

## Ответ на комментарий

Т. С. Альтшулер, Ю. В. Горюнов

Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, 420029 Казань, Россия

Поступила в редакцию 30 октября 2008 г.

PACS: 75.47.-m, 75.50.-y, 75.60.-d

Следует заметить, что, как сам факт появления этих комментариев, так и высказанные в нем претензии нас, мягко говоря, удивили.

Отвечаем по порядку.

1. “... Прежде всего, отметим, что основной экспериментальный результат работы [1], а именно расщепление линии ЭСР при  $T < 40-50$  К не является оригинальным и был опубликован ранее в нашей работе [3] в апреле 2008”.

Нам кажется, что сам факт расщепления линии ЭСР интереса не представляет, важна природа данного расщепления. Еще в 2006 г. на конференции АМПЕРЕ-2006 нами был сделан доклад “Магнитный резонанс в двух спиновых подсистемах в гексабориде европия”, где мы показали, что данное расщепление связано с магнитным фазовым расслоением. Касательно же комментариев отметим, что они противоречат сами себе: про какое расщепление на 2 линии они пишут? Одна из них фантом, они же сами пишут и совершенно справедливо, что она связана только с неудачной формой образца, что на самом деле существует одна линия от  $\text{Eu}^{2+}$  в  $\text{EuB}_6$ . Если бы мы получили такие результаты, то вообще не стали бы их печатать, так как факт зависимости сигнала ферромагнитного резонанса от формы образца широко известен и никакого отношения непосредственно к  $\text{EuB}_6$  не имеет. Да и основной результат нашей статьи [1] не тот, о котором пишут авторы комментариев. Впрочем об этом после ответа на их главное обвинение.

2. “... в спектрах ЭСР при низких температурах отчетливо наблюдаются две широких линии А и В, расстояние между которыми увеличивается при понижении температуры (рис.1, кривые 1, 2). Такая структура спектров ЭСР идентична опубликованной в [1, 3].

Авторы комментариев наблюдают 2 расходящиеся с понижением температуры линии ([3] и данные комментарий) и считают их идентичными нашим, опубликованным в [1]. А поскольку одна из линий –

фантом, то и “все выводы и интерпретация, содержащиеся в [1], не имеют надлежащего экспериментального обоснования”.

Приводим для сравнения температурную зависимость двух линий ЭСР авторов комментариев (положения их спектров, взятые из рис.1) и нашу, опубликованную в [1]:

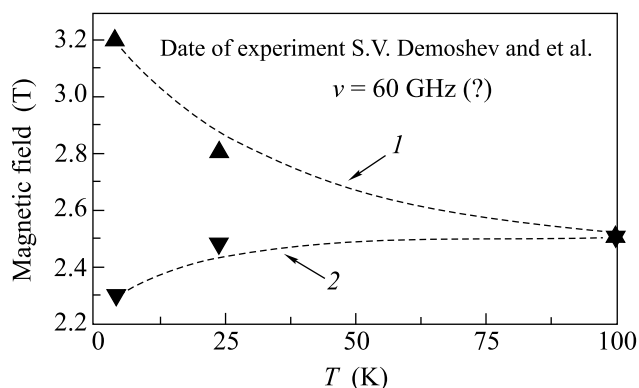


Рис.1. Температурная зависимость положения резонансных линий  $H_p$ : 1 (линия А) и 2 (линия В) из приведенного в комментариях рис.1

Нам кажется, что не нужно быть физиком, чтобы понять, что наши результаты совершенно не “идентичны”.

Эти рисунки приведены не для авторов комментариев, а для читателей Писем. Дело в том, что авторы комментариев знали о наших результатах 2 года тому назад, потом они видели приведенный здесь рис.2 на конференциях в Казани и в Черноголовке, ну и в самой работе [1]. Так что у них были возможности сравнить результаты. Более того, одному из авторов комментариев на конференции в Казани в 2007 г. пытались объяснить на основании сдвигов  $g$ -факторов природу фазового расслоения (вот это является основным результатом нашей статьи), ну и соответственно температурный ход каждой из кри-

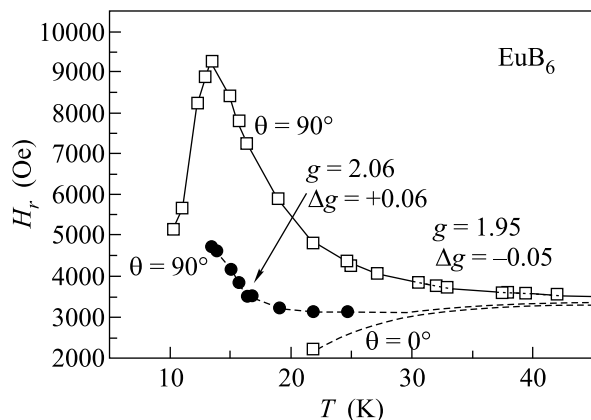


Рис.2. (Рис.2 из нашей статьи [1]). Температурная зависимость положения линий магнитного резонанса  $H_p$  при  $\theta = 90^\circ$  (при перпендикулярной ориентации плоскости образца к магнитному полю) для 2-х магнитных фаз, обязанных связанному состоянию локализованного магнитного момента  $\text{Eu}^{2+}$  с электронами проводимости (белые квадраты) и с дырками (черные кружки). (Для первой линии (белые квадраты) приведено также ее положение для  $T = 22$  К при параллельной ориентации образца –  $\theta = 0^\circ$ )

вых (все доказательства-в статье)<sup>1)</sup>. Однако он все равно утверждал, что наши результаты идентичны, ну и опять о приоритетах.

3. Нас вообще удивляет некомпетентность авторов. Она видна и в их комментариях, написанных как статья: 1) очень подробно авторы рисуют, как с формой образца меняются положения обеих линий ЭСР, как будто они первые это обнаружили; 2) если авторы пишут о влиянии формы образца с сильной намагниченностью на спектры ЭСР, то обязательно (!) надо указывать, как плоскость образцов расположена по отношению к магнитному полю. Этого не сделано. Если авторы считают, что подпись под их рис.1 “Внешнее магнитное поле параллельно кристаллографическому направлению [001]” означает, что плоскость образца параллельна магнитному полю, то, судя по тому, что исчезает у них низкополевая кривая ЭСР, то плоскость образца расположена как раз наоборот – перпендикулярно к магнитному полю; 3) наконец, авторы комментариев подробно

описывая ход линии “В” как с температурой, так и с формой образца, нигде, кроме общих слов, не пишут о природе этой линии. Между тем, поскольку у них толстый кристалл, линия В возникает от боковых поверхностей кристалла, расположенных параллельно магнитному полю, а линия А от плоскости (скин-слоя), перпендикулярной магнитному полю. Поэтому при понижении температуры обе линии расходятся, согласно хорошо известным формулам, описывающим температурную зависимость ферромагнитного резонанса при параллельной и перпендикулярной ориентациях (см., например, книгу Ч. Киттеля “Введение в физику твердого тела”, изд. 1978 г., стр. 618, или книги Гуревича А.Г.). Укажем еще на одну ошибку (надеемся все же, что опisku). Они пишут, что измерения ЭСР проведены на частоте 60 ГГц. Однако судя по полю, в котором наблюдается ДРРН, частота должна быть 70 ГГц (или поля на рисунке указаны неверно), впрочем значение  $g$ -фактора, как заявил нам автор комментариев в Казани, для них роли не играет.

И еще, авторам работы, на наш взгляд, следовало бы, привести на рис.1 еще одну картинку – закруглить края их кубика, превратив его в шарик или эллипсоид, тогда обе близкорасположенные линии кубического образца слились бы в одну, и никаких бы проблем с эффектами формы не было.

Собственно так и поступают исследователи. Это проще, чем возиться с дыркой в резонаторе и вклеиванием образца. Еще один дружеский совет: их метод, на наш взгляд, затрудняет угловые измерения спектров ЭСР (поскольку образец оказывается привязанным к резонатору), а они не менее важны, чем температурные.

Я, Т.С. Альтшулер, не одно десятилетие занимаюсь радиоспектроскопией редкоземельных соединений с флуктуирующей валентностью и тяжелыми фермионами, с доверием относилась к научным результатам авторов комментария (правда, все они касались транспортных свойств и магнитной восприимчивости) и с симпатией к самим авторам комментариев, и мы всегда ссылались на их работы, как, впрочем, сослались и в [1]. Мне жаль, что эта вера пошатнулась.

<sup>1)</sup> Между прочим, это типичная картина фазового расслоения (одна фаза – в парамагнитном, другая – в некотором магнитоупорядоченном состоянии). Мы наблюдали похожую картину в другом бориде, подобная картина наблюдалась и в манганитах (J. Deisenhofer, D. Braak, H.-A. Krug von Nidda et al., Phys. Rev. Lett. **95**, 257202 (2005); R. M. Eremina, I. V. Yatsyk et al., JETP Letters **85**, N1, 51 (2007); А. О. Бадрутдинов, Е. М. Зарубежнова, Ю. И. Таланов, Г. Б. Тейтельбаум, Г. Якоб, ЖЭТФ **132**, 92 (2007)).