

9. Плохова Л. А., Калыгина В. М. // Микрoэлектроника. 1973. Т. 2 № 4. С. 363.
10. Кириленко А. А. // ДАН УССР. 1978. Сер. А. № 12. С. 1121.
11. Коробкин В. А., Хижняк Н. А. // Изв. вузов. Радиофизика. 1978. Т. 21. № 4. С. 558.
12. Колесников В. С., Моденов В. П., Пирогов Ю. А., Свешников А. Г. // Радиотехника и электроника. 1987. Т. 32. № 9. С. 1841.
13. Моденов В. П. // ЖВММФ. 1987. Т. 27. № 1. С. 144.

Московский государственный университет

Поступила в редакцию 22 декабря 1987 г.

УДК 539 143.43

ФОРМА ЛИНИИ МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА С УЧЕТОМ НАСЫЩЕНИЯ В ФОРМАЛИЗМЕ ФУНКЦИИ ПАМЯТИ

Э. Х. Халваши

В последнее время достигнуты определенные успехи в теоретическом исследовании формы линии магнитного резонанса с применением формализма «функции памяти» [1]. В работе [2] на основе феноменологических уравнений Блоха, обобщенных с помощью формализма функции памяти, аналитически была исследована зависимость ширины линии магнитного резонанса от насыщения переменным магнитным полем. Было получено, что ширина линии незначительно увеличивается с насыщением, что напоминает результаты теории Провоторова [3], где ширина линии также слабо зависит от насыщения. В связи с этим представляет интерес изучение изменения формы линии с насыщением с целью получения более полной картины теории насыщения в формализме «функции памяти».

В данном сообщении на основе результатов работы [2] проводятся графические изображения (численные расчеты) формы линии резонансного поглощения энергии переменного магнитного поля с учетом насыщения и соответствующего обратного фурье-преобразования.

Следуя [2] (см. выражение (6)), форму линии поглощения можно представить в виде

$$G(x, S) \sim [S + (x - D(x))^2 \exp(x^2) + \exp(-x^2)]^{-1}, \quad (1)$$

где $S = \omega_1 T_1 [\pi M_2 / 2(\mu - 1)]^{-1/2}$ — фактор насыщения, $x = \Delta [M_2(\mu - 1)]^{-1/2}$, $D(x) = \exp(-x^2) \int_0^x dy \exp(y^2)$ — функция Досона, изменяющаяся колоколообразно в интервале (0, 0) с максимальным значением около 0,54, ω_1 — амплитуда переменного магнитного поля, T_1 — время спин-решеточной релаксации, $\mu = M_4 / M_2^2$, M_2 и M_4 — второй и четвертый моменты резонансной линии, $\Delta = \omega - \omega_0$ — расстройка частоты переменного магнитного поля ω относительно частоты ларморовской прецессии ω_0 .

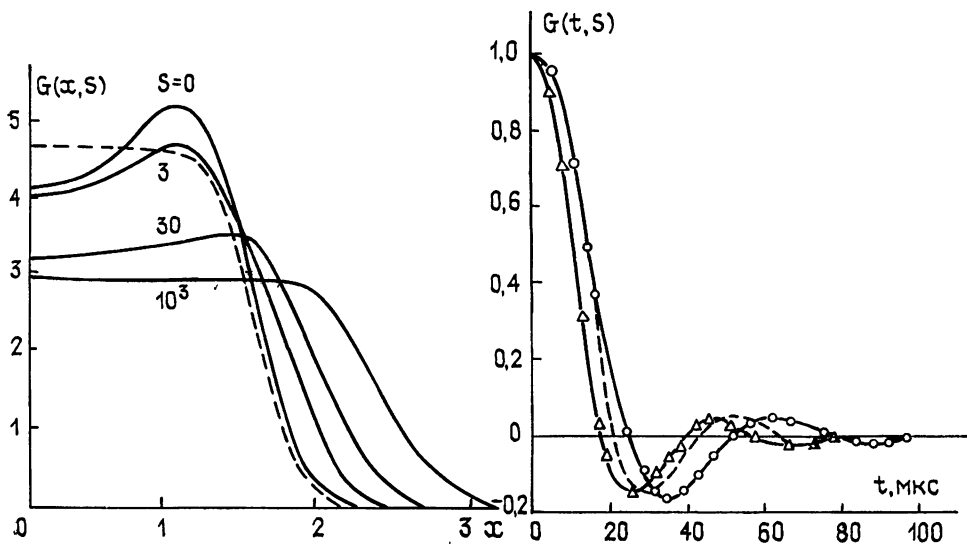


Рис. 1.

Рис. 2.

Расчеты формы линии (1) и ее фурье-образа проведены для случая $\mu \approx 2,07$ (ЯМР F^{19} в GaF_2 при направлении постоянного магнитного поля $[100]$). Соответствующие кривые приведены на рис. 1 и 2. На рис. 1 приведена форма линии магнитного резонанса для различных значений S согласно формуле (1). Пунктиром обозначена экспериментальная кривая. Случай $S=0$ соответствует результатам работы [1]. На рис. 2 изображены кривые обратного фурье-образа (1). Здесь \circ и Δ — значения амплитуд при $S=3$ (слабое насыщение) и $S=30$ (сильное насыщение). Пунктиром обозначена экспериментальная кривая [4]. Из рисунков видно, что с насыщением кривая поглощения не очень сильно «садится» и уширяется, что соответствует результатам теории Провоторова [3]. Видно также, что расчетная «сильно насыщенная» форма линии и соответствующее обратное преобразование Фурье лучше воспроизводят экспериментальные кривые.

Автор благодарен Н. С. Эвенчик и В. В. Демидову за помощь при расчетах на ЭВМ, а также Л. Л. Буншвили за постоянный интерес к работе и поддержку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрагам А., Гольдман М. Ядерный магнетизм, порядок и беспорядок. — М.: Мир, 1984. Т 1. С. 300.
2. Буишвили Л. Л., Звиададзе М. Д., Халваши Э. Х. // ЖЭТФ. 1986. Т. 91. № 7. С. 310.
3. Провоторов Б. Н. // ЖЭТФ. 1961. Т. 41. № 11. С. 1582.
4. Абрагам А. Ядерный магнетизм. — М.: ИЛ, 1963. С. 551.

Батумский филиал Грузинского
политехнического института

Поступила в редакцию
15 апреля 1988 г.,
в окончательном варианте
9 сентября 1988 г.