

УСИЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ГУСА-ХЕНХЕН ПРИ ОТРАЖЕНИИ
ОТ ГРАДИЕНТНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

Д.О. Игнатьева, А.П. Сухоруков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ignatyeva@physics.msu.ru

Известно, что для оптического пучка, испытывающего полное внутреннее отражение при падении из более плотной в менее плотную среду, имеет место эффект Гуса-Хенхен, проявляющийся в продольном сдвиге пучка по отношению к предсказываемой геометрической оптикой траектории распространения. Такой сдвиг связан с возбуждением поверхностных волн, экспоненциально затухающих в менее плотной среде. В настоящее время предложен ряд способов усиления эффекта Гуса-Хенхен, например, при возбуждении поверхностных волн при отражении от фотонного кристалла [1]. Напротив, при отражении, происходящем от градиентного изменения показателя преломления (то есть, в случае, когда показатель преломления плавно уменьшается при переходе из более в менее оптически плотную среду) сдвиг Гуса-Хенхен уменьшается [2].

Однако в ряде задач отражения от индуцированной неоднородности [3,4], зависимость показателя преломления от пространственной координаты имеет немонотонный вид. Можно ожидать, что в некоторых случаях сдвиг Гуса-Хенхен будет усиливаться за счет увеличения глубины проникновения экспоненциально затухающих в области с меньшим показателем преломления компонент.

Для упрощения анализа рассмотрим случай, когда отражение происходит от среды с созданным линейным градиентом показателя преломления. Пусть первая среда однородна и имеет показатель преломления n_1 , показатель преломления второй среды линейно изменяется:

$$n_2(x) = n_1 - \Delta n + \alpha x, \quad (1)$$

где Δn – разница показателей преломления 1 и 2 сред на границе $x = 0$, коэффициент α описывает градиент неоднородности. Также будем считать, что $x = \Delta n/|\alpha|$ соответствует началу однородной среды с соответствующим показателем преломления. Для определенности будем рассматривать пучки *TE* поляризации (*TM* поляризация может быть рассмотрена аналогично).

Зависимость поперечного сдвига пучка от величины градиента показателя преломления второй среды представлена на рис. 1.

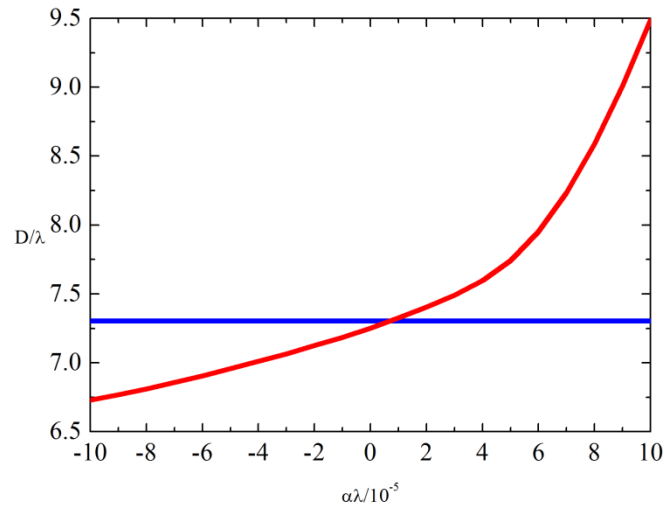


Рис. 1. Зависимость величины сдвига Гуса-Хенхен D от градиента показателя преломления α (красная линия). Синим цветом изображена величина сдвига Гуса-Хенхен при отражении от однородной границы.

Значения $\alpha > 0$ соответствуют увеличению показателя преломления второй среды по мере удаления от границы раздела. В этом случае экспоненциально затухающие компоненты проникают во вторую среду глубже, и, таким образом увеличивают сдвиг Гуса-Хенхен. В случае $\alpha < 0$ происходит обратный эффект уменьшения эффекта Гуса-Хенхен по сравнению со сдвигом, приобретаемым при отражении от однородной среды, для которой справедлива формула:

$$D = \frac{2 \cos \theta}{k \sqrt{2 \frac{\Delta n}{n_1} \sin^2 \theta - \left(\frac{\Delta n}{n_1}\right)^2}} \quad (2)$$

Таким образом, при отражении от индуцированной гауссовым пучком накачки можно ожидать усиления сдвига Гуса-Хенхен в случае отражения от близкой к максимуму неоднородности области, и ослабления в противоположном случае.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москаленко В.В., Соболева И.В., Федянин А.А. // Письма в ЖЭТФ. 2010. Т. 91. №8. С. 414–418.
2. Loffer W. *et al* // Optics Communications. 2010. V. 283. P.3367-3370.
3. Ignatyeva D.O., Sukhorukov A.P. // Applied Physics A. V. 109. No. 4. P. 813-818.
4. Lobanov V.E., Sukhorukov A.P. // Physical Review A. 2011. V. 84. No. 2. P. 023821.