



Московский Физико-Технический Институт

Отчет о выполнении лабораторной работы

---

5.10.1

Электронный парамагнитный резонанс

---

Выполнили:  
Костылев Владислав

Группа:  
Б01-206

## Аннотация

**Цель работы:** Исследуется электронный парамагнитный резонанс в молекуле ДФПГ, определяется  $g$ -фактор электрона, измеряется ширина ЭПР.

## Содержание

1	Теоретическая справка	3
2	Экспериментальная установка	4
3	Результаты измерений и обработка данных	5
4	Заключение	5

# 1 Теоретическая справка

Энергетический уровень электрона в присутствии магнитного поля с индукцией  $B$  расщепляется на подуровня, расстояние между которыми равно

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 2\mu B. \quad (1)$$

Здесь  $\mu$  – абсолютная величина проекции магнитного момента на направление поля.

Между этими двумя уровнями возможны переходы. Эти переходы могут возбуждаться внешним высокочастотным электромагнитным полем, если оно имеет нужную частоту и нужное направление.

Резонансное значение частоты определяется из очевидной формулы:

$$\hbar\omega_0 = \Delta E. \quad (2)$$

При переходе с нижнего на верхний уровень энергии электрон поглощает квант электромагнитной энергии, а при обратном переходе такой же квант излучается. Возбуждение электронных резонансных переходов электромагнитным полем, имеющим частоту, определяемую формулой (2), носит название электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

В настоящей работе необходимо получить сигнал ЭПР на кристаллическом дифенилпикрилгидразиле (ДФПГ) и определить значение  $g$ -фактора для электрона. Как известно, связь между магнитным моментом  $\mu$  электрона и его механическим моментом  $\mathbf{M}$  выражается через гиромагнитное отношение  $\gamma$  с помощью формулы

$$\mu = \gamma M. \quad (3)$$

А магнитный момент частицы, измеренный в магнитолах Бора, а механический - в  $\hbar$ , то их связь можно записать через  $g$ -фактор:

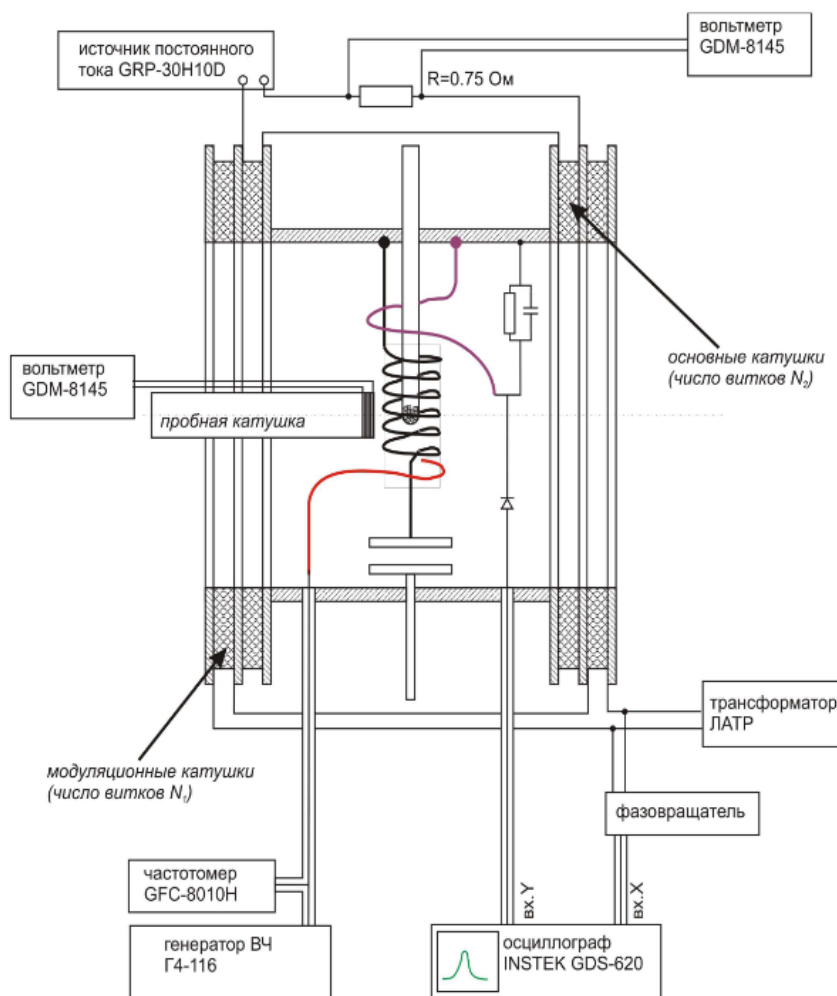
$$\frac{\mu}{\mu_B} = \frac{M}{\hbar} \quad (4)$$

Используя соотношения (1)-(4), нетрудно получить выражение для  $g$ -фактора через определяемые экспериментально величины:

$$g = \frac{\hbar\omega_0}{\mu_B B}. \quad (\star)$$

## 2 Экспериментальная установка

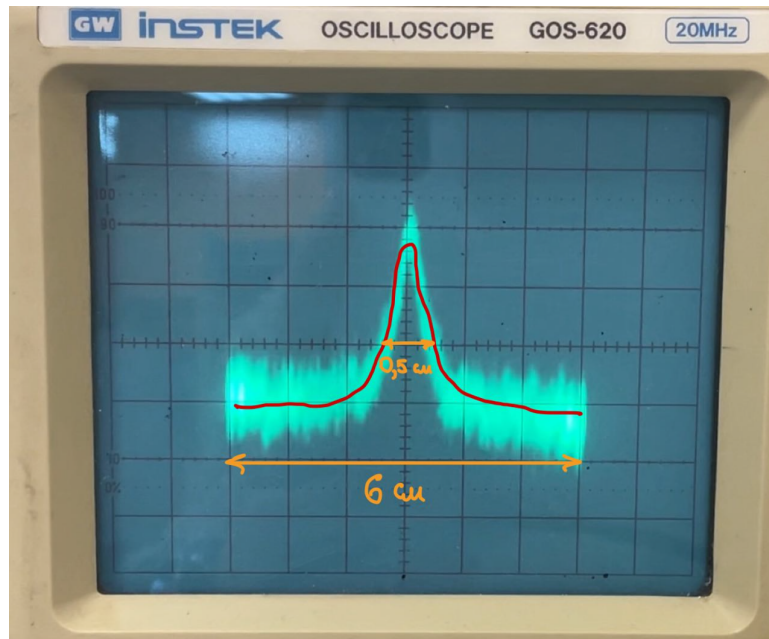
Образец (порошок ДФПГ) в стеклянной ампуле помещается внутрь катушки индуктивности входящей в состав колебательного контура. Входящий в состав контура конденсатор состоит из двух пластин, разделенных воздушным зазором, одна из пластин может перемещаться поворотом штока. Колебания в контуре возбуждаются антенной, соединённой с генератором частоты (ВЧ) Г4-116. Амплитуда колебаний поля в катушке индуктивности измеряется по наводимой в петле связи ЭДС индукции. Высокочастотные колебания ЭДС индукции в приёмном контуре детектируются диодом, измеряемая при помощи осциллографа низкочастотная огибающая этого сигнала пропорциональна квадрату амплитуды колебаний поля в катушке.



Постоянное магнитное поле создаётся пропусканием тока от источника постоянного тока через основные катушки. При этом при помощи вольметра измеряется падение напряжения на резисторе в цепи основных катушек. Переменное поле небольшой амплитуды создаётся подачей на модуляционные катушки напряжения с регулируемого трансформатора ЛАТР. Для измерения амплитуды колебаний переменного поля используется пробная катушка известной геометрии, подключенная к вольтметру.

### 3 Результаты измерений и обработка данных

В данной работе мы измерили следующие величины, но сперва мы добились резонанса:



Мы рассчитали:

$$B_{\text{шир}} = \sqrt{2} \frac{2\varepsilon_i}{\pi^2 d^2 N_{\text{проб}} \nu} = \sqrt{2} \cdot \frac{2 \cdot 4,1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^8}{\pi^2 \cdot 1,46^2 \cdot 46 \cdot 50} = 24 \text{ Гс}$$

$$\varepsilon_i = 4,1 \text{ мВ}$$

$$d = 1,46 \text{ см}; N_{\text{проб}} = 46; \nu = 50 \text{ Гц}$$

$$\Delta B = \frac{0,5}{6} \cdot 24 = 2 \text{ Гс}$$

$$U_{\text{ном}} = 63,4 \text{ мВ}$$

Измерили g-фактор:

$$\varepsilon_i = 11,1 \text{ мВ} \rightarrow B_0 = 65 \text{ Гс}$$

$$h\nu = g m_B B_0$$

$$\Rightarrow g = \frac{h\nu}{m_B B_0} = \frac{0,6626 \cdot 10^{-28} \cdot 129,5 \cdot 10^{-3}}{927 \cdot 10^{-28} \cdot 65} = 1,42$$

### 4 Заключение

В заключение, хочу отметить, что мы исследовали электронный парамагнитный резонанс в молекуле ДФПГ, определили g-фактор электрона, измерили ширину ЭПР.