

О СДВИГЕ РЕЗОНАНСНОЙ ЛИНИИ СПИНОВОЙ СИСТЕМЫ В УЗКОПОЛОСНЫХ ШУМОВЫХ ПОЛЯХ

Д.Н.Новиков

В работе ¹ сообщалось о результатах исследования спектра поглощения двухуровневой системы в интенсивных некогерентных полях излучения. Изучалось изменение спектра поглощения слабого излучения под действием узкополосного гауссового шумового поля радиочастотного диапазона, сформированного из белого шума линейными прямоугольными фильтрами. В качестве объекта исследования был выбран ансамбль атомов Cd^{113} , обладающих в основном состоянии ядерным моментом $I = 1/2$, ориентированный методом оптической накачки.

Одним из результатов работы ¹ явилось обнаружение смещения максимума линии поглощения (сдвиг линии резонанса) при воздействии узкополосного шумового поля, а также зависимости этого сдвига от мощности и ширины спектральной линии шумового поля. Этот результат, изображенный графически в работе ¹ на рис. 1, демонстрирует явно выраженное отсутствие предельного перехода от действия узкополосного шумового поля при уменьшении ширины его спектра к монохроматическому, что объяснялось авторами статьи различием их статистик.

В попытке понять этот вывод работы ¹ нами был выполнен аналогичный эксперимент, отличающийся лишь в следующих пунктах: а) объектом исследования являлся ансамбль атомов Cs^{133} , обладающих электронным парамагнетизмом, находящийся в условиях поперечной оптической накачки циркулярно поляризованным резонансным светом; б) слабое пробное излучение представляло собой линейно поляризованное радиочастотное поле $H_1 \cos \omega t$, направленное вдоль постоянного магнитного поля H_0 , вследствие чего оптическим методом регистрировался параметрический резонанс ² в системе атомов Cs^{133} , характерной особенностью которого является отсутствие радиочастотного уширения линии; в) запись спектра параметрического резонанса осуществлялась путем сканирования поля H_0 вблизи значения $H_p = \omega / \gamma$, где γ – гиромагнитное отношение атомов Cs^{133} , при $\omega / 2\pi =$

$= 600$ Гц; г) эксперимент выполнялся в магнитном экране, предназначенном для устранения магнитных помех.

Несмотря на то, что указанные отличия в постановке эксперимента не являются принципиально важными и не должны привести к существенно иным результатам, полученные нами зависимости сдвига линии параметрического резонанса Δ от мощности узкополосного шумового поля при различных ширинах $\Delta_{ш}$ его спектра имеют другой характер, чем в работе ¹. Эти зависимости приведены на рис. 1. Из них следует, что качественный ход зависимости Δ от мощности шумового поля при $\Delta_{ш} = \text{const}$ подобен описанному в ¹, однако положение кривых для различных значений $\Delta_{ш}$ диаметрально противоположно результатам работы ¹, т. е. с уменьшением ширины $\Delta_{ш}$ спектра узкополосного шума при постоянной мощности последнего сдвиг Δ увеличивается, а не уменьшается, и в пределе приближается к сдвигу, индуцируемому монохроматическим полем. В другом предельном случае, когда $\Delta_{ш} \gg \Gamma$ ¹⁾, где Γ – ширина линии резонанса, сдвиг линии не был обнаружен во всем исследованном диапазоне изменения мощности шумового поля. Таким образом, существует плавный переход поведения сдвига линии резонанса при уменьшении ширины спектра шума от широкополосного до монохроматического.

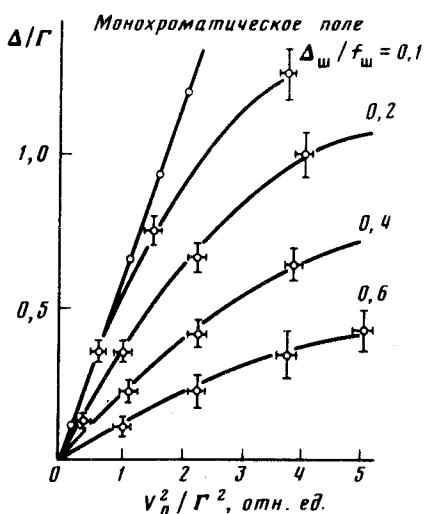


Рис. 1

Рис. 1. Зависимость сдвига линии параметрического резонанса от мощности шумового поля

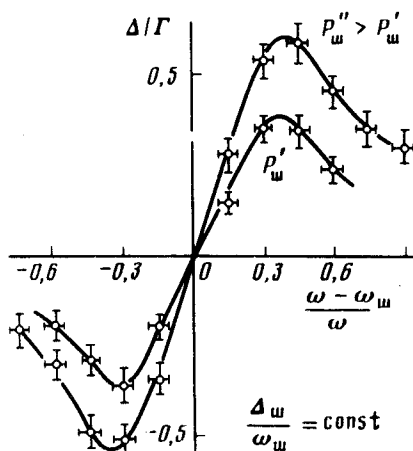


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость сдвига линии параметрического резонанса от расстройки $(\omega - \omega_{ш})/\omega$

Дополнительно были исследованы зависимости сдвига Δ от разности частот $(\omega - \omega_{ш})$, где $\omega_{ш}$ – центральная частота спектра узкополосного шумового поля, для некоторого произвольно выбранного отношения $\Delta_{ш}/\omega_{ш}$ и различных значений мощности шумового поля. Они представлены на рис. 2, из которого видно, что величина и направление сдвига зависят от величины и знака расстройки $(\omega - \omega_{ш})$. Следует отметить, что аналогичное поведение сдвига линии резонанса наблюдалось ранее ^{3, 4} при воздействии на спин-систему монохроматического радиочастотного поля.

Уральский
политехнический институт
им. С.М.Кирова

Поступила в редакцию
1 декабря 1983 г.

¹⁾ В наших условиях этому случаю соответствовал "широкополосный" шум в диапазоне частот $20 \text{ Гц} \div \div 100 \text{ кГц}$.

Литература

1. *Бонч-Бруевич А.М., Пржибельский С.Г., Ходовой В.А., Чигирь Н.А.* ЖЭТФ, 1976, 70, 445.
 2. *Александров Е.Б., Константинов О.Б., Перель Б.И., Ходовой В.А.* ЖЭТФ, 1963, 45, 503.
 3. *Малышев Л.Г., Новиков Л.Н.* Письма в ЖЭТФ, 1972, 15, 129.
 4. *Малышев Л.Г., Новиков Л.Н.* Оптика и спектроскопия, 1973, 34, 807.
-