

## **Отчет по лабораторной работе 3.5.1**

### **«Изучение плазмы газового разряда в неоне»**

**Цель работы:** изучение вольт-амперной характеристики тлеющего разряда; изучение свойств плазмы методом зондовых характеристик.

**В работе используются:** стеклянная газоразрядная трубка, наполненная неоном; высоковольтный источник питания; источник питания постоянного тока; делитель напряжения; потенциометр; амперметры; вольтметры; переключатели.

#### **Теоретические сведения:**

Ниже приведем некоторые формулы в системе СИ без выводов.

Связь температуры электронов и данных ВАХ (1):

$$k_B T_e = \frac{1}{2} \frac{e I_{\text{ин}}}{\left. \frac{dI}{dU} \right|_{U=0}} \quad (1)$$

Где  $T_e$  — температура электронов,  $I_{\text{ин}}$  — ток насыщения,  $\left. \frac{dI}{dU} \right|_{U=0}$  — наклон графика  $I(U)$  в нуле.

Концентрацию электронов можно найти из формулы (2):

$$n_e = \frac{I_{\text{ин}} \sqrt{m_e}}{0,4 e S \sqrt{2 k_B T_e}} \quad (2)$$

Где  $S = \pi d l$  — площадь поверхности зонда.

Плазменная частота колебаний электронов (3):

$$\omega_p = \sqrt{\frac{4 \pi n_e e^2}{m_e}} \quad (3)$$

Дебаевский радиус для случая  $T_e > T_i \approx 300\text{K}$ :

$$r_D = \sqrt{\frac{k_B T}{4 \pi n e^2}} \quad (4)$$

## Экспериментальная установка

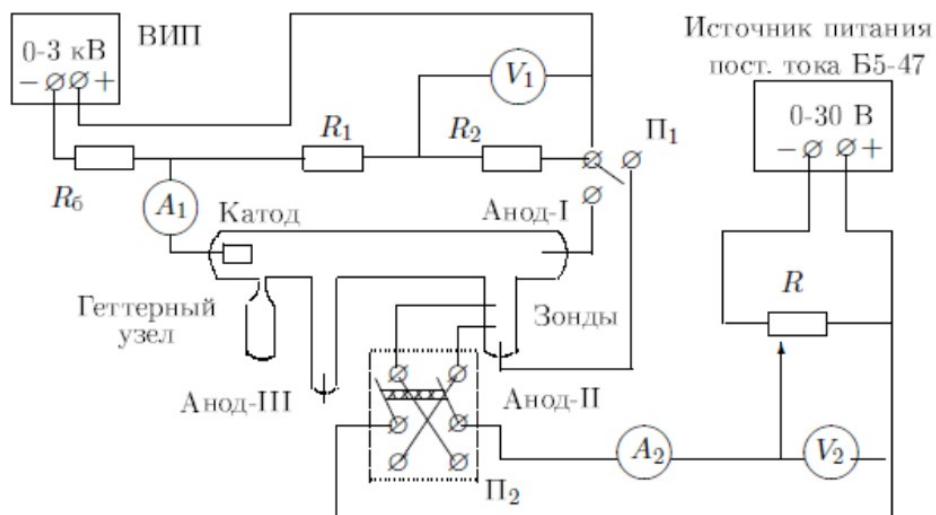


Рисунок 1:Схема установки для исследования газового разряда

Данные установки:

$R_6 = 450 \text{ кОм}$

$(R_1 + R_2)/R_2 = 10$

$d = 0,2 \text{ мм}$  -диаметр проволоки зонда

$l = 5,2 \text{ мм}$  -длина зонда

## Ход работы

1. Установив переключатель П1 в положение «Анод-I» и подготовив приборы к работе согласно техническому описанию установки, плавно увеличивая выходное напряжение ВИП, определим напряжение зажигания разряда  $U_{\text{зж}}$ .

№	$U_{\text{зж}}, \text{ В}$	$\sigma_{U_{\text{зж}}}, \text{ В}$
1	214	0,1
2	217	
3	180	
4	167	
5	232	

$$U_{\text{зж}}^- \approx 202 \pm 0,1 \text{ В}$$

2. С помощью вольтметра  $V_1$  и амперметра  $A_1$  снимем ВАХ разряда  $I_p(U_p)$ , ток разряда изменяя в диапазоне от  $0,5 \text{ мА}$  до  $\approx 5 \text{ мА}$

Предел измерения амперметра  $A_1$  –  $6 \text{ мА}$  на 150 делений. 1 деление =  $1/25 \text{ мА}$ .

Возрастание					Убывание				
V, В	Б <sub>V</sub> , В	A, дел	A, мА	Б <sub>A</sub> , мА	V, В	Б <sub>V</sub> , В	A, дел	A, мА	Б <sub>A</sub> , мА
21,8	0,1	51	2,04	0,04	15,8	0,1	119	4,76	0,04
20,2		59	2,36		16,1		108	4,32	
19,1		63	2,52		16,9		95	3,8	
18,8		70	2,8		18,7		80	3,2	
19,1		75	3		18,6		70	2,8	
18,6		81	3,24		19,9		59	2,36	
17,8		88	3,52		22,4		49	1,96	
16,9		96	3,84		29,8		38	1,52	
16,6		100	4		33,4		30	1,2	
16,3		105	4,2		34,5		16	0,64	
16,1		110	4,4		35,6		6	0,24	
15,9		116	4,64		51,2		0	0	

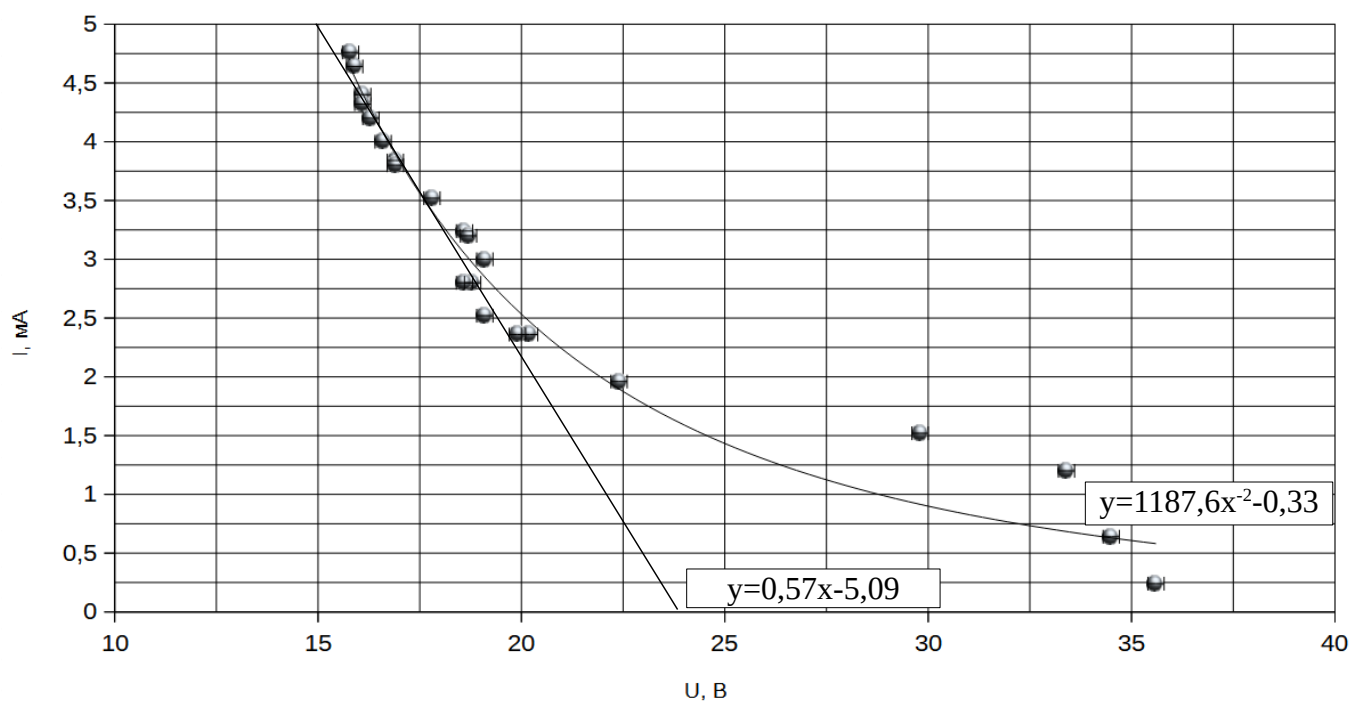


Рисунок 2: Вольт-амперная характеристика разряда

Заметим, что линия тренда похожа на степенную функцию  $y=k/x^2 + b$ . Посчитаем МНК для данной кривой:

$$y = \frac{k}{x^2} + b$$

$$k = \frac{\langle y \frac{1}{x^2} \rangle - \langle y \rangle \langle \frac{1}{x^2} \rangle}{\langle \frac{1}{x^4} \rangle - (\langle \frac{1}{x^2} \rangle)^2} \approx 1187,6$$

$$b = \langle y \rangle - k \langle \frac{1}{x^2} \rangle \approx -0,33$$

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left( \frac{\langle y^2 \rangle - (\langle y \rangle)^2}{\langle \frac{1}{x^4} \rangle - (\langle \frac{1}{x^2} \rangle)^2} - k^2 \right)} \approx 52,4$$

$$\sigma_b = \sigma_k \sqrt{\langle \frac{1}{x^4} \rangle - (\langle \frac{1}{x^2} \rangle)^2} \approx 0,05$$

Получаем уравнение нашей аппроксимирующей кривой:

$$y = \frac{1187,6}{x^2} - 0,33$$

Из данного графика (рис.2) по наклону касательной найдем максимальное сопротивление заряда  $R_{\max} = (17,54 \pm 0,4) \cdot 10^4$ .

3. Уменьшив напряжение ВИП до нуля, переведем переключатель  $\Pi_1$  в положение «Анод-II» и подготовим приборы  $\Pi_2$ ,  $V_2$  и  $A_2$  к работе согласно техническому описанию.

4. Плавно увеличивая напряжение ВИП до возникновения разряда, установим максимальное значение разрядного тока  $I_p \approx 5$  мА согласно техническому описанию. Подготовив к работе источник питания, при помощи потенциометра R установим на зонде максимальное напряжение  $U_2 \approx 25$  В.

5. С помощью мультиметров  $A_2$  и  $V_2$  снимем ВАХ двойного зонда  $I_3(U_3)$  в диапазоне от -25 до +25 В при фиксированном токе разряда  $I_p = 5$  мА.

От 0 до +25 В:

V, В	$\mathcal{B}_V$ , В	A, мА	$\mathcal{B}_A$ , мА
24,9	0,1	110,8	0,1
23,2		110,7	
21,8		108,4	
20,4		108,2	
19,8		107,6	
18,5		105,3	
16,6		103,7	
15,7		101,7	
13,8		99,2	
12,9		96,3	
10,5		89,2	
8,8		82,3	

7,5		75,7	
6,0		66,7	
5,3		61,9	
4,2		53,4	
3,6		47,8	
2,9		43,5	
1,6		31,8	
0,95		23,9	
0,3		19,1	

От 0 до -25 В (поменяли полярность):

V, В	$\bar{U}_V$ , В	A, мА	$\bar{U}_A$ , мА
25,0	0,1	118,4	0,1
23,7		117,2	
22,4		116,0	
20,7		114,4	
18,8		112,4	
17,1		110,1	
15,5		107,2	
14,4		105,1	
12,9		101,4	
11,2		95,8	
10,1		90,7	
8,7		84,0	
7,3		76,5	
6,0		67,5	
4,8		58,2	
3,8		49,1	
2,6		40,0	
1,5		30,3	
0,9		22,8	
0,1		14,1	

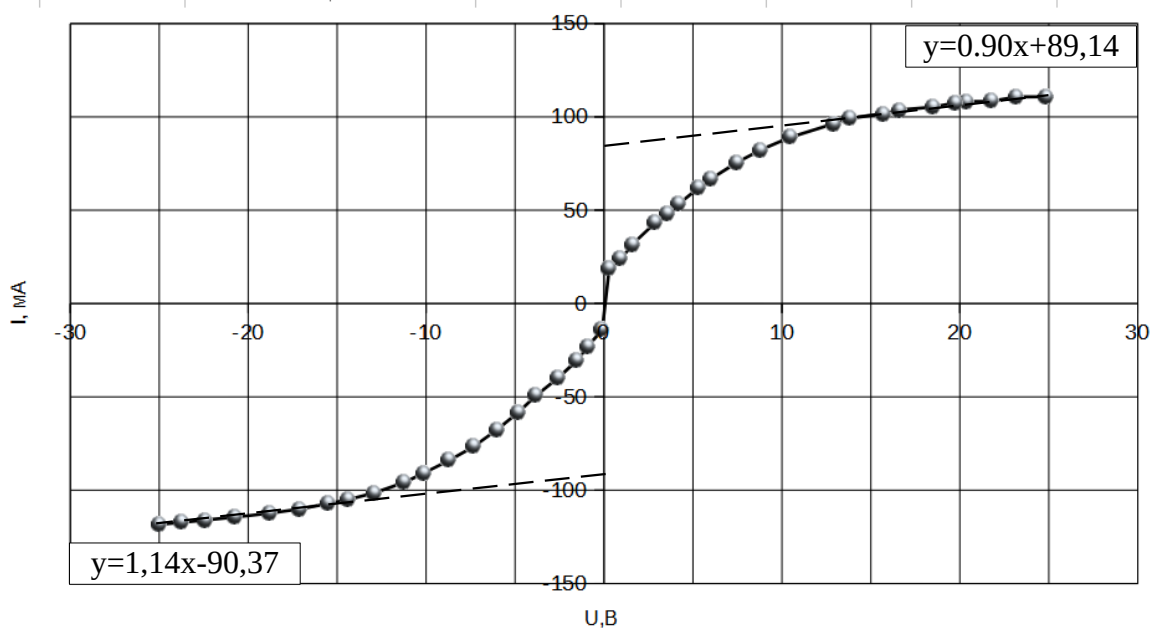


Рисунок 3: Вольт-амперная характеристика двойного зонда ( $I_p=5$  мА)

Из графика (рис.3) мы можем найти  $I_{ин} = (89,75 \pm 4,50)$  мА,  $\left. \frac{dI}{dU} \right|_{U=0} = (8,75 \pm 0,38) \frac{мА}{В}$ .

Найдем  $T_e$ :

$$T_e = \frac{1}{2} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 89,75 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{8,75 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{В}} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} = 59,46 \cdot 10^3 \text{ К}$$

$$\sigma_{T_e} = T_e \cdot \left( \varepsilon_{I_{ин}} + \varepsilon_{\frac{dI}{dU}} \right) = 59,46 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{4,50}{89,75} + \frac{0,38}{8,75} \right) \approx 5,56 \cdot 10^3 \text{ К}$$

6. Снимем зондовые характеристики при токах разряда  $I_p = 3$  мА.

От 0 до +25 В:

V, В	$\phi_v$ , В	A, мА	$\phi_A$ , мА
25,0	0,1	59,8	0,1
23,8		59,2	
21,1		57,6	
19,3		56,6	
16,9		55,2	
14,7		53,7	
13,3		52,4	
11,9		51,1	
9,9		47,5	
8,2		42,9	
7,2		40	
6,1		35,9	

4,5		29,1	
3,2		22,1	
1,8		13,7	
0,9		8,3	
0,1		3,6	

От 0 до -25 В (поменяли полярность):

V, В	$\zeta_V$ , В	A, мА	$\zeta_A$ , мА
25,0	0,1	62,1	0,1
23,8		61,3	
21,8		60,2	
19,4		58,8	
17,6		57,7	
15,0		55,9	
13,6		54,6	
12,0		52,5	
10,1		49,0	
7,8		42,4	
6,6		38,2	
4,9		30,2	
3,8		25,1	
2,6		18,4	
1,6		12,2	
0,8		7,2	
0,1		2,7	

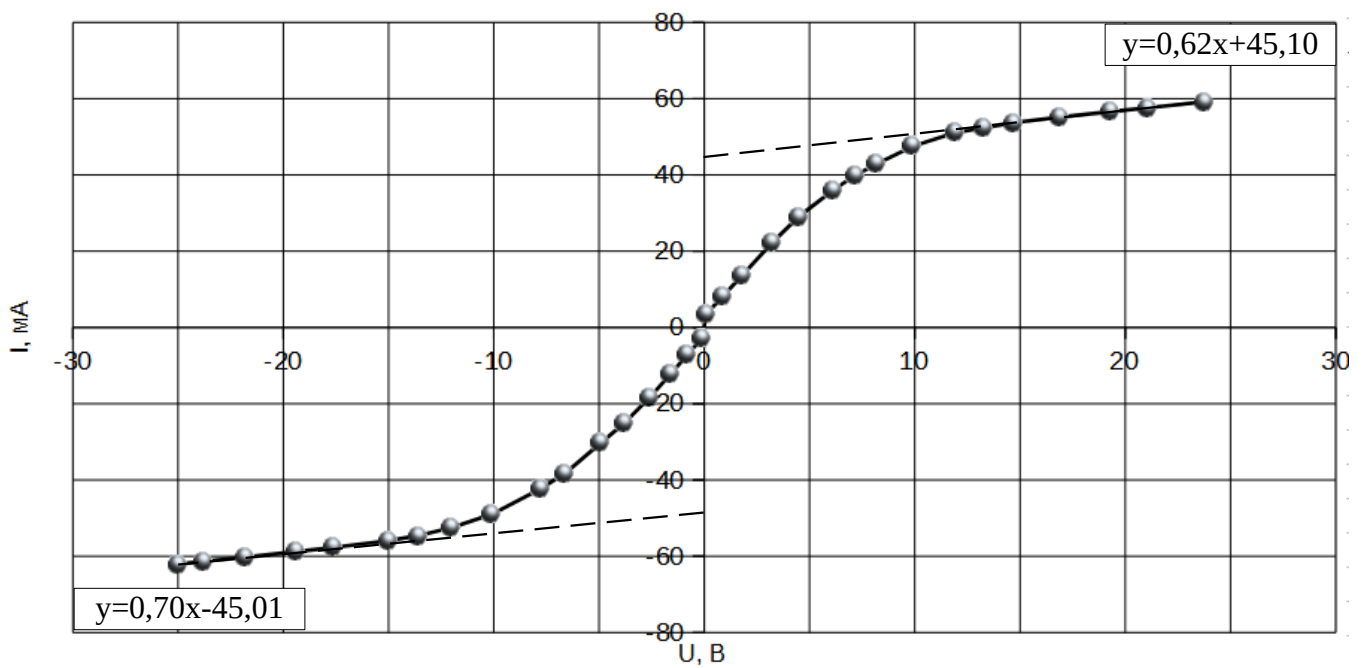


Рисунок 4: Вольт-амперная характеристика двойного зонда ( $I_p = 3 \text{ мА}$ )

Из графика (рис.4) мы можем найти  $I_{\text{ин}} = (45,05 \pm 2,82) \text{ мА}$ ,  $\left. \frac{dI}{dU} \right|_{U=0} = (4,73 \pm 0,18) \frac{1}{\text{Ом}}$ .

Найдем  $T_e$ :

$$T_e = \frac{1}{2} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 45,05 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{4,73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{В}} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} = 55,21 \cdot 10^3 \text{ К}$$

$$\sigma_{T_e} = T_e \cdot (\varepsilon_{I_{\text{ин}}} + \varepsilon_{\frac{dI}{dU}}) = 55,21 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{2,82}{45,05} + \frac{0,18}{4,73} \right) \approx 5,56 \cdot 10^3 \text{ К}$$

7. Снимем зондовые характеристики при токах разряда  $I_p = 1,5 \text{ мА}$ .

От 0 до +25 В:

V, В	$\zeta_V$ , В	A, мА	$\zeta_A$ , мА
25,0	0,1	28,0	0,1
23,7		27,6	
21,6		26,9	
20,4		26,5	
17,8		25,8	
16,2		25,3	
15,1		24,9	
13,7		24,3	
11,4		23,0	
9,6		21,4	
8,3		20,0	



7,0		18,1	
5,9		16,1	
4,9		14,2	
3,7		11,5	
2,6		8,6	
1,5		4,8	
0,7		2,1	
0,1		0,4	

От 0 до -25 В (поменяли полярность):

V, В	$\zeta_V$ , В	A, мА	$\zeta_A$ , мА
25,0	0,1	29,3	0,1
23,0		28,6	
21,4		28,1	
20,3		27,8	
18,4		27,1	
17		26,6	
15,4		26,0	
14,5		25,7	
13,3		25,1	
12,0		24,2	
10,4		23,0	
8,8		21,0	
7,6		19,2	
5,8		16,0	
4,7		13,5	
3,6		10,6	
2,8		8,3	
1,6		5,0	
0,9		3,0	
0,5		1,7	
0,1		0,2	

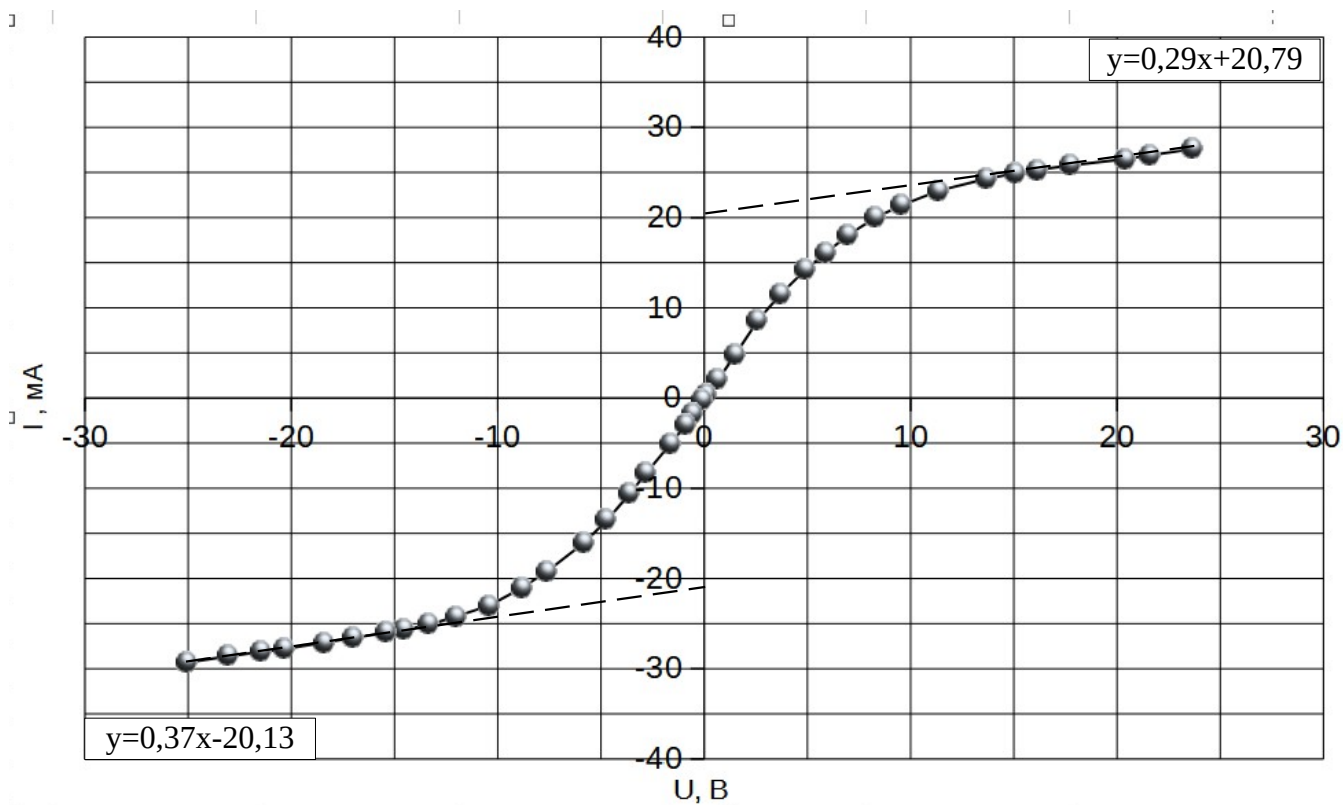


Рисунок 5: Вольт-амперная характеристика двойного зонда ( $I_p = 1,5 \text{ mA}$ )

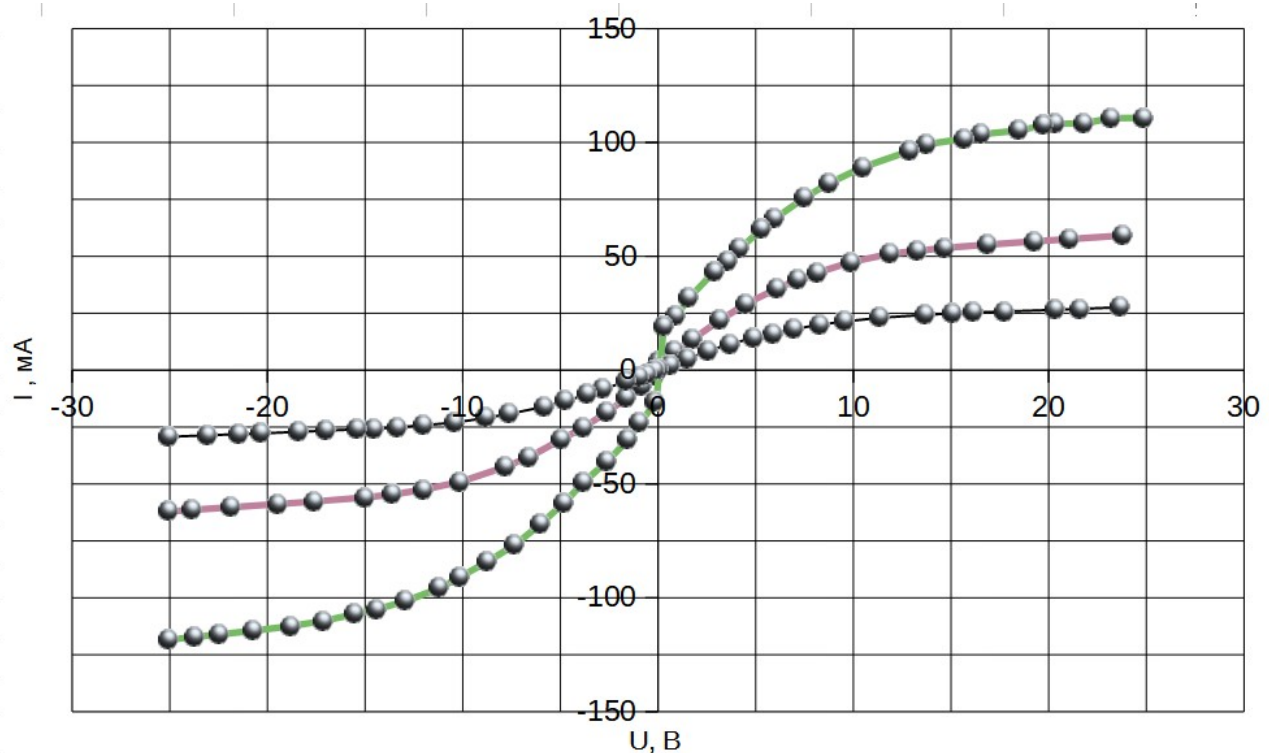
Из графика (рис.4) мы можем найти  $I_{ин} = (20,46 \pm 0,89) \text{ mA}$ ,  $\left. \frac{dI}{dU} \right|_{U=0} = (2,49 \pm 0,06) \frac{1}{\text{Om}}$ .

Найдем  $T_e$ :

$$T_e = \frac{1}{2} \frac{1,6 * 10^{-19} \text{ Кл} * 20,46 * 10^{-3} \text{ A}}{2,49 * 10^{-3} \frac{\text{A}}{\text{B}} * 1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}} = 47,63 * 10^3 \text{ K}$$

$$\sigma_{T_e} = T_e * (\varepsilon_{I_{ин}} + \varepsilon_{\frac{dI}{dU}}) = 47,63 * 10^3 * \left( \frac{0,89}{20,26} + \frac{0,06}{2,49} \right) \approx 3,24 * 10^3 \text{ K}$$

7. Построим семейство отцентрированных зондовых характеристик  $I(U)$ :



8. Полагая концентрацию электронов равной концентрации ионов, определим ее, используя формулу  $n_e = \frac{I_{in} \sqrt{m_i}}{0,4 e S \sqrt{2 k_B T_e}}$ . Рассчитаем плазменную частоту колебаний электронов по

формуле ( $w_p = \sqrt{\frac{4 \pi n_e e^2}{m_e}}$ ). Рассчитаем электронную поляризационную длину ( $T_i = T_e$ ) и

дебаевский радиус экранирования ( $T_i \approx 300 K$ ) по формуле ( $r_D = \sqrt{\frac{k_B T}{4 \pi n e^2}}$ ):

$I_p = 5 \text{ mA}$ :

Концентрация электронов:

$$n_e = \frac{89,75 \cdot 10^{-3} \text{ A} \sqrt{22 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}}{0,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \sqrt{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 59,46 \cdot 10^3 \text{ К}}} = 6,40 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$$

$$\sigma_{n_e} = n_e \cdot \left( \varepsilon_{I_{in}} + \frac{1}{2} \varepsilon_{T_e} \right) = 6,4 \cdot 10^{19} \left( \frac{4,50}{89,75} + \frac{1}{2} \frac{5,56}{59,46} \right) \approx 0,62 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$$

Плазменная частота колебаний электронов:

$$w_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 6,40 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 44,80 \cdot 10^{13} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\sigma_{w_p} = w_p \frac{1}{2} \varepsilon_{n_e} = 44,80 \cdot 10^{13} \frac{1}{2} \frac{0,62}{6,40} \approx 2,17 \cdot 10^{13} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Поляризационная длина:

$$r_{de} = \sqrt{\frac{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 59,46 \cdot 10^3 \text{ К}}{4 \cdot 3,14 \cdot 6,4 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл})^2}} \approx 19,97 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma r_{de} = r_{de} \frac{1}{2} (\varepsilon_{T_e} + \varepsilon_{n_e}) = 19,97 * 10^{-2} \frac{1}{2} \left( \frac{5,56}{59,46} + \frac{0,62}{6,4} \right) \approx 1,90 * 10^{-2} \text{ м}$$

Дебаевский радиус экранирования:

$$r_d = \sqrt{\frac{1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 300 \text{ К}}{4 * 3,14 * 6,4 * 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 * 10^{-19} \text{ Кл})^2}} \approx 1,42 * 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma r_d = r_d \frac{1}{2} (\varepsilon_{T_i} + \varepsilon_{n_e}) = 1,42 * 10^{-2} \frac{1}{2} \left( 0,01 + \frac{0,62}{6,4} \right) \approx 0,08 * 10^{-2} \text{ м}$$

$I_p = 3 \text{ мА}$ :

Концентрация электронов:

$$n_e = \frac{45,05 * 10^{-3} \text{ А} \sqrt{22 * 1,66 * 10^{-27} \text{ кг}}}{0,4 * 1,6 * 10^{-19} \text{ Кл} * 3,14 * 0,2 * 5,2 * 10^{-6} \text{ м}^2 \sqrt{2 * 1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 55,21 * 10^3 \text{ К}}} = 3,22 * 10^{19} \text{ м}^{-3}$$

$$\sigma_{n_e} = n_e * \left( \varepsilon_{I_m} + \frac{1}{2} \varepsilon_{T_e} \right) = 3,22 * 10^{19} \left( \frac{2,82}{45,05} + \frac{1}{2} \frac{5,56}{55,21} \right) \approx 1,92 * 10^{19} \text{ м}^{-3}$$

Плазменная частота колебаний электронов:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{4 * 3,14 * 3,22 * 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 * 10^{-19})^2}{9,1 * 10^{-31}}} \approx 31,78 * 10^{13} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\sigma_{\omega_p} = \omega_p \frac{1}{2} \varepsilon_{n_e} = 31,78 * 10^{13} \frac{1}{2} \frac{1,92}{3,22} \approx 9,47 * 10^{13} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Поляризационная длина:

$$r_{de} = \sqrt{\frac{1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 55,21 * 10^3 \text{ К}}{4 * 3,14 * 3,22 * 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 * 10^{-19} \text{ Кл})^2}} \approx 27,13 * 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma r_{de} = r_{de} \frac{1}{2} (\varepsilon_{T_e} + \varepsilon_{n_e}) = 27,13 * 10^{-2} \frac{1}{2} \left( \frac{5,56}{55,21} + \frac{1,92}{3,22} \right) \approx 9,45 * 10^{-2} \text{ м}$$

Дебаевский радиус экранирования:

$$r_d = \sqrt{\frac{1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 300 \text{ К}}{4 * 3,14 * 3,22 * 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 * 10^{-19} \text{ Кл})^2}} \approx 1,20 * 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma r_d = r_d \frac{1}{2} (\varepsilon_{T_i} + \varepsilon_{n_e}) = 1,2 * 10^{-2} \frac{1}{2} \left( 0,01 + \frac{1,92}{3,22} \right) \approx 0,36 * 10^{-2} \text{ м}$$

$I_p = 1,5 \text{ мА}$ :

Концентрация электронов:

$$n_e = \frac{20,46 * 10^{-3} \text{ А} \sqrt{22 * 1,66 * 10^{-27} \text{ кг}}}{0,4 * 1,6 * 10^{-19} \text{ Кл} * 3,14 * 0,2 * 5,2 * 10^{-6} \text{ м}^2 \sqrt{2 * 1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 47,63 * 10^3 \text{ К}}} = 1,63 * 10^{19} \text{ м}^{-3}$$

$$\sigma_{n_e} = n_e * (\varepsilon_{I_{in}} + \frac{1}{2} \varepsilon_{T_e}) = 1,63 * 10^{19} * (\frac{0,89}{20,46} + \frac{1}{2} \frac{3,24}{47,63}) \approx 0,13 * 10^{19} \text{ м}^{-3}$$

Плазменная частота колебаний электронов:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{4 * 3,14 * 1,63 * 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 * 10^{-19})^2}{9,1 * 10^{-31}}} \approx 22,61 * 10^{13} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\sigma_{\omega_p} = \omega_p \frac{1}{2} \varepsilon_{n_e} = 22,61 * 10^{13} \frac{1}{2} \frac{0,13}{1,63} \approx 0,90 * 10^{13} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Поляризационная длина:

$$r_{de} = \sqrt{\frac{1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 47,63 * 10^3 \text{ К}}{4 * 3,14 * 1,63 * 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 * 10^{-19} \text{ Кл})^2}} \approx 35,41 * 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma r_{de} = r_{de} \frac{1}{2} (\varepsilon_{T_e} + \varepsilon_{n_e}) = 35,41 * 10^{-2} \frac{1}{2} (\frac{3,24}{47,63} + \frac{0,13}{1,63}) \approx 2,62 * 10^{-2} \text{ м}$$

Дебаевский радиус экранирования:

$$r_d = \sqrt{\frac{1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 300 \text{ К}}{4 * 3,14 * 1,63 * 10^{19} \text{ м}^{-3} (1,6 * 10^{-19} \text{ Кл})^2}} \approx 2,81 * 10^{-2} \text{ м}$$

$$\sigma r_d = r_d \frac{1}{2} (\varepsilon_{T_i} + \varepsilon_{n_e}) = 2,81 * 10^{-2} \frac{1}{2} (0,01 + \frac{0,13}{1,63}) \approx 0,13 * 10^{-2} \text{ м}$$

9. Оценим по формуле  $N_D = \frac{4}{3} \pi r_D^3 n_e$  среднее число ионов в дебаевской сфере и оценим степень ионизации плазмы (долю ионизованных атомов  $\alpha$ )

$I_p = 5 \text{ мА}$ :

$$N_D = \frac{4}{3} * 3,14 * (1,42 * 10^{-2} \text{ м})^3 * 6,4 * 10^{19} \text{ м}^{-3} \approx 8 * 10^{14} \gg 1 \Rightarrow \text{плазму можно считать идеальной}$$

$$\alpha = \frac{n_e k T_e}{P} = \frac{6,4 * 10^{19} \text{ м}^{-3} * 1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 300 \text{ К}}{266,64 \text{ Па}} \approx 99 * 10^{-5}$$

$I_p = 3 \text{ мА}$ :

$$N_D = \frac{4}{3} * 3,14 * (1,2 * 10^{-2} \text{ м})^3 * 3,22 * 10^{19} \text{ м}^{-3} \approx 2 * 10^{14} \gg 1 \Rightarrow \text{плазму можно считать идеальной}$$

$$\alpha = \frac{n_e k T_e}{P} = \frac{3,22 * 10^{19} \text{ м}^{-3} * 1,38 * 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} * 300 \text{ К}}{266,64 \text{ Па}} \approx 50 * 10^{-5}$$

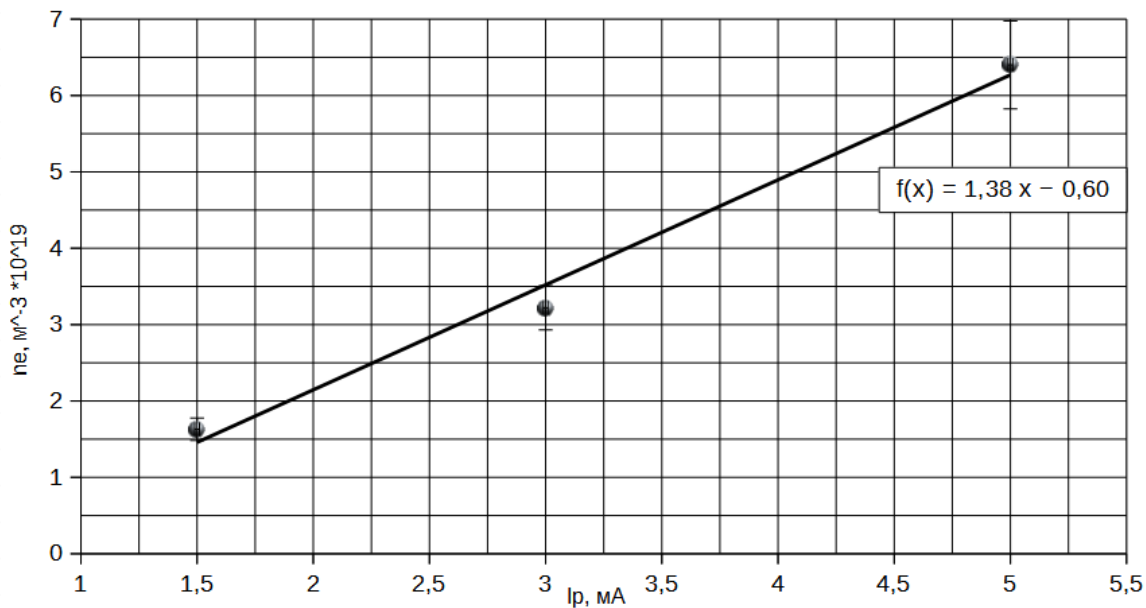
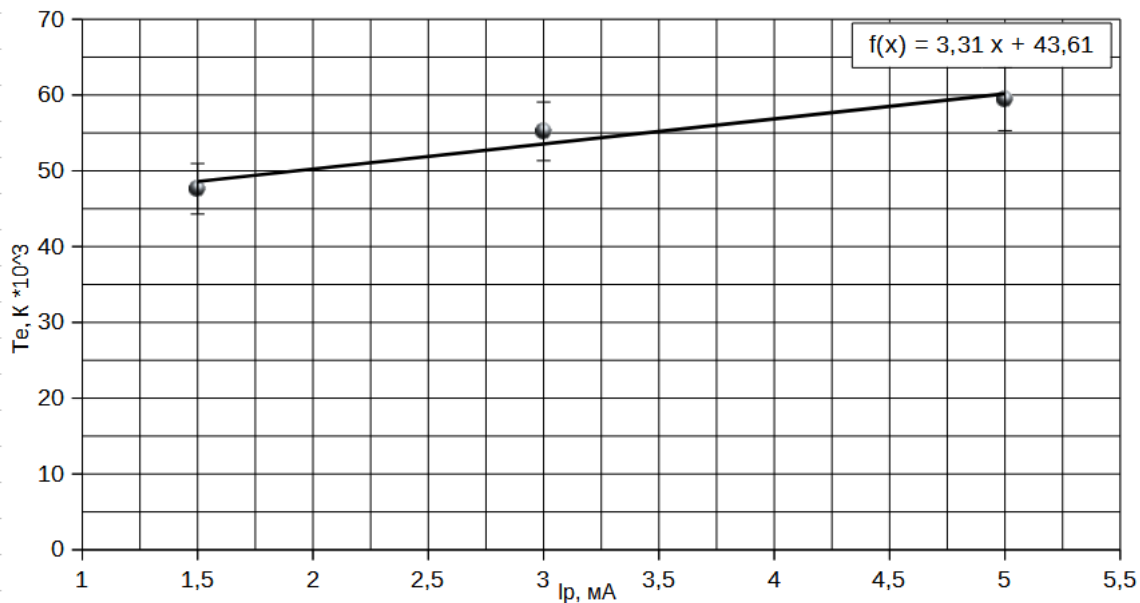
$I_p = 1,5 \text{ мА}$ :

$$N_D = \frac{4}{3} * 3,14 * (2,81 * 10^{-2} \text{ м})^3 * 1,63 * 10^{19} \text{ м}^{-3} \approx 15 * 10^{14} \gg 1 \Rightarrow \text{плазму можно считать}$$

идеальной

$$\alpha = \frac{n_e k T_e}{P} = \frac{1,63 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{266,64 \text{ Па}} \approx 25 \cdot 10^{-5}$$

10. Построим графики  $T_e(I_p)$  и  $n_e(I_p)$



$R_{\text{диф}}, \text{Ом}$	$I_p, \text{mA}$	$kT_e, \text{эВ}$	$n_e, \text{см}^{-3} \cdot 10^{25}$	$\omega_p, \text{рад/с} \cdot 10^{13}$	$r_{de}, \text{см}$	$r_d, \text{см}$	$\langle N_D \rangle, 10^{14}$	$\alpha, 10^{-5}$
$(17,54 \pm 0,4) \cdot 10^4$	5	5,12	$6,4 \pm 0,62$	$44,80 \pm 2,17$	$19,97 \pm 1,90$	$1,42 \pm 0,08$	8	99
	3	4,76	$3,22 \pm 1,92$	$31,78 \pm 9,47$	$27,13 \pm 9,45$	$1,20 \pm 0,36$	2	50
	1,5	4,1	$1,63 \pm 0,13$	$22,61 \pm 0,90$	$35,41 \pm 2,62$	$2,81 \pm 0,13$	15	25

### Вывод:

Полученные данные либо сходятся по порядку, либо отличаются на один-два порядка от табличных данных из интернета ([Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Plasma)). Вероятно, разница в показаниях могла возникнуть из-за недостаточно точного снятия данных вблизи нуля.