

# Оптимизация отношения сигнал-шум в терагерцовом спектрометре<sup>1</sup>

Кулешов Евгений Андреевич<sup>2</sup>

студент каф. ОФиВП. Физический факультет

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: evgeniy\_kuleshov@mail.ru

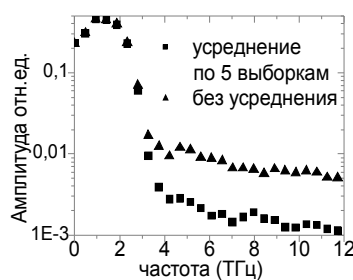
**Введение:** ТГц спектроскопия на сегодняшний день является перспективным инструментом исследования например полупроводников и вращательных переходов в биомолекулах. Кроме того ТГц излучение применяется в задачах обнаружения и диагностики без ионизации вещества. Однако генерировать и детектировать ТГц трудно, поэтому сигнал обычно слабый, оттого борьба с шумом здесь очень актуальна, особенно при работе с фазовой спектроскопией отражения.

Хороший способ получать и измерять короткие ТГц импульсы основан на эффекте оптического выпрямления, используя квадратичную нелинейность: у фемтосекундного лазерный импульс различные спектральные компоненты вычитаются друг из друга, генерируя низкочастотную разностную компоненту в ТГц диапазоне. Полученный импульс является когерентным и сверхкоротким (из 1.5 периодов колебаний).

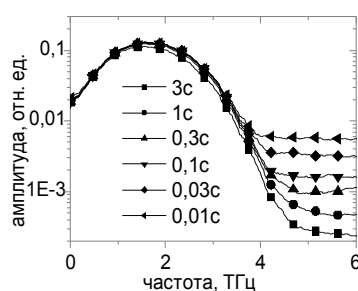
При детектировании напряженность поля ТГц импульса наводит двулучепреломление в кристалле, через который проходит пробный оптический импульс. Этот импульс приобретает добавку к ортогональной поляризации, пропорциональную напряженности ТГц поля (примерно  $10^{-6}$  от пробного импульса). Интенсивность этой поляризации измеряется балансными фотодиодами, разностный ток с которых, измеряется с использованием синхронного детектирования. Каждый из этих методов повышает отношение сигнал-шум на 3 порядка, но и этого не достаточно. Задачей этой работы являлось описание и минимизация шума в ТГц спектрометре.

**Методы:** Мы исследовали работу синхронного детектора и балансного детектора, оценили тот предел шума, до которого нас ограничивают эти приборы, оказалось, что есть еще 3 порядка не уменьшенного ими шума. Мы разобрались с артефактами, происходящими при преобразовании Фурье, изучили влияние дополнительного усреднения (рис. 1), времени накопления синхронным детектором (рис 2), дополнительного поляризатора в луче (рис 3). Предположили, что доминирующий шум вносится поляризационными эффектами.

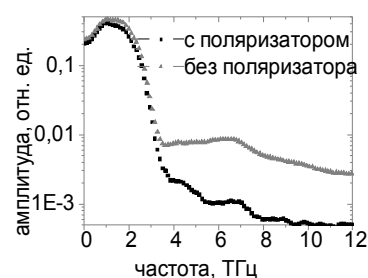
Влияние усреднения по выборкам



Влияние времени накопления синхронного детектора



Влияние дополнительного поляризатора



**Результаты:** Благодаря повышению времени накопления синхронным детектором в 3 раза без увеличения времени ожидания считывания точки, отношение сигнал-шум выросло примерно в  $3^{1/2}$  раза. В результате установки дополнительного поляризатора отношение сигнал-шум выросло ещё примерно в 5 раз.

<sup>1</sup> Тезисы доклады основаны на материалах исследований, проведенных в рамках гранта РФФИ - 05-02-17298-а , 05-03-32877-а

<sup>2</sup> Автор выражает признательность к.ф.-м.н. Назарову М. М. за постановку задачи.