

**НЕЛИНЕЙНОЕ УСИЛЕНИЕ ТГц ИЗЛУЧЕНИЯ  
В КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ КВАРЦЕ**

Казаков И.И. (ИТМО), Гусельников М.С. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Козлов С.А.  
(ИТМО)

**Введение.** Недавние экспериментальные и теоретические исследования показали, что в терагерцовом (ТГц) спектральном диапазоне целый ряд материалов обладает малоинерционной гигантской нелинейностью показателя преломления, которая в миллионы раз превосходит нелинейность этих материалов в видимом и ближнем ИК диапазонах спектра [1]. Это открытие возродило надежды на создание оптических вычислительных элементов на основе нелинейных интерферометров Фабри-Перо, но не в оптическом диапазоне спектра, как это планировалось ранее, а в ТГц спектральном диапазоне. Разработкой подобных устройств занимались еще в 70-х годах прошлого века, однако тогда оптические вычислительные элементы не удалось реализовать именно из-за отсутствия одновременно гигантской и малоинерционной нелинейности показателя преломления [2]. Настоящая работа посвящена исследованию возможности использования материалов с гигантской и малоинерционной нелинейностью в ТГц диапазоне спектра для создания оптического транзистора на основе нелинейного интерферометра Фабри-Перо.

**Основная часть.** В ТГц диапазоне ряд кристаллических материалов обладает большим линейным показателем преломления, что позволяет использовать их как беззеркальные интерферометры Фабри-Перо [3]. Для создания оптического транзистора необходимо, чтобы в кристалле при его облучении ТГц излучением наблюдалась характерная кривая нелинейного усиления. Чтобы найти условия, при которых наблюдается такая кривая, была использована формула, описывающая пропускание нелинейным интерферометром Фабри-Перо монохроматического излучения. Оказалось, что кривая усиления будет наблюдаться при строго дискретизированных величинах толщины кристалла и значениях интенсивности излучения на входе в среду, которые определяются оптическими характеристиками вещества и длиной волны падающего излучения. Чувствительность условий нелинейного усиления зависит от величины коэффициента отражения среды. Чем он больше, тем чувствительнее условия к отклонению параметров интерферометра и излучения от оптимальных.

Важным результатом также стало то, что кривая максимального усиления в функции пропускания нелинейного интерферометра только одна на всем диапазоне интенсивностей. При интенсивностях больших, чем те, что соответствуют максимальному усилению, будет наблюдаться би- и мультистабильность. При меньших интенсивностях будет наблюдаться линейное усиление.

Полученные формулы были оценены для параметров кристаллического кварца. Оказалось, что при его облучении излучением с центральной частотой 1 ТГц, кривую максимального нелинейного максимального усиления можно наблюдать при интенсивностях порядка  $10^8$  Вт/см<sup>2</sup>. При этом толщина кристалла должна составлять порядка 1.013 мм.

**Выводы.** Показано, что в материалах, обладающих большим линейным и гигантским нелинейным показателями преломления в ТГц диапазоне, возможно наблюдать кривую максимального нелинейного усиления, необходимую для создания оптического транзистора, при интенсивностях порядка  $10^8$  Вт/см<sup>2</sup> и толщинах рабочей среды порядка 1 мм. При этом величины входных интенсивностей и толщины рабочей среды, необходимые для наблюдения максимального усиления, строго дискретизированы и взаимозависимы.

**Список использованных источников:**

1. A. N. Tsyarkin et al. High Kerr nonlinearity of water in THz spectral range // Optics express. – 2019. - № 27(8). – P. 10419–10425.
2. H. Gibbs. Optical bistability: controlling light with light // Elsevier. - 2012.
3. Kozlov S.A. et al. Transmission features of nonlinear Fabry-Perot interferometer with giant Kerr nonlinearity in THz frequency range // Proceedings of «International Conference on Advanced Laser Technologies (ALT)». - 2022. - №22. - P. 204.