

# Отчет о выполнении лабораторной работы №1.

## Вводная лабораторная работа.

Блуменау М. И., 23.09.2020

### Оглавление

Аннотация.....	1
Теоретические сведения.....	1
Оборудование и инструментальные погрешности.....	2
Описание установок.....	2
Результаты измерений и обработка данных ч.1.....	4
Результаты измерений и обработка данных ч.2.....	4
Результаты измерений и обработка данных ч.3.....	5
Погрешности.....	6
Вывод.....	6

### Аннотация

В данной работе, состоящей из 3 частей исследуется: индуктивность катушки, вычисленная при помощи осциллографа и цепи, ВАХ диода и малое сопротивление. Используются следующие методы: измерение напряжения до и после катушки при разных частотах; измерение падения напряжения на диоде и тока, проходящего через него (совместно со снятием ВАХ встроенными средствами осциллографа); схема с 4 проводами и независимым измерением тока и напряжения.

### Теоретические сведения

Схема измерения индуктивности:  $R$  – резистор сопротивлением 50-1000 Ом,  $L$  – катушка, индуктивность которой требуется измерить,  $G$  – выход встроенного генератора осциллографа,  $U_1$  и  $U_2$  – напряжения, измеряемое на первом и втором каналах осциллографа. Земля у генератора и обоих входов осциллографа общая.

С генератора подается синусоидальный сигнал с амплитудой 12 В. В приближении, что резистор имеет только активное сопротивление, а катушка только реактивное можно рассчитать импеданс катушки  $Z_L = i\omega L$ , зная  $U_1$ ,  $U_2$  и  $R$ . Полный импеданс всей цепи равен  $Z = Z_L + R$ . Тогда модули (и амплитуды) тока и напряжения в цепи связаны следующим образом:  $U_0 = I_0 \cdot \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ . Измеряемое напряжение  $U_2$  равно произведению величины тока в цепи на сопротивление  $R$ , из это получим связь между  $U_1$  и  $U_2$ :

$$\frac{U_1}{U_2} = \sqrt{1 + \left(\omega \frac{L}{R}\right)^2}, \text{ из которой можно найти индуктивность } L. \text{ Из этого соотношения легко}$$

понять требования на величину сопротивления  $R$  и частоту  $\omega$ : они должны быть такими, чтобы величина  $\omega \frac{L}{R}$  заметно превышала единицу, иначе измерения будут неточными.

Схема измерения ВАХ диода.  $R$  – резистор,  $D$  – диод (прямой и обратный ход),  $G$  – выход встроенного генератора осциллографа,  $U_x$  и  $U_y$  – напряжения, измеряемое на первом и втором каналах осциллографа. Земля у генератора и обоих входов осциллографа общая.

С генератора подается синусоидальный сигнал с амплитудой 1-2 В и частотой 50-100 Гц. Измерения удобно проводить в режиме XY. Подача переменного напряжения позволяет снять ВАХ одновременно в положительном и отрицательном направлении.

Схема измерения малого сопротивления. Измерить малое сопротивление омметром весьма проблематично, так как так как омметр измерит все сопротивления цепи, включая сопротивления соединительных проводов ( $R_{\text{провода}}$ ) и сопротивление самого компонента ( $R_{\text{компонента}}$ ). Чтобы этого избежать можно использовать 4 проводную схему измерения сопротивления, когда ток и напряжение измеряются независимо друг от друга. [1]

## Оборудование и инструментальные погрешности

$$\Delta_U = 0.01 \text{ мВ}$$

$$\Delta_I = 0.05 \text{ А}$$

## Описание установок

Далее представлены фотографии и схемы установок.

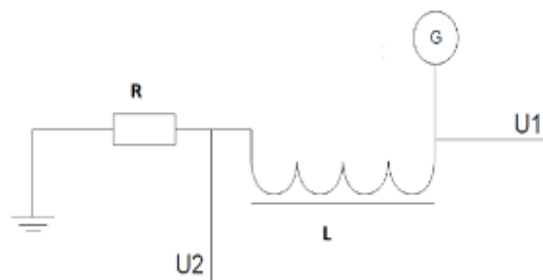


Иллюстрация 1: Схема измерения индуктивности катушки [1]

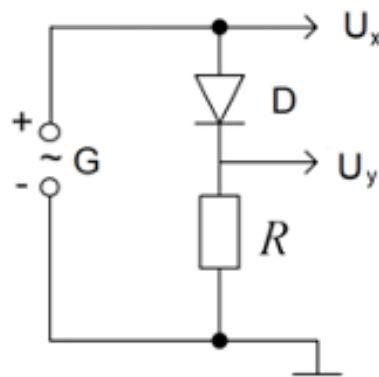


Иллюстрация 2: Схема для снятия ВАХ диода [1]

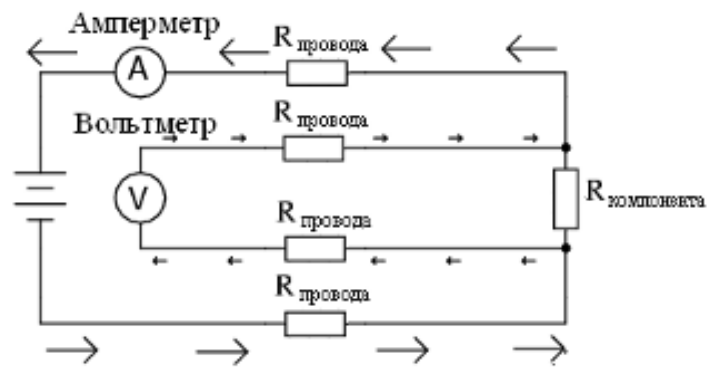


Иллюстрация 3: Схема для измерения малого сопротивления [1]

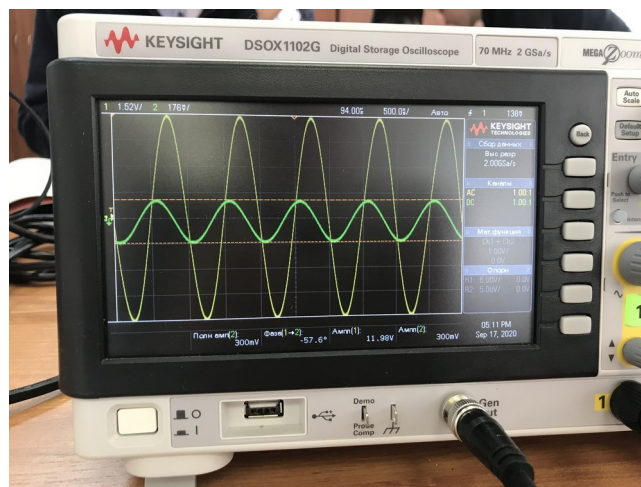


Иллюстрация 4: Процесс снятия показаний в 1 части работы

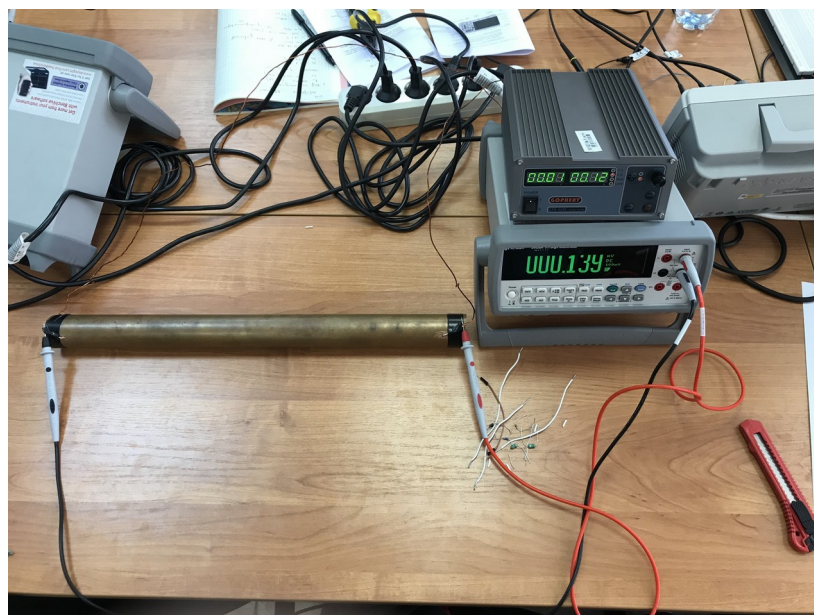


Иллюстрация 5: Процесс измерения малого сопротивления

## Результаты измерений и обработка данных ч.1

Полученные при помощи мультиметра данные запишем в таблицу (здесь представлен её отрывок, полные данные представлены в Приложении 1):

U1, В	U2, В	R, Ом	W, Гц	L, мГн
12.28	0.77	985	$2\pi \cdot 250000$	9.99
12.04	0.1	494.5	$2\pi \cdot 500000$	18.96
11.98	1.46	985	$2\pi \cdot 1000000$	1.28
11.98	1.8	494.5	$2\pi \cdot 50000$	1.04

Как можно заметить, показания разнятся и достаточно сильно. Тем не менее, если рассматривать таблицу в целом, средние значения получаются следующие:

$$L_1 = 10.84 \text{ мГн}$$

$$L_2 = 1.81 \text{ мГн}$$

Значения, полученные мультиметром:

$$L_{10} = 9.83 \text{ мГн}$$

$$L_{20} = 0.97 \text{ мГн}$$

С учетом погрешности:

$$L_1 = 10.84 \pm 3.74 \text{ мГн}$$

$$L_2 = 1.81 \pm 0.65 \text{ мГн}$$

## Результаты измерений и обработка данных ч.2

В силу снятия показаний осциллографом в течение 0.001 секунды (что при диапазоне частот генератора 50-100 Гц очень мало) вместо ВАХ диода полностью получается только её участок. Код, использованный для построения графика приведён в Приложении 2. На основе этой части трудно что-то полагать, тем не менее, сходство с предполагаемым результатом присутствует.

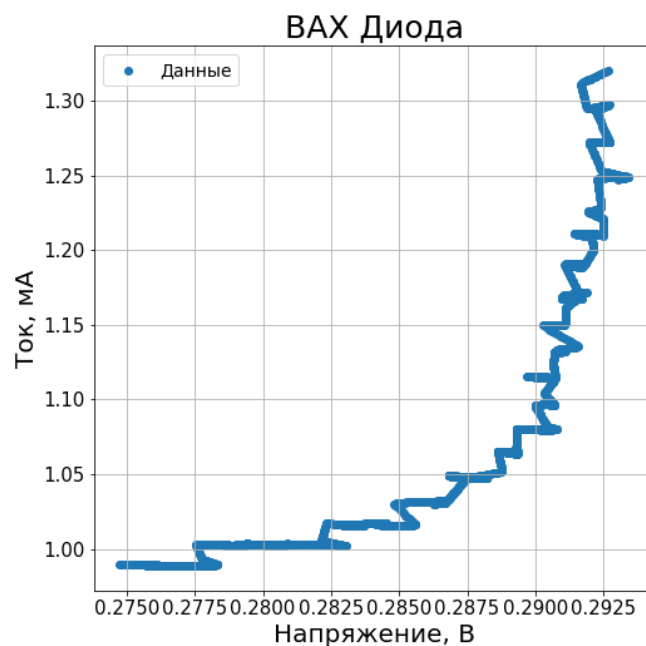


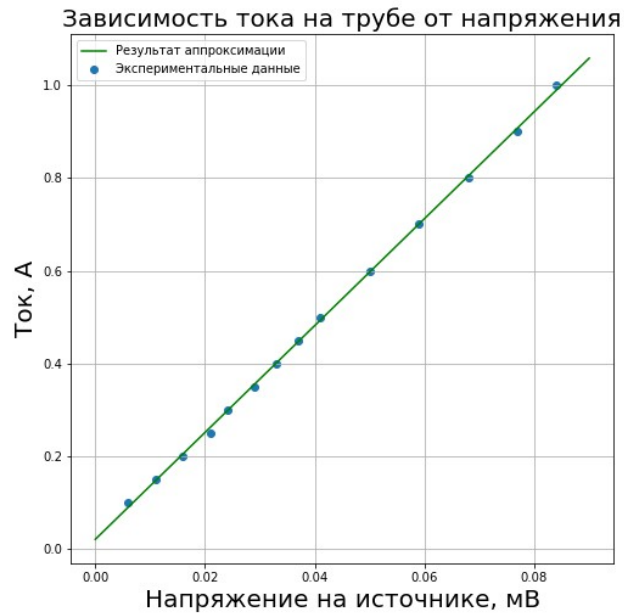
Иллюстрация 6: Часть ВАХ диода

## Результаты измерений и обработка данных ч.3

Для измерения сопротивления использовалась схема с 4 проводами. Образцом была труба, предположительно медная. Приведу часть таблицы с данными (полная находится в Приложении 1):

I, A	U, мВ	R, мкОм
0.15	0.011	73.33
0.3	0.024	80
0.5	0.041	82
0.7	0.059	84.29
1	0.084	84

Построим график зависимости тока от напряжения. В силу закона Ома (  $R = \frac{U}{I}$  ), он должен быть прямой, что подтверждается в данном эксперименте:



*Иллюстрация 7: Зависимость тока на трубе от напряжения*

Диаметр трубы внешний:  $D_{\text{внеш}} = 26 \text{ мм}$

Диаметр трубы внутренний:  $D_{\text{внутр}} = 24 \text{ мм}$

Теоретический расчет сопротивления (считается площадь колечка и на её основе находится

сопротивление): 
$$R_{\text{теор}} = \frac{\rho \cdot l}{\pi \cdot ((D_{\text{внеш}}/2)^2 - (D_{\text{внутр}}/2)^2)} = 100.9 \text{ мкОм}$$

$$\rho = 0.017 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$$

## Погрешности

$$\Delta_R = \sqrt{\left(\frac{\Delta_U}{I_{\text{ср}}}\right)^2 + \left(U_{\text{ср}} \frac{\Delta_I}{I_{\text{ср}}^2}\right)^2} = 20.4 \text{ мкОм}$$

## Вывод

По результатам трёх опытов получилось следующее:

1) В первом опыте действительно необходимо брать большие частоты, так как при малых у осциллографа значения напряжения на 2 канале превышало допустимые пределы и осциллограф не выдает точные данные.

2) ВАХ диода построить не получилось, потому что данные были плохо сняты.

3) Сопротивление медной трубы действительно очень мало, немалую роль играет и наличие окислов на контактах, способ их крепления. Результат можно объяснить

## **Библиография**

1: Неизвестно, Вводная 2020, 2020