

ДИАПАЗОН УСИЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ТРАНЗИСТОРА НА ОСНОВЕ БЕЗЗЕРКАЛЬНОГО НЕЛИНЕЙНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО В ТГц СПЕКТРАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ

Солодовников А. А.¹, Казаков И. И.¹

Научный руководитель – ведущий профессор НОЦ фотоники и оптоинформатики
Козлов С. А.¹

¹Университет ИТМО
alex04.05.05.aa@gmail.com

Введение

Ещё в конце прошлого века активно изучались интерферометры с нелинейной рабочей средой в качестве основы для полностью оптических устройств управления излучением [1]. Отсутствие материалов, обладающих большой по величине и вместе с тем малоинерционной нелинейностью показателя преломления, не позволило тогда создать для широкого применения системы на их основе. В последние годы в целом ряде материалов была обнаружена гигантская по величине малоинерционная нелинейность показателя преломления в ТГц диапазоне частот [2,3]. Эти результаты вновь поднимают интерес к изучению нелинейных интерферометров и возможностей их применения в устройствах сверхбыстрой фотоники, но уже в ТГц спектральном диапазоне.

Основная часть

В работе проведен анализ особенностей функции пропускания интерферометра Фабри-Перо, заполненного средой с гигантской кубической нелинейностью, в ТГц спектральном диапазоне. Показано, что из-за высокого линейного показателя преломления ряда сред такой интерферометр даже при отсутствии зеркал, а только из-за френелевского отражения на гранях нелинейных сред, позволяет реализовать дифференциальное усиление слабого по амплитуде оптического сигнала в поле высокоинтенсивной волны накачки.

Определены зависимости интервала входных интенсивностей излучения, при которых первая производная функции пропускания нелинейного интерферометра Фабри-Перо больше единицы, благодаря чему обеспечивается увеличение на выходе амплитуды входящего сигнала, от характеристик интерферометра. Рассчитана величина диапазона усиления нелинейных интерферометров в ТГц диапазоне спектра и соответствующие ему интенсивности излучения.

Выводы

Получены теоретические выражения, определяющие диапазон режима дифференциального усиления нелинейного интерферометра Фабри-Перо в зависимости от параметров интерферометра. Сделаны численные оценки диапазона усиления интерферометра Фабри-Перо со средой с кубической нелинейностью для ТГц диапазона спектра. Так, расчеты, проведенные для беззеркального интерферометра из пластины ниобата лития, показали, что при толщине среды в 1115 мкм эффект дифференциального усиления излучения на частоте 1 ТГц может наблюдаться для интенсивностей накачки от $4.98 \cdot 10^7$ Вт/см² до $6.38 \cdot 10^7$ Вт/см². Величина диапазона усиления равна $1.40 \cdot 10^7$ Вт/см².

Литература

1. H. Gibbs. Optical bistability: controlling light with light // Elsevier. – 2012.
2. Nabilkova A., Gusel'nikov M., et al. Vibrational nonlinear response of complex

- molecules: theory and measurements in the THz range // Optics Letters. 2025. V. 50. No. 15. P. 4778-4781
3. Zhukova M. O., Melnik M. V., et al. Estimations of Low-Inertia Cubic Nonlinearity Featured by Electro-Optical Crystals in the THz Range // Photonics. 2020. V. 7. No. 4. P. 98.