

Решение 8.1 Черный ящик

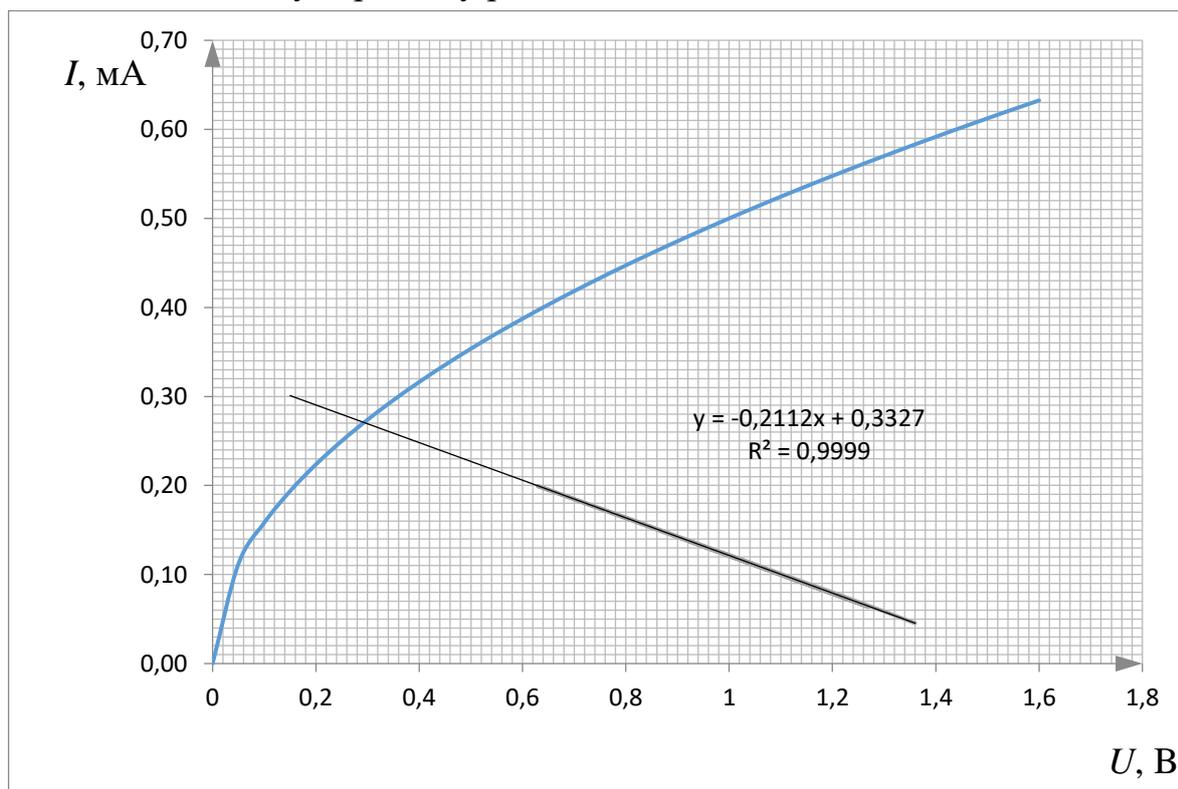
Подключаем различные соединения резисторов к черному ящику, измеряем напряжение на выходах черного ящика. Данные заносим в таблицу $U(R)$.

$U, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	$I, \text{мА}$
1,07	10000	0,11
0,81	5000	0,16
0,65	3333	0,20
1,27	20000	0,06
0,92	6667	0,14
1,20	15000	0,08
1,36	30000	0,05

По закону Ома для однородного участка цепи вычисляем силу тока, идущего через соединение резисторов.

По полученным данным строим нагрузочную кривую для черного ящика. Она оказывается прямой, видимо в черном ящике обычный источник тока с большим внутренним сопротивлением.

Продлеваем нагрузочную прямую до пересечения с ВАХ лампочки. Точка пересечения соответствует режиму работы лампочки.



В нашем случае $I = 0,27 \text{ мА}$, $U = 0,30 \text{ В}$

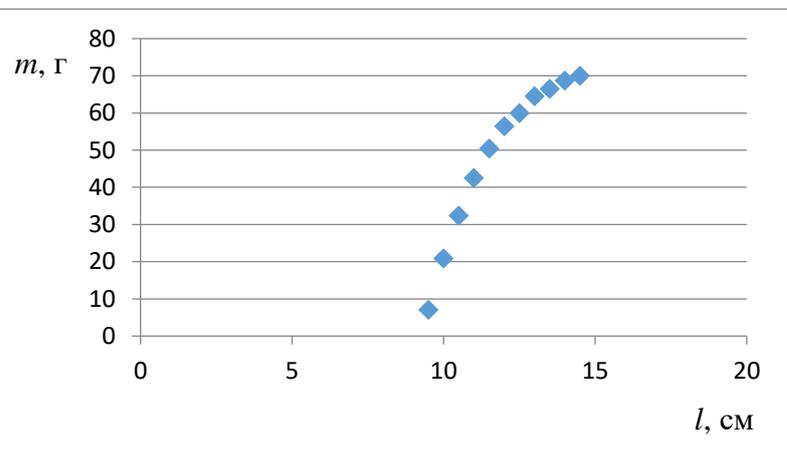
Критерии оценивания (максимум 15 баллов).

Таблица с результатами измерения напряжения и вычисленными сопротивлениями соединений – 1 балл за каждое измерение	максимум - 7
Нахождение силы тока	1
Построена нагрузочная прямая по экспериментальным точкам	3, если точек 7, или 8 2, если точек 5, или 6 1, если точек 3, или 4
Найдены верные значения I и U для рабочего режима работы лампочки	4

Решение 8.2 Модуль сдвига

Для проведения первых экспериментов берем короткую проволоку и изготавливаем из нее пружину.

Груз тяжелый, проволока тонкая, если груз подвесить к самодельной пружине, то та разгибается в прямую. Поэтому ставим груз на весы, производим тарирование, подвешиваем сверху к грузу пружину и растягиваем ее. Удобно это делать, накрутив на лапку штатива нить, прикрепленную к пружине свободным концом и в дальнейшем менять длину пружины, поворачивая лапку штатива, как катушку (см рисунок).

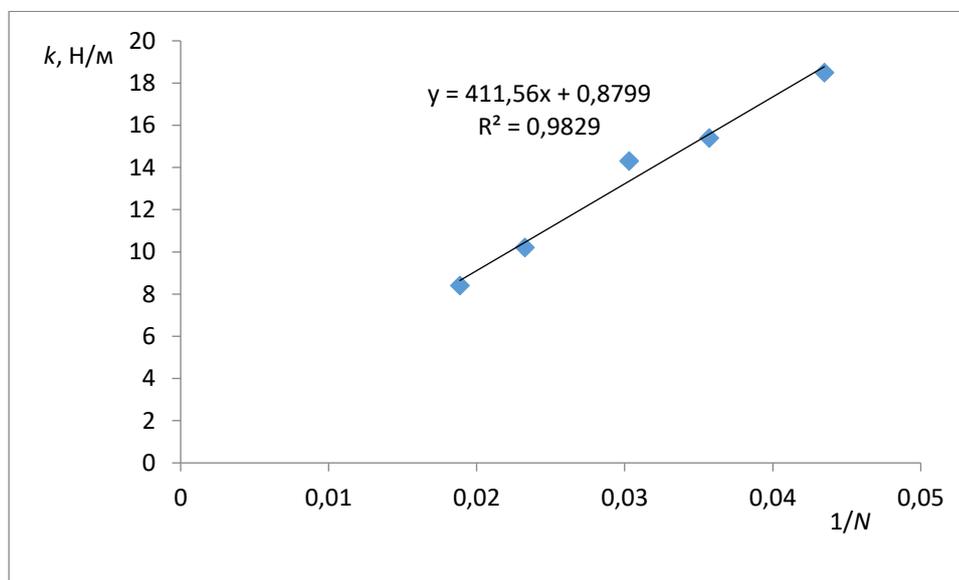


Сперва проверяем, что деформация подчиняется закону Гука. По линейке измеряем удлинение, по показаниям весов силу упругости. Строим график зависимости показаний весов от длины пружины $m(l)$ и замечаем, что зависимость не везде линейная.

При больших значениях удлинения и силы упругости закон Гука перестает выполняться. При очень больших удлинениях пружина не возвращается в исходное состояние, деформация становится пластичной. В диапазоне удлинений, где выполняется закон Гука можно измерять жесткость (показания весов меньше, чем 50 г).

Берем длинную проволоку, делаем из нее пружину. Не превышая критическую силу упругости измеряем силу упругости и удлинение пружины несколько раз. Вычисляем усредненный коэффициент жесткости пружины. Укорачиваем пружину и повторяем измерения. Полученные данные заносим в таблицу. Строим график зависимости коэффициента жесткости от обратного числа витков $k(N^{-1})$.

N	$k, \text{Н/м}$	$1/N$
53	8,4	0,018868
43	10,2	0,023256
33	14,3	0,030303
28	15,4	0,035714
23	18,5	0,043478



Диаметр проволоки и диаметр катушки определяем методом рядов.

$D_B = 0,52 \text{ мм}$ - вышло чуть больше реального из-за сложности плотной намотки

$D_{\text{пр}} = 11,4 \text{ мм}$

По угловому коэффициенту a графика $k(N^{-1})$ находим модуль сдвига.

$$G = \frac{8 \cdot a \cdot (D_{\text{пр}})^3}{(D_B)^4} = 66,7 \text{ ГПа}, \text{ что отличается от табличного значения, так как}$$

проволока была покрыта медью, а внутри было железо.

Критерии оценивания (максимум 15 баллов).

Описан метод измерения силы упругости при небольших деформациях	2
Построен график зависимости силы упругости от удлинения пружины, или подобный ему для одной пружины	2
Получен диапазон сил упругости, или относительных удлинений, в котором деформация подчиняется закону Гука	1
Получена таблица вычисленных коэффициентов жесткости различных пружин (без усреднения по 0,25 за пружину) Баллы не ставятся, если деформация была больше предельной(>0.5 Н)	По 0,5 за пружину, но не больше 3,5
Измерен диаметр витка (от 10,5 мм до 12 мм)	1
Измерен диаметр проволоки (от 0,45 мм до 0,55 мм)	1
Построен график зависимости $k(N^{-1})$ Баллы ставятся при условии корректного метода измерения	2
Определен модуль сдвига (от 45 ГПа до 80 ГПа) (при неправильной размерности – 2)	2,5