

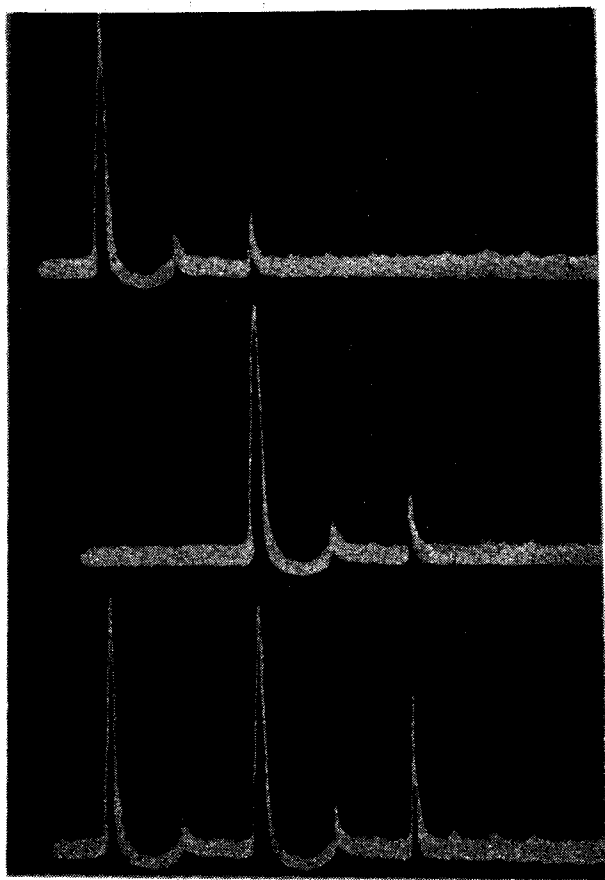
## ДИСКРЕТНОЕ ЭХО В НИОБАТЕ ЛИТИЯ

Б.П.Смоляков, Е.И.Штырков

В монокристаллах  $\text{LiNbO}_3$  на частоте 9,4 Гц обнаружены дискретные сигналы эхо, возникающие только при интервале между возбуждающими СВЧ импульсами равном или кратном времени прохождения гиперзвука через образец.

При исследовании кристаллов  $\text{LiNbO}_3$  эхо-импульсными методами [1 – 3] характерным является существование сигнала эхо при любой раздвижке между возбуждающими импульсами, не превышающей времени релаксации системы. В настоящей работе экспериментально показана возможность наблюдения эхо только при строго фиксированных дискретных значениях раздвижки в кристалле  $\text{LiNbO}_3$ , облученном когерентными световыми импульсами. Монокристалльный образец  $\text{LiNbO}_3$  с примесью железа, обработанные поверхности которого были перпендикулярны оси  $X$ , после облучения короткими (20 нсек), интенсивными (50 Мвт/см<sup>2</sup>) импульсами когерентного света ( $\lambda = 0,53$  мкм) помещался в измерительную ячейку установки поляризационного эхо [4] и исследовался при температуре 4,2К на частоте 9,4 Гц. Следует отметить, что при нашей конструкции СВЧ ячейки электрическая компонента СВЧ импульса длительностью 40 нсек воздействовала на обе обработанные поверхности кристалла одновременно. Это приводило к появлению затухающей последовательности гиперзвуковых импульсов, многократно отраженных от торцов кристалла и отстоящих друг от друга на время  $\tau_0$ , необходимое для прохождения гиперзвука через образец. Сигналы эхо возникали только в том случае, когда второй возбуждающий СВЧ импульс был сдвинут относительно первого на время, равное  $\tau_0$  или кратное ему. При соблюдении указанных временных соотношений на торцах кристалла происходило совпадение последовательностей импульсов гиперзвука от обоих СВЧ импульсов. На приведенной осциллограмме показан случай, когда задержка второго импульса равна  $2\tau_0$ . Эхо возникает в момент времени, равный удвоенному времени задержки, т. е. через  $4\tau_0$ .

Сигнал эхо не является результатом сложения амплитуд гиперзвуковых импульсов обеих последовательностей, совмещенных во времени. Это подтверждается тем, что совпадение аналогичных импульсов для  $t = 4\tau_0$  (на осциллограмме  $3\tau_0$ ) приводит лишь к небольшому увеличению амплитуды результирующего сигнала, в то время как сигнал при  $t = 4\tau_0$  превышает суммарный сигнал.



Верхние осциллограммы: подача на образец по отдельности первого и второго возбуждающего СВЧ импульса; нижняя осциллограмма: результат двухимпульсного воздействия на образец с интервалом между СВЧ импульсами  $2\tau_0$ . Через время  $4\tau_0$  после первого СВЧ импульса наблюдается сигнал эхо

Изменение задержки в ту или иную сторону на время, большее времени перекрытия импульсов, приводило к полному исчезновению эхо, которое вновь появлялось при новом интервале, кратном  $\tau_0$ . Проведенные эксперименты показали, что интенсивность дискретных сигналов эхо снижалась после термической обработки кристалла, а также в результате длительного хранения, как это имеет место при записи оптических голограмм в  $\text{LiNbO}_3$ . В данных кристаллах до облучения удавалось

наблюдать только слабые сигналы обычного поляризационного эхо, интенсивность которых спадала при плавном увеличении интервала. Нарушение полировки торцов приводило к полному исчезновению дискретных сигналов и не влияло на характер поляризационного эхо. Это очевидно указывает на фононную природу дискретного эхо.

Как известно, информация о начальных условиях СВЧ возбуждения передается в упругую волну, которая генерируется в поверхностном слое кристалла. Эта волна, распространяясь по образцу, постепенно расфазирована. Поверхностное возбуждение второго гиперзвукового импульса в момент нахождения первой упругой волны вблизи обработанной поверхности кристалла приводит к обращению упругой волны и восстановлению первоначальных фазовых соотношений через время, равное интервалу между возбуждающими импульсами.

Облучение кристалла световыми импульсами приводит к ионизации донорных примесей и захвату электронов ловушками [5]. Это наиболее сильно проявляется для приповерхностных областей, где обычно концентрация ловушек больше, чем в объеме кристалла. В дальнейшем эти захваченные электроны, очевидно, и участвуют в формировании сигналов эхо.

По-видимому, если каким-либо другим способом обеспечить эффективную рекомбинацию электронов на ловушки, то удастся наблюдать дискретное эхо без облучения кристаллов световыми импульсами.

Казанский  
физико-технический институт  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
6 июня 1976 г.

### Литература

- [1] N. S. Shiren, R. L. Melcher, D. K. Garrod, T. G. Kazyaka. *Phys. Rev. Lett.*, **31**, 819, 1973.
- [2] Н.К.Юшин, В.В.Леманов, Б.А.Агишев. *ФТТ*, **16**, 2789, 1974.
- [3] Б.П.Смоляков, В.В.Самарцев, Р.З.Шарипов. Тезисы докладов VI Международного симпозиума по нелинейной акустике.
- [4] У.Х.Копвиллем, Б.П.Смоляков, Р.З.Шарипов. *Письма в ЖЭТФ*, **13**, 558, 1971.
- [5] J. Amodei, W. Philips, D. Staebler. *Appl. Optics*, **11**, 390, 1972.