

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

**К вопросу об экспериментальном обнаружении  
манделъштам-бриллюэновского рассеяния**

Б.В. Новиков

PACS numbers: 01.65. + g, 33.20.-t

Статья И.Л. Фабелинского "Предсказание и обнаружение тонкой структуры линии Рэлея"<sup>1</sup> представляет большой интерес для истории физики и особенно для истории такого важного вопроса, как открытие манделъштам-бриллюэновского рассеяния — МБР (Brillouin Scattering). Я имел возможность познакомиться со статьей до ее опубликования и хотел бы в этой заметке сообщить некоторые дополнительные сведения, относящиеся к истории открытия, а также высказать свои соображения по некоторым обсуждаемым вопросам.

В 2000 г. исполняется 70 лет со дня открытия Евгением Федоровичем Гроссом МБР на кристаллах кварца и в жидкостях. Обнаружить это явление в долазерную эпоху было чрезвычайно сложно. До Е.Ф. Гросса это не удалось сделать таким известным исследователям, как Ж. Кабанн и П. Сальвер (Франция), М. Ваше (Франция), С. Рафаловский (Польша), Ч. Раман (Индия).

Важным компонентом статьи И.Л. Фабелинского является публикация выдержек из писем Е.Ф. Гросса к Г.С. Ландсбергу, которые недавно были обнаружены, относящиеся к периоду их работы над проблемой тонкой структуры линии Рэлея<sup>2</sup>.

Публикация этих писем характеризует атмосферу, в которой шла работа над обнаружением тонкой структуры линии Рэлея (ТСЛР), и важна еще и потому, что в последние годы жизни Е.Ф. Гросса и особенно после его смерти появились сообщения в отечественной печати, искажавшие реальную ситуацию (примечание редакции УФН к статье Кастлера о Бриллюэне [2], заметка Бобовича в "Физическом энциклопедическом словаре" [3] и др.) и даже обвинявшие Гросса в неэтичном якобы

поведении при публикации результатов по ТСЛР в кварце.

Как видно из переписки (между Манделъштамом — Ландсбергом и Гроссом), работа велась в тесном контакте и все делалось по взаимному соглашению. Первоначально планировалось одновременно, но в разных заметках опубликовать результаты, полученные Г.С. Ландсбергом (уширение линии Рэлея) и Е.Ф. Гроссом (тонкая структура линии Рэлея). Затем Е.Ф. Гросс предложил Л.И. Манделъштаму и Г.С. Ландсбергу сделать совместную публикацию, основанную на его экспериментальных результатах. Однако Л.И. Манделъштам и Г.С. Ландсберг отказались от совместной публикации из-за недоверия к экспериментальным результатам Е.Ф. Гросса. В конце концов Е.Ф. Гросс принял решение опубликовать полученные им результаты по ТСЛР самостоятельно. Он пишет Г.С. Ландсбергу: "Этому способствовали, конечно, Ваши неоднократные любезные советы не откладывать печатания моей заметки".

Как выяснилось в дальнейшем, сомнения Манделъштама и Ландсберга оказались напрасными, а обнаружение Е.Ф. Гроссом ТСЛР оказалось верным и общепризнанным.

И.Л. Фабелинский рассматривает возможные причины, вызвавшие недоверие Л.И. Манделъштама и Г.С. Ландсберга к результатам Гросса. Среди них он указывает на отсутствие в спектрах, полученных Гроссом, центральной компоненты, существование которой предсказывал Л.И. Манделъштам, и наличие слабого дублета, который Гросс считал обертонами первых двух частот<sup>3</sup>.

Добавим еще, что Л.И. Манделъштам и Г.С. Ландсберг взаимодействовали с молодым Е.Ф. Гроссом (ему в то время было не многим более тридцати) и не знали, что имеют дело с выдающимся экспериментатором. Уже через несколько месяцев после окончания изучения рассеяния в кварце Е.Ф. Гросс откроет эффект МБР в жидкостях, позже, вернувшись из политической ссылки, подробно изучит МБР в кристаллах и жидкостях, в 40-х годах откроет малые "гроссовские" частоты, а в 50-х

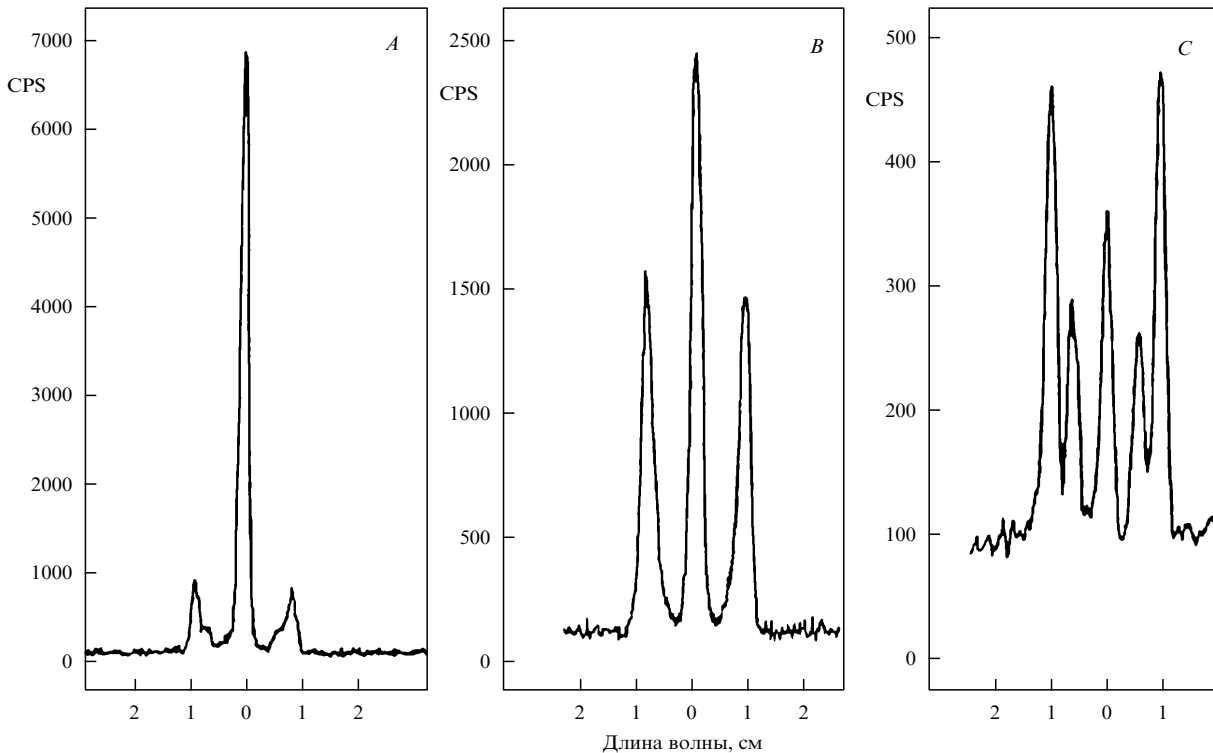
<sup>1</sup> См. в этом номере с. 93.

<sup>2</sup> Благодаря любезности И.Л. Фабелинского и с согласия Л.Г. Ландсберга удалось опубликовать полный текст писем Е.Ф. Гросса к Г.С. Ландсбергу в издательстве СПбГУ [1].

**Б.В. Новиков.** Санкт-Петербургский государственный университет, физический факультет, 198904 Санкт-Петербург, Старый Петергоф, Российская Федерация  
Тел. (812) 428-45-25. Факс (812) 428-72-40  
E-mail: bono@onti.niif.spb.su

Статья поступила 26 ноября 1999 г.

<sup>3</sup> Эти слабые линии наблюдались лишь в первых опытах Е.Ф. Гросса и скорее всего связаны с приборными эффектами.



сделает еще одно блестящее открытие — обнаружит спектр экситона в полупроводниках.

Как следует из переписки, работа Е.Ф. Гросса и Г.С. Ландсберга проходила при интенсивном обмене информацией и, естественно, и у Е.Ф. Гросса также возникали сомнения в некоторых результатах, полученных Г.С. Ландсбергом.

Так, в письме от 17 июня 1930 г. Е.Ф. Гросс пишет: "Я еще хотел бы только обратить Ваше внимание на то, что заключение Ваше относительно величины расширения линии мне представляется не вполне правильным. Так как расстояние между порядками Вашей пластинки са. 0,165 Å, то мне кажется, что по исчезновению интерференционной картины можно сказать, что расширение линии (полное) не меньше этой величины (полуширина не меньше половины расстояния между порядками). Теоретическая же ширина (полная), если предполагать, что отдельные Feinstruktur-компоненты неразличимы, са. 0,35 Å, т.е. вдвое больше" [1]. (Подчеркнуто Е.Ф. Гроссом. — Б.Н.) Может быть, замечание Гросса повлияло на то, что статья Мандельштама и Ландсберга, текст которой приводится в статье Фабелинского, так и не была опубликована.

Однако основное расхождение, мне кажется, могло быть в другом. В опытах Е.Ф. Гросса центральная компонента была слаба или не наблюдалась вовсе. Если это так, то несколько неопределенными делались результаты Г.С. Ландсберга по уширению линии Рэля. Об уширении какой линии шла тогда речь в его опытах? И.Л. Фабелинский пишет: "По-видимому, отсутствие центральной линии (в опытах Гросса. — Б.Н.) — это недоразумение и с тех пор такой особенности никто не наблюдал". Возможно, что так же считали Л.И. Мандельштам и Г.С. Ландсберг. Однако Е.Ф. Гросс уделял проблеме центральной линии пристальное внимание. В

статье 1938 г. [4], где он впервые сообщает о наблюдении 6 компонент, связанных с проявлением продольных и поперечных акустических колебаний, Е.Ф. Гросс пишет: "Вопрос о существовании несмещенной компоненты и ее интенсивности решить очень трудно вследствие слабости света, рассеянного кристаллами, небольшие следы паразитного света могут исказить результаты опыта. Во всяком случае интенсивность несмещенной компоненты, если она существует, не больше (по-видимому, меньше), чем интенсивность смещенных компонент". Таким образом, и в этой статье, опубликованной спустя 8 лет после первой, Е.Ф. Гросс подтверждает, что несмещенная компонента чрезвычайно слаба.

В последние годы методом светорассеяния и рассеяния тепловых нейтронов установлено для многих кристаллов, что интенсивность центральной компоненты существенным образом зависит от качества кристаллов и многократно изменяется при изменении концентрации дефектов [5–7]. В совершенных кристаллах, как и в опытах Гросса, центральная компонента может быть чрезвычайно слаба, много меньше интенсивности МБ-компонент.

Аналогичная ситуация, т.е. зависимость интенсивности центральной компоненты от степени дефектности образцов, я полагаю, имеет место и для кристаллов кварца. На рисунке показан спектр МБР для трех кристаллов кварца различного происхождения и различного оптического качества<sup>4</sup>.

Из них видно, что интенсивность центральной компоненты может изменяться во много раз от образца к

<sup>4</sup> Спектры любезно предоставлены Ю.Ф. Марковым (ФТИ им. А.Ф. Иоффе). Они получены им в 1987 г. в одинаковых условиях для всех кристаллов на тройном раман-спектрометре Dilor-Z24 при возбуждении аргоновым лазером.

образцу. В образце *A* ее интенсивность много больше интенсивности МБ-компонент, в образце *B* интенсивность центральной компоненты примерно в 1,5 раза больше МБ-компонент и, наконец, в наиболее качественном образце *C* интенсивность центральной компоненты почти в 1,5 раза меньше интенсивности МБ-компонент. Поскольку все опыты выполнены при комнатной температуре, то такое значительное изменение интенсивности центральной компоненты не может быть связано с флуктуациями энтропии или температуры, а, несомненно, связано со степенью дефектности кристаллов кварца.

Сотрудникам Е.Ф. Гросса известно, что он уделял огромное внимание подбору образцов для исследования ТСЛР. Среди этих кристаллов были образцы из коллекции академика А.Е. Ферсмана и многочисленные кварцевые печати сановных особ, купленные им в комиссионных магазинах. Именно обработанные части последних и использовались как основные образцы для опытов по МБР. Мне вполне очевидно, что Е.Ф. Гросс располагал для исследований образцами типа *C* или лучше, в которых "интенсивность несмещенной компоненты, если она существует, не больше, чем интенсивность смещенных компонент". В то же время в опытах Г.С. Ландсберга, вероятно, использовались образцы типа *A*. Если это так, то, конечно, Е.Ф. Гроссу и Г.С. Ландсбергу было трудно договориться и могло возникнуть взаимное недоверие.

Таким образом, малая интенсивность центральной компоненты в опытах Е.Ф. Гросса не связана ни с ошибкой, ни с какими-либо недоразумениями. Это экспериментальный факт, установленный впервые Е.Ф. Гроссом и подтвержденный в настоящее время на ряде кристаллов.

В шутку можно сказать, что столичные петербургские вельможи имели печати из очень качественного кварца, что и определило в известной мере успех опытов Е.Ф. Гросса по обнаружению тонкой структуры линии Рэлея.

Несомненно, что и Л.И. Мандельштам, и Г.С. Ландсберг, несмотря на первоначальные сомнения, высоко ценили полученные Е.Ф. Гроссом результаты по ТСЛР в кристаллах и жидкостях. В 1936 г. ВАК рассматривал по представлению академиков Д.С. Рождественского и С.И. Вавилова вопрос о присуждении Е.Ф. Гроссу степени доктора физико-математических наук без защиты диссертации. ВАК назначил референтом по работе Е.Ф. Гросса Г.С. Ландсберга, который, как сказано в

архивных бумагах ВАК, отметил, "что заслуги Е.Ф. Гросса значительны и дают ему право на получение ученой степени доктора физико-математических наук без защиты диссертации" [8]. На заключительном заседании ВАК по этому вопросу присутствовал Л.И. Мандельштам, который сказал (цитируется по стенограмме [8]): "Мне кажется, что не встречается никаких препятствий. (Речь идет о присуждении степени доктора физико-математических наук Е.Ф. Гроссу. — Б.Н.) С его именем связана вещь, которая останется в мировой литературе. Нет почти ни одной работы, которая не ссылается на то, что первым это сделал Гросс — это касается молекулярного рассеяния в жидкости. Явление изменения частоты, получения дублета частоты было открыто Гроссом вначале на кварце, потом на воде. Я не касаюсь других работ, которые тоже были очень интересными и являются действительно научными работами. Но эта одна работа уже создала имя Гроссу".

Высоко ценил результаты Е.Ф. Гросса и Л. Бриллюэн. В своем письме от 5 февраля 1935 г. он пишет: "Дорогой коллега, в ближайшем будущем я должен буду сделать несколько докладов по структуре рэлеевского излучения на основе моей теории 1921 г. и Ваших опытов. Я хотел бы иметь клише и фотографии для демонстрирования. Могли бы Вы мне выслать отпечатки на бумаге или на стекле с результатами Ваших опытов и опытов Хвостикова? Я был бы очень счастлив, если бы Вы могли мне выслать эти материалы, которые я показал бы на одном из собраний Французского Физического Общества. Меня интересовали бы также и оттиски Ваших статей, хотя я их уже читал в различных журналах" [9].

Автор признателен А.А. Каплянскому и Ю.Ф. Маркову за обсуждение некоторых вопросов, затронутых в этой заметке, а Ю.Ф. Маркову также и за предоставление спектров МБР кварца.

## Список литературы

1. *Оптика твердого тела и физика ультразвука* Сборник статей (Под ред. Б.В. Новикова) (СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999)
2. Кастлер А *УФН* **106** (1) 101 (1972)
3. Бобочия Я.С. "Мандельштама – Бриллюэна рассеяние", в кн. *Физический энциклопедический словарь* (М.: Изд-во "Советская энциклопедия", 1983) с. 391
4. Гросс Е Ф *ДАН СССР* **18** (2) 93 (1938)
5. Giband A, You H, Shapiro S M *Phys. Rev. B* **42** 8255 (1990)
6. Courtens E *Phys. Rev. Lett.* **41** 1171 (1978)
7. Yagi T, Tanaka H, Tatsuzaki I *Phys. Rev. Lett.* **38** (11) 609 (1977)
8. Гос. архив РФ, фонд 9506, опись N1, д. 112
9. Архив СПбО РАН, фонд 1012