

## О НЕОБЫЧНОМ ХАРАКТЕРЕ МАГНИТНОГО ВРАЩЕНИЯ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВНУТРИ КОНТУРА ПОГЛОЩЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЛИНИИ

О.Э.Бувич, И.С.Григорьев, А.Ф.Семерок, В.А.Фирсов

Экспериментально обнаружено магнитное вращение плоскости поляризации высокомонохроматического излучения внутри доплеровски уширенного контура линии поглощения  $3S_{1/2}(F=2) - 3P_{3/2}$  атомов натрия, качественно отличающееся от эффекта Макалузо – Корбино.

В работе проведено экспериментальное исследование вращение плоскости поляризации монохроматического излучения с  $\lambda \approx 589$  нм в пучке атомов натрия на переходе  $3S_{1/2}(F=2) - 3P_{3/2}$  в слабых магнитных полях (порядка поля Земли). Измерения угла вращение производились в продольных магнитных полях напряженностью от 0 до  $\pm 5$  Э для излучения со спектральной шириной  $\Delta\nu \approx 1$  МГц и интенсивностью  $I$  от 0,01 до 100 мВт/см<sup>2</sup>. Схема эксперимента приведена на рис. 1. Излучение направлялось на пучок атомов  $A$  через окно  $O_1$  вакуумной камеры и поляризатор  $\Pi_1$ , который фиксировал плоскость поляризации волны вдоль оси  $z$ . Степень поляризации (отношение  $I_z/I_y$ ) была не менее  $10^4$ . В области пересечения излучения с пучком атомов магнитное поле Земли имело компоненты  $H_{x3} \approx 0,49$  Э,  $H_{y3} \approx 0,27$  Э,  $H_{z3} \approx 0,31$  Э. Применение двух катушек Гельмгольца  $\Gamma$  позволяло скомпенсировать компоненту  $H_{y3}$  и варьировать компоненту  $H_x$ .

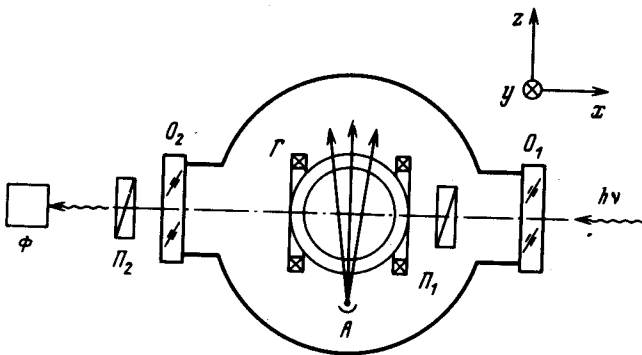


Рис. 1. Схема эксперимента

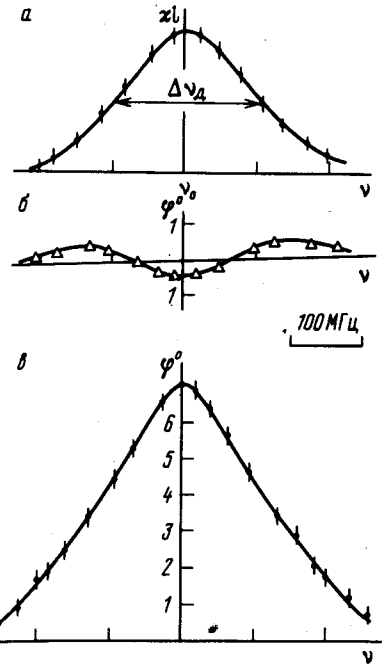


Рис. 2. а – Контур поглощения рабочего перехода; б – зависимость  $\varphi(\nu)$  при  $I \approx 0,5$  мВт/см<sup>2</sup>,  $\kappa l \approx 2$ ,  $H_x \approx 1$  Э; в – зависимость  $\varphi(\nu)$  при  $I \approx 20$  мВт/см<sup>2</sup>,  $\kappa l \approx 1,1$ ,  $H_x \approx 1$  Э. Значения  $\kappa l$  приведены для центра перехода

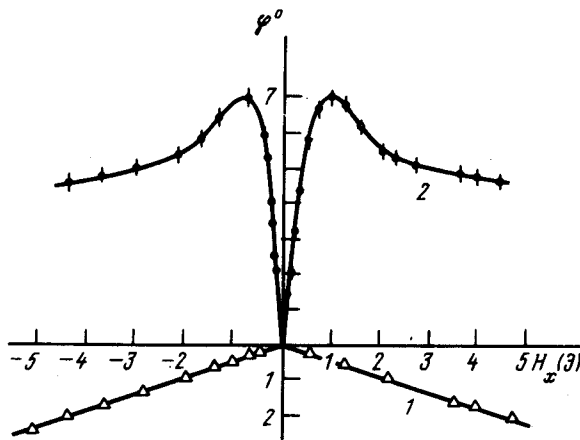


Рис. 3. Зависимость  $\varphi$  от величины  $H_x$ . Частота излучения  $\nu = \nu_0$ : 1 –  $I \approx 0,01$  мВт/см<sup>2</sup>,  $\kappa l \approx 1,1$ ; 2 –  $I \approx 30$  мВт/см<sup>2</sup>,  $\kappa l \approx 0,8$ . (за положительное направление вращения принималось вращение по часовой стрелке при наблюдении вдоль направления магнитного поля)

Состояние поляризации излучения, прошедшего через пучок атомов, исследовалось с помощью второго поляризатора  $\Pi_2$ . Мощность излучения регистрировалась фотоприемником Ф. Оптическая толщина пучка атомов  $\kappa l$  в максимуме поглощения перехода была порядка единицы, а его неоднородная (доплеровская) ширина равнялась  $\Delta\nu_D \approx 200$  МГц. Пересечение светового луча с пучком атомов происходило на длине 5 см, длина же области люминесценции, определяемая спектральной шириной излучения, составляла 5 мм.

Спектральные зависимости угла вращения  $\varphi$  плоскости поляризации были получены экспериментально при различных интенсивностях излучения – рис. 2. При  $I \ll I_{\text{нас}}$  ( $I_{\text{нас}} \cong \cong 40$  мВт/см<sup>2</sup> – интенсивность насыщения) зависимость  $\varphi(\nu)$  имела типичный вид фарадеевского вращения <sup>1-5</sup> – рис. 2,б. Угол вращения был положительным на крыльях и отрицательным на центре линии поглощения. При увеличении интенсивности излучения до величины интенсивности насыщения характер вращения сильно менялся – рис. 2,в. Величина  $\varphi$  выросла до  $7^\circ$  при поле  $H_x \cong 1$  Э и была положительной на всем диапазоне изменения  $\nu$ .

Зависимость угла вращения плоскости поляризации от напряженности продольного магнитного поля  $H_x$  при  $I \cong 30$  мВт/см<sup>2</sup> приведена на рис. 3. Там же, для сравнения, приведена зависимость  $\varphi(H_x)$  для интенсивностей  $I \ll I_{\text{нас}}$ . Как видно из рис. 3, различны не только знак и величина эффекта, но и сам характер (наличие максимума) зависимости  $\varphi(H_x)$ .

Таким образом, экспериментально установлено, что характер вращения плоскости поляризации высокомонохроматического излучения, проходящего через резонансную среду, находящуюся в магнитном поле, существенно меняется при переходе от слабых интенсивностей ( $I \ll I_{\text{нас}}$ ) к сильным ( $I \sim I_{\text{нас}}$ ).

Причиной наблюдаемого в эксперименте эффекта, на наш взгляд, является выжигание провала Беннета в неоднородно уширенном контуре поглощения рабочего перехода и образование связанных с ним неоднородностей показателя преломления <sup>6</sup>.

Авторы благодарят Марцишевского Д.М. за предоставление чувствительного феррозонда.

#### Литература

1. Вуд Р. Физическая оптика, М., ОНТИ, 1936.
2. Волькенштейн М.В. Молекулярная оптика, М. – Л., 1951.
3. Василенко Л.С., Гуськов Л.Н., Шишаев А.В. Квантовая электроника, 1978, 5, 1746.
4. Лукомский Н.Г., Полищук В.А. Журнал прикладной спектроскопии, 1986, 45, 382.
5. Богданов Ю.В., Канорский С.И., Собельман И.И., Сорокин В.Н., Струк И.И., Юков Е.А. Оптика и спектроскопия, 1986, 61, 446.
6. Giraud-Cotton S., Kaftandjian V.P., Klein L. Phys. Rev., 1985, A32, 2211.