

СИНХРОННОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ В ТЕРАГЕРЦОВОМ СПЕКТРОМЕТРЕ

Студент физического факультета Волович В.В.
Синицын Г.В., Ляхнович А.В., Малевич В.Л.
Белорусский государственный университет
Институт физики НАН Беларуси

Широкие возможности использования описанного в работе терагерцового спектрометра в научно-исследовательских, медицинских целях, в системах безопасности, обусловлены способностью такого излучения поглощаться органическими соединениями не нанося им вреда.

В созданном в Институте физики НАН Беларуси ТГц спектрометре излучение генерируется от фотоантенны, при облучении фемтосекундными лазерными импульсами. С помощью полупрозрачного зеркала фемтосекундный лазерный пучок делится на два, один из которых используется для возбуждения ТГц эмиттера, а второй (5% от мощности первоначального пучка) предназначен для управления детектором ТГц излучения, который представляет собой фотоантенну с фотопроводящим GaAs слоем, позволяющую регистрировать амплитуду и фазу электрического поля ТГц импульса, и, таким образом, одновременно измерять коэффициент поглощения и показатель преломления объекта. Размещенная в тракте возбуждения эмиттера ТГц излучения оптическая линия задержки служит для регистрации временной формы импульса путем изменения времени прихода управляющего лазерного импульса на фотоантенну. Спектр получается Фурье-преобразованием получаемой временной зависимости. Точковый сигнал, генерируемый фотоантенной при одновременном воздействии оптического и терагерцового излучений, выделяется и усиливается синхронным усилителем, который работает в режиме внешней синхронизации, а сигнал опорной частоты подается от блока управления модулятором-прерывателем оптического излучения. Принцип работы синхронного усилителя основывается на том, что при умножении полезного сигнала на близкий по частоте опорный сигнал, возникает составляющая на разностной частоте близкой к нулю, сигнал на этой частоте легко выделить фильтром низких частот, так достигается очень высокая чувствительность. Для описанного спектрометра была рассчитана минимальная напряженность ТГц поля, которую можно детектировать на фоне шумов:

$$E_{min} = \frac{2\hbar\omega}{Wq\mu d} \sqrt{\frac{kT\Delta f}{R}} \quad (1)$$

Численные оценки для излучения титан-сапфирового фемтосекундного лазера с длиной волны 800 нм дают: $E_{min} \cdot 10^{-6}$ В/см.