

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6.10.1

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС

ТЕОРИЯ

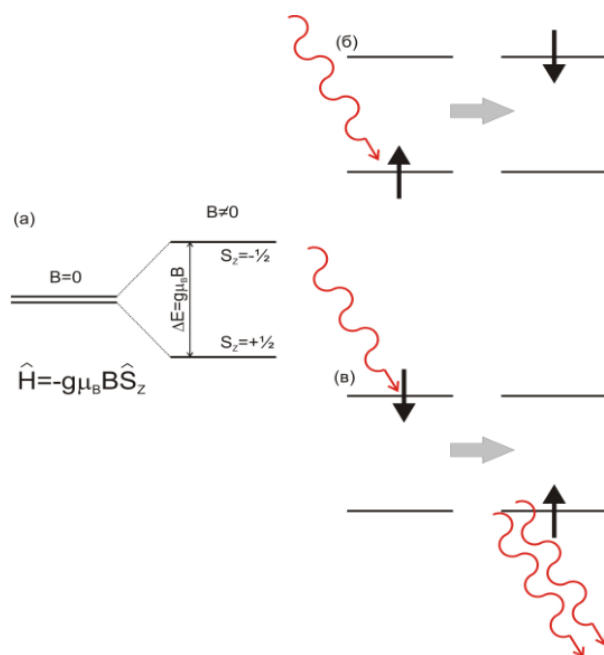


Рисунок 1 Схема резонансного поглощения электромагнитного излучения для изолированного спина $S=1/2$. (а) Зеемановское расщепление спинового уровня в магнитном поле. (б) Переход между подуровнями «снизу-вверх» с поглощением фотона резонансной частоты $h\nu = g\mu_B B$. (в) Переход между подуровнями «сверху-вниз» с излучением дополнительного фотона резонансной частоты.

Поглощаемая мощность

$$P_{\text{пол}} = \frac{1}{2} \omega \left(\frac{LI}{c n S} \right)^2 \chi''(\omega, B)$$

$$P_{\text{пол}} = \frac{1}{2} R_{\text{ЭПР эфф}} I^2$$

$$R_{\text{ЭПР эфф}} = \omega \left(\frac{L}{c n S} \right)^2 \chi''(\omega, B)$$

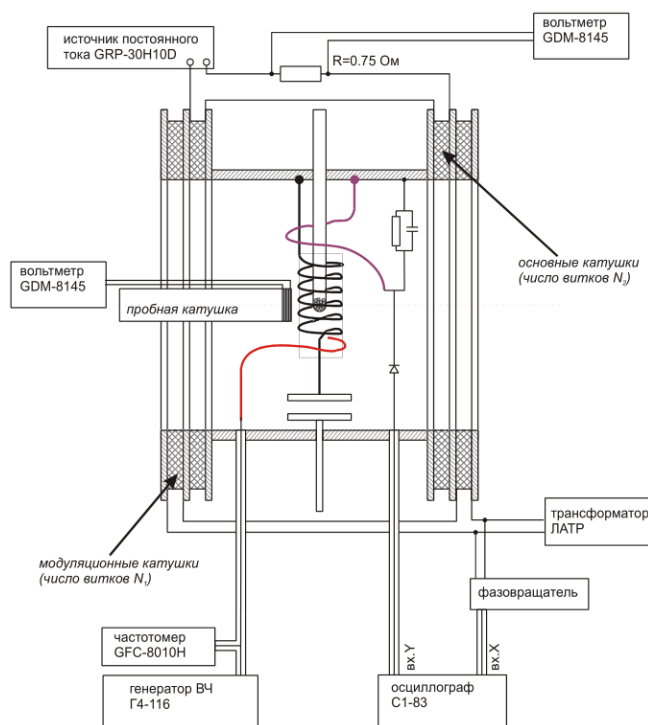
Добротность и изменение сигнала при резонансном поглощении

$$Q = \frac{1}{c R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{\omega_0 L}{c^2 R}$$

$$\frac{\Delta U}{U} \approx \frac{8\pi Q_0}{S l} \chi''$$

ХОД РАБОТЫ

УСТАНОВКА



НАСТРОЙКА ВЧ ГЕНЕРАТОРА

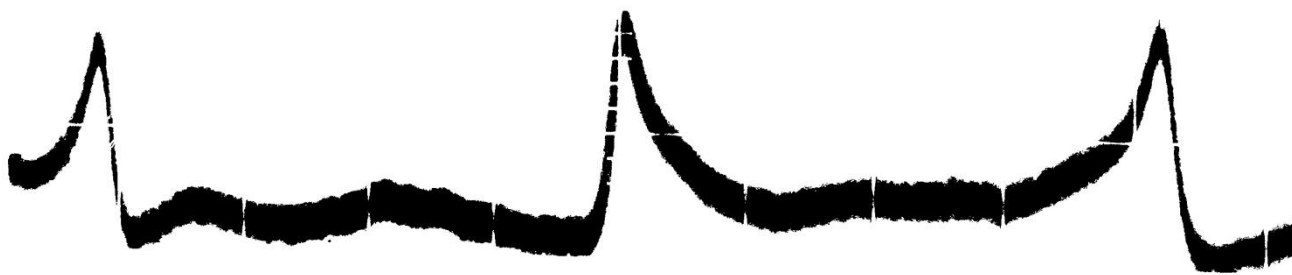
Настроим генератор на резонансную частоту $f_0 = 129.2\text{MHz}$
контура:

Определим добротность:

$$f_{+\frac{1}{2}} = 129.7\text{MHz} \quad f_{-\frac{1}{2}} = 128.6\text{MHz} \quad Q = 120$$

НАБЛЮДЕНИЕ СИГНАЛА РЕЗОНАНСНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

Основные катушки подключим к источнику постоянного тока, а модуляционные к трансформатору ЛАТР, с которого подадим 50В. Плавно увеличим напряжение на основных катушках пока не увидим на осциллографе резонансное поглощение. Добьемся также эквидистантности пиков. $V_R = 61.50 \pm 0.3\text{mV}$



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЛИНИИ

Ширина на полувысоте модулирующего поля	$A_{1/2}$	6.5 ± 1
Полный размах модулирующего поля	$A_{\text{полн}}$	50 ± 1
ЭДС в пробной катушке	V_i	$0.25 \pm 0.01 \text{ мВ}$
Диаметр намотки в пробной катушке	d	$14.6 \pm 0.1 \text{ мм}$
Число витков пробной катушки	$N_{\text{проб}}$	46
Частота модулирующего напряжения	ν	50 Гц
Амплитуда модулирующего поля	$B_{\text{мод}}$	$\sqrt{2} \frac{2V_i}{\pi^2 d^2 N_{\text{проб}} \nu} = 1.46 \times 10^{-4} \text{ Тл}$
Ширина линии	ΔB	$\frac{A_{1/2}}{A_{\text{полн}}} B_{\text{мод}} = 1.90 \times 10^{-5} \text{ Тл}$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ G-ФАКТОРА

Для определения связи между напряжением на резисторе в цепи основных катушек и магнитным полем в центре магнита нужно подать в основные катушки переменный ток и измерить с помощью пробной катушки ЭДС. Подключим ЛАТР к основным катушкам. Вольтметр переведем в режим измерения переменного тока. Проведем измерения с помощью пробной катушки, построим график и поределим g-фактор.

$V_{\text{осн}}, \text{ мВ} \pm 0.05 \text{ мВ}$	$V_{\text{пробн+}}, \text{ мВ} \pm 0.02 \text{ мВ}$	$V_{\text{пробн-}}, \text{ мВ} \pm 0.02 \text{ мВ}$
26.15	4.62	4.90
31.98	5.64	5.93
33.02	5.81	6.07
38.05	6.70	7.04
43.00	7.59	7.99
48.20	8.55	8.91
52.00	9.24	9.65
57.20	10.09	10.64
62.40	10.93	11.48
67.00	11.80	12.35

$$B = \frac{V_{\text{пробн}\pm}}{N_{\text{проб}} S \omega_{\sim}} = \frac{2V_{\text{осн}} p1_{\pm}}{\pi^2 d^2 N_{\text{проб}} \nu} = 45.7 \text{ Гс}$$

$$g = \frac{h\nu}{\mu_B B} = 2.06$$

$$\Delta B = B \times \sqrt{\varepsilon(V_{\text{осн}})^2 + \varepsilon(p1)^2 + 4\varepsilon(d)^2 + \varepsilon(\nu)^2} = 1.4 \text{ Гс}$$

$$\Delta g = g \times \sqrt{\varepsilon(\nu)^2 + \varepsilon(B)^2} = 0.06$$

