

## Новый способ оптического преобразования аудио сигнала грампластинок

### 1. Дифракция на двугранном угле и ретроотражателе.

Задача дифракции света или радио волн на двугранном угле достаточно хорошо изучена [1-3]. В работах [1,2] рассмотрена задача дифракции на ретроотражателе, размеры которого составляют несколько длин волн излучения. Расчет поля дифракции на структуре типа канавки с углом раскрыва 90 градусов дает угловой спектр в котором есть очень яркие компоненты, соответствующие дифракции на верхних гранях канавки – полезные компоненты. В спектре присутствуют также компоненты дифракции от дна канавки, отражения от плоских областей прилежащих к канавке и переотражения от боковых стенок -паразитные составляющие. Из теоретического рассмотрения задачи дифракции следует, что можно выбрать тип падающей на структуру волны, таким образом, что полезный сигнал будет намного превосходить паразитную засветку.

### 2. Экспериментальная проверка.



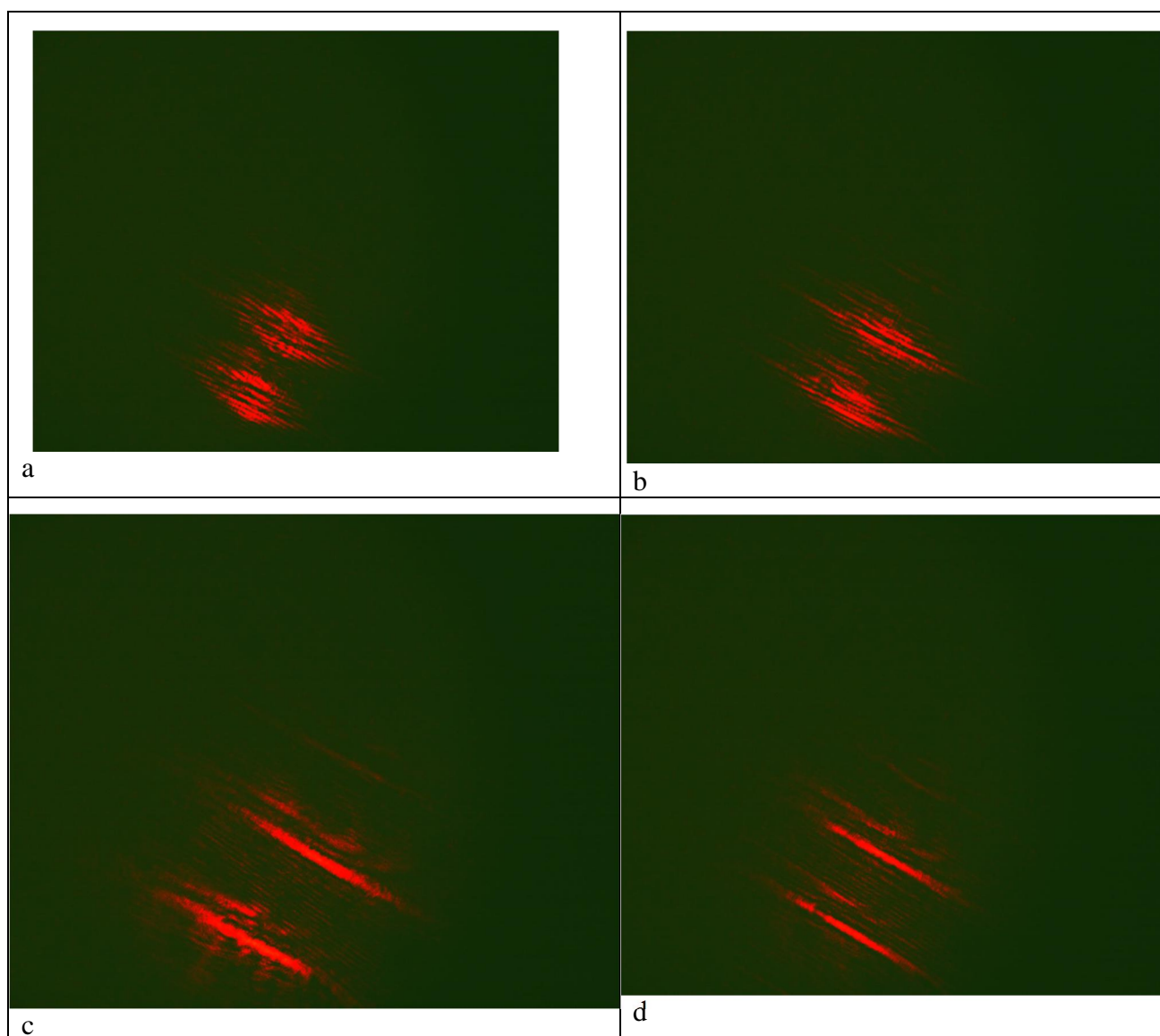
Рисунок 1. Оптический стенд для изучения дифракции.

На рисунке 1 представлена фотография стенда. Излучение He-Ne лазера 633 нм, проходит через стеклянную пластинку, отражается от дихроичного зеркала падает на коллимирующую линзу в оправке DVD pick-up'a ( в освещенном пятне ее не видно). Линза формирует определенный угловой спектр лазерного излучения падающего на грампластинку. Расстояние от линзы до пластинки изменяется в процессе опыта и таким образом формируются угловой спектр падающей волны. Свет лазера и белый свет осветителя отраженные от пластинки частично отражаются стеклянной пластинкой и направляются на окуляр с телекамерой. Расстояние от окуляра до линзы pick-up'a изменяется таким образом, чтобы было видно поверхность пластинки. Таким образом, можно наблюдать распределение лазерного излучения дифрагированного на звуковой

канавке. Пластинка перемещается по столу для точной подстройки места падения лазерного излучения. Перед началом измерений было определено положение платформы с линзой, которое соответствует минимальному размеру сфокусированного пятна на плоском участке между двух записей звуковых композиций на грампластинке. Положение грампластинки изменяется так, что сфокусированное пятно попадает в центр звуковой канавки. Затем положение линзы изменяется в сторону увеличения расстояния от линзы до пластинки. Через некоторые промежутки делается снимок изображения распределения лазерного излучения на поверхности пластинки. Контроль того, что это изображение, а не просто дифракционная картинка, осуществляется визуально с помощью подсветки осветителем ( из-за слабой светосилы стенда на снимках поверхность пластинки не доэкспонирована, те не видна).

### 3. Результаты.

Результаты распределения лазерного излучения для различных расстояний от линзы до пластинки приведены на рисунках 2а-f.



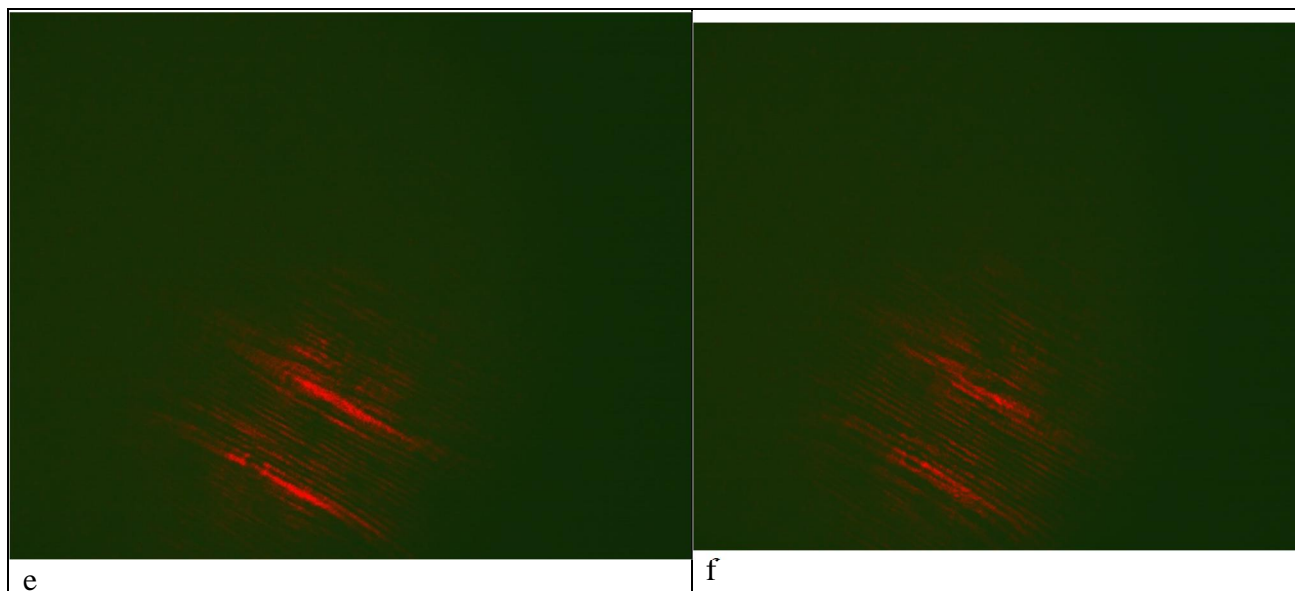


Рисунок 2. Изображение распределения лазерного излучения на поверхности грампластинки в области звуковой дорожки.

На рисунке 2d изображение состоит из двух ярких полосок, дифрагированного лазерного излучения от верхних граней звуковой дорожки. Отражение от плоских участков между дорожками отсутствует. Свет дифрагированный от дна канавки также отсутствует. Небольшие полоски параллельные основным ярким, являются следствием небольшого смещения центра падающей волны относительно центра канавки.

Таким образом, при определенном расстоянии линзы pick-up'a от плоскости пластинки в изображении поверхности пластинки присутствуют только дифракция от верхних граней звуковой дорожки. Интенсивность этого света не зависит от ширины канавки. Положение пятен и скорость изменения положения во время проигрывания несет информацию о глубине и частоте модуляции звуковой дорожки. Изображения лазерных пятен направляется на позиционно-чувствительный фотодетектор. Каждое пятно несет информацию о частотной и амплитудной модуляции одного канала. Если сформировать распределение лазерного излучения поперек дорожек достаточно узким, или вырезать в изображении малый участок поперек вытянутых пятен, точность воспроизведения будет достаточной для полного восстановления всех частот записи. Критерием для способа формирования излучения будет соотношение сигнал/шум в системе. Интенсивность пятен одинакова и постоянна во время проигрывания, что используется в системе контроля положения падающего лазерного излучения.

Предложенный способ восстановления аудио сигнала оптическим способом отличается от предложенного в патентах US4870631, US4972344 тем, что воспроизведение аудио сигнала не требует индивидуальной системы оптического считывания для каждого канала, что является упрощением системы. Кроме того эти способы не позволяют восстановить амплитуду аудио сигнала, а только частотную модуляцию. Предложенный способ позволяет получить полную информацию - амплитудную и частотную модуляции.

Предложенный способ, отличается от описанного в патенте US3992593 тем, что пригоден для считывания моно и стерео грампластинок.

На рисунке 3 представлена оптическая схема предлагаемого способа считывания аудио сигнала грампластинки. Многоэлементный фотоприемник в схеме служит для

слежения за дифракционным изображением. При правильном положении линзы относительно звуковой дорожки в плоскости и по высоте две узких полосы в изображении занимают 1-2 пиксела, их интенсивности равны. Если позиционирование не соответствует оптимальному, то дополнительные яркие полосы засвечивают дополнительные пикселы многоэлементного приемника, либо яркие полосы занимают несколько пикселов. Линза 2 формирует дифракционное изображение поверхности пластинки. PSD – позиционно-чувствительные фотоприемники формируют электрический сигнал в зависимости от модуляции (положения в изображении) ярких пятен дифракции на гранях звуковой дорожки. Для более эффективного использования излучения лазера можно ввести фазовую пластинку  $\lambda/4$  поляризационный кубик вместо делителя.

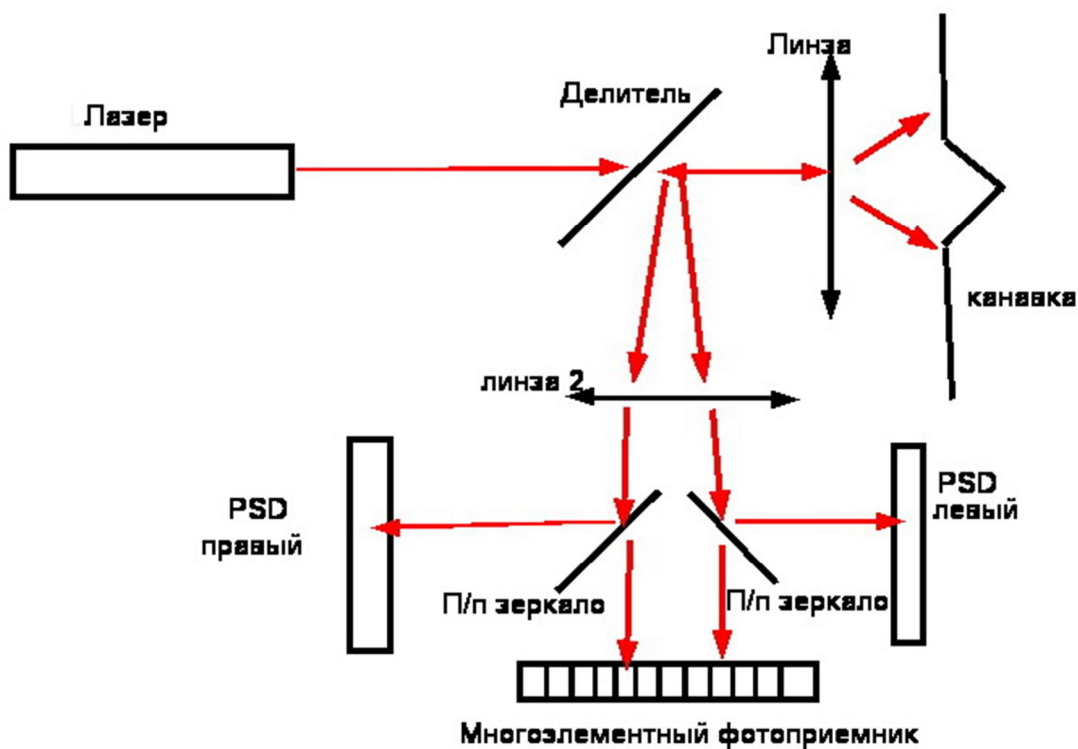


Рисунок 3. Оптическая схема считывания.

Литература.

1. ELECTROMAGNETIC BACKSCATTERING BY CORNER REFLECTORS, Semiannual Report, Constantine A. Balanis and Timothy Griesser, 1985

2. Dihedral Corner Reflector Backscatter Using Higher Order Reflections and Diffractions, Constantine A. Balanis and Timothy Griesser, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION. VOL. AP-35, NO. 11, NOVEMBER 1987
3. [Бабич В.М. Капелевич М.Б. Линейные уравнения математической физики](#)

Автор "Optics" glavlaser@gmail.com