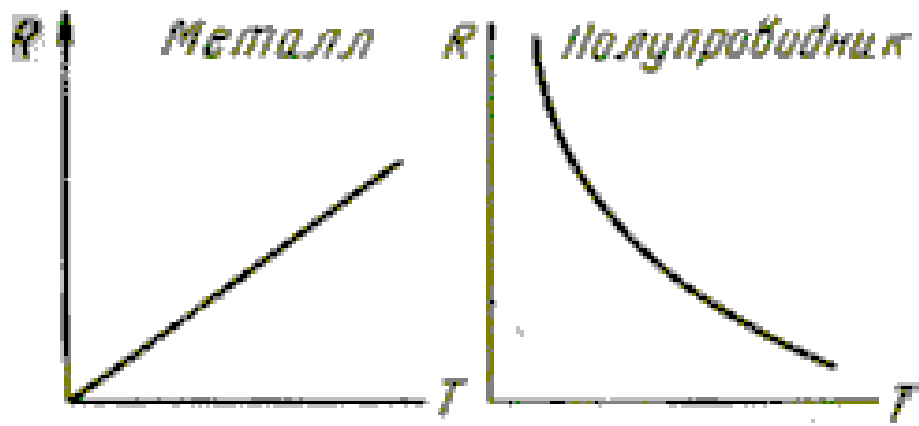
**Полупроводники́** — материалы, по своей удельной проводимости занимающие промежуточное место между проводниками и диэлектриками. Проводимость полупроводников сильно зависит от температуры. Вблизи температуры абсолютного нуля полупроводники имеют свойства диэлектриков.

При очень низких температурах, близких к абсолютному нулю ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), сопротивление многих металлов скачком падает до нуля. Это явление получило название **сверхпроводимости**. Металл переходит в сверхпроводящее состояние. Сверхпроводники могут проводить огромные токи, не расходуя энергию в виде тепла; эти токи могут сохраняться несколько лет без потерь энергии. Сверхпроводники применяются в ускорителях частиц, где для сверхмощных электромагнитов нужны огромные токи. Впервые сверхпроводимость обнаружили в 1911 году голландский физик Камерлинг-Оннес обнаружил, что при охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при температуре  $4.1\text{ K}$  резко падает до нуля.

В данный момент многие физики стремятся к получению нового сверхпроводника: металлического водорода. Это откроет новую эру в электронике: металлический водород — сверхпроводник тока, позволяющий проводить электричество без потерь. Но если большинство сверхпроводников работает только при температурах, близких к абсолютному нулю, то металлический водород, как предсказывают физики, будет работать даже при комнатной температуре.

Но получить новый материал не так-то просто. То, что жидкий и твердый водород можно сделать металлическими, было предсказано еще в 1935 году. Физики Юджин Вагнер и Хиллард Хантингтон утверждали, что для перехода водорода в металлическое состояние потребуется давление в 250 тысяч атмосфер. Цифра кажется невероятной, но с тех пор исследователям уже удалось достичь в лабораторных условиях давления в десять раз более высокого. Однако металлический водород не получился даже при таком сжатии.

В Гарвардском университете в 2009 году впервые увидели превращение водорода в металл: «Водород резко перешел из прозрачного, как стекло, состояния в состояние блестящего металла, который, как и медь или золото, отражал свет». Для этого понадобились температура  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давление в один миллион атмосфер. Однако добиться стабильности вещества до сих пор не удалось. Но, возможно, через несколько лет мы станем свидетелями революционного открытия в электронике.

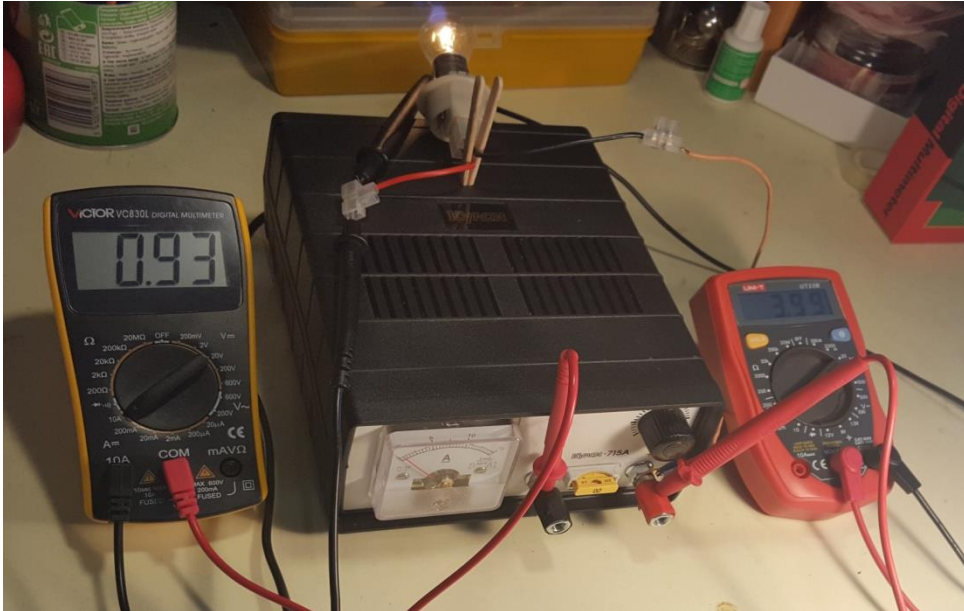


## ЭКСПЕРИМЕНТ

---

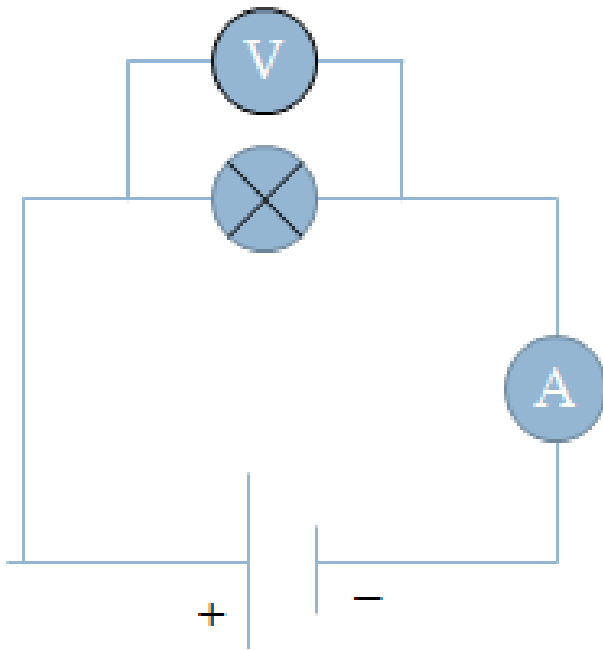
Для проведения эксперимента мне понадобились:

1. Два мультиметра (один используется в качестве вольтметра, другой в качестве амперметра).
2. Источник регулируемого тока (в данном случае зарядное устройство для аккумулятора автомобиля).
3. Проводник (лампа накаливания с вольфрамовой нитью).
4. Пирометр для измерения температуры.



Ход эксперимента:

1. Я начертила схему электрической цепи и поостила её с помощью вышеупомянутых инструментов.
2. Я провела эксперимент, регулируя подачу тока в цепь с помощью ползунка.
3. Зафиксировала результаты эксперимента с помощью пиromетра и мультиметров.
4. Вывела значение сопротивления по закону Ома ( $R=U/I$ ).
5. Построила график зависимости сопротивления металла (в данном случае вольфрама) от температуры.
6. Вычислила температурный коэффициент.
7. Написала вывод.

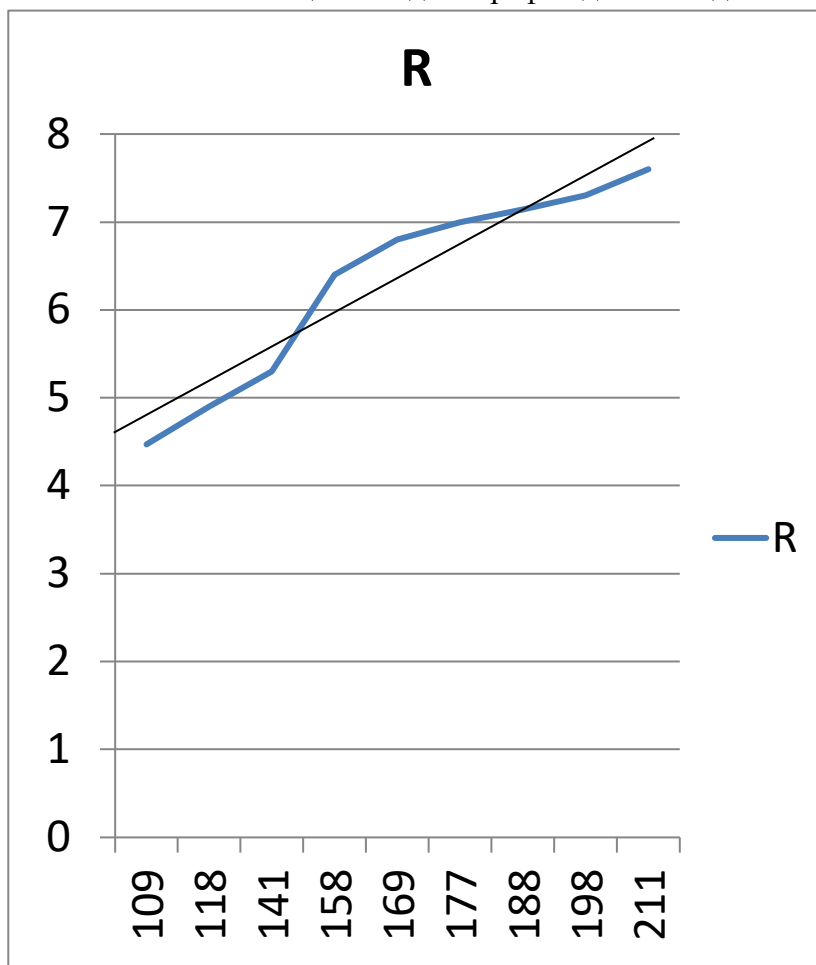


(схема электрической цепи).

В ходе эксперимента я оформила такую таблицу, где записала все результаты:

<b>U</b>	<b>I</b>	<b>R</b>	<b>t°</b>
4,11В	0,92А	4,47Ом	109
5,1В	1,04А	4,90м	118
6,1В	1,14А	5,30м	141
8,9В	1,4А	6,40м	158
10,9В	1,6А	6,80м	169
12,6В	1,8А	70м	177
13,13В	1,84А	7,140м	188
14,15В	1,93А	7,30м	198
15В	1,97А	7,60м	211

На основе этой таблицы я создала график для наглядного представления зависимости:



(График зависимости сопротивления от температуры).

Также я решила вычислить экспериментальный температурный коэффициент и сравнить его с табличным значением ( $\alpha$  вольфрама =  $4,1 \cdot 10^{-3}/\text{K}$ ) по данной формуле:

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

R	R <sub>0</sub>	$\Delta t$	$\alpha$
6,8 Ом	6,4 Ом	11 $\Delta$	$5,6 \cdot 10^{-3}/\text{K}$
7 Ом	6,8 Ом	8	$3,7 \cdot 10^{-3}/\text{K}$
7,14 Ом	7 Ом	11	$5,2 \cdot 10^{-3}/\text{K}$
7,3 Ом	7,14 Ом	10	$2,2 \cdot 10^{-3}/\text{K}$
7,6 Ом	7,3 Ом	13	$3,1 \cdot 10^{-3}/\text{K}$

Если посчитать среднее арифметическое экспериментальных коэффициентов, то получится  $3,98 \cdot 10^{-3}/\text{K}$ , что на 3% отличается от табличного значения.

Вывод: Эксперимент подтверждает, что сопротивление металлов в электрической сети пропорционально температуре проводника. Кривизну графика можно объяснить тем, что зафиксировать температуру самой вольфрамовой нити трудно, поэтому я измеряла температуру стекла, нагретого от самой нити.

Источники информации:

1. Большая Советская Энциклопедия (том 30)
2. [www.physbook.ru](http://www.physbook.ru)
3. Ларри Гоник, Артур Хоффман «Guide to Physics».
4. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)