

УДК 535.015

ИЗУЧЕНИЕ БИСТАБИЛЬНОСТИ ПРОПУСКАНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО ТГц ИЗЛУЧЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМ ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ ФАБРИ-ПЕРО НА ОСНОВЕ LiNbO₃

Набилкова А.О. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Цыпкин А.Н. (ИТМО)

Введение. За последнее десятилетие был осуществлен прорыв в области нелинейной оптики терагерцового (ТГц) диапазона: теоретически предсказана [1] и экспериментально обнаружена гигантская малоинерционная нелинейность показателя преломления колебательной природы некоторых жидких [2,3], кристаллических [4] и газообразных сред [5] в ТГц спектральном диапазоне. Коэффициент нелинейного показателя преломления у некоторых материалов оказался в миллион раз большим, чем у этих же материалов в видимом и ближнем ИК спектральных диапазонах [6]. Это открыло новые перспективы для разработки устройств управления параметрами ТГц излучения на основе нелинейных явлений. Особенно актуальной стала проблема создания оптического компьютера, но уже не в видимом, а в ТГц диапазоне, поскольку для создания различных компонентов на основе устройств быстродействующей ТГц фотоники, таких как переключатели, оптические элементы и транзисторы, интенсивность для наблюдения нелинейных эффектов значительно снизилась из-за гигантской нелинейности в этом диапазоне.

Основная часть. В данной работе будет проведено теоретическое и экспериментальное исследование бистабильности пропускания нелинейным «беззеркальным» интерферометром Фабри-Перо на основе кристалла LiNbO₃ высокоинтенсивного квазинепрерывного ТГц излучения. А именно будут решаться следующие задачи:

- 1) Экспериментальное изучение пропускания высокоинтенсивного ТГц излучения кристаллом LiNbO₃ с большим линейным и нелинейным показателями преломления ($n = 6$ и $n_2 = 3.5 \times 10^{-11} \text{ W/cm}^2$) при увеличении интенсивности входного излучения от 1,2 до $3 \times 10^9 \text{ Вт/см}^2$ и в обратном направлении на гиротроне со следующими параметрами излучения: частота 250 ГГц, мощность 100-300 кВт, длительность импульса 40 мкс.
- 2) Задачи о фокусировке излучения с квазигауссовским профилем в перетяжку с диаметром порядка 4 мм с помощью системы параболических зеркал с большим фокусным расстоянием.
- 3) Аналитического моделирование кривой бистабильности пропускания кристалла LiNbO₃ высокоинтенсивного квазинепрерывного ТГц излучения на основе параметров установки и кристалла, указанных в п. 1.
- 4) Проведение сравнения экспериментальных и аналитических кривых.

Выводы. Проведено сравнение экспериментальных и аналитических кривых бистабильности пропускания нелинейным интерферометром Фабри-Перо на основе кристалла LiNbO₃ высокоинтенсивного квазинепрерывного ТГц излучения. Экспериментальная кривая скорее всего демонстрирует именно тепловую бистабильность (ширина петли гистерезиса), однако «усиление» наблюдается, что само по себе является результатом по наблюдению нелинейности третьего порядка. Полученные результаты демонстрируют возможность использования «беззеркальных» интерферометров Фабри-Перо в ТГц диапазоне частот в качестве оптических логических элементов.

Список использованных источников:

1. Dolgaleva, K., Materikina, D. V., Boyd, R. W., Kozlov, S. A. Prediction of an extremely large nonlinear refractive index for crystals at terahertz frequencies //Physical Review A. – 2015. – Т. 92. – №. 2. – С. 023809.

2. Tcypkin, A. N., Melnik, M. V., Zhukova, M. O., Vorontsova, I. O., Putilin, S. E., Kozlov, S. A., Zhang, X. C. High Kerr nonlinearity of water in THz spectral range //Optics express. – 2019. – T. 27. – №. 8. – C. 10419-10425.
3. Zhao, H., Tan, Y., Zhao, Y., Liu, M., & Zhang, L. Terahertz Nonlinear Spectroscopy of Liquid Water //IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology. – 2023.
4. Zibod, S., Rasekh, P., Yildirim, M., Cui, W., Bhardwaj, R., Ménard, J. M., Dolgaleva, K. Strong nonlinear response in crystalline quartz at THz frequencies //Advanced Optical Materials. – 2023. – T. 11. – №. 15. – C. 2202343.
5. Rasekh, P., Safari, A., Yildirim, M., Bhardwaj, R., Menard, J. M., Dolgaleva, K., & Boyd, R. W. Terahertz nonlinear spectroscopy of water vapor. *Acs Photonics*, 8(6), 1683-1688.
6. Zhukova, M.O., Melnik, M.V., Vorontsova, I.O., Tcypkin, A. N., Kozlov, S. A. Estimations of low-inertia cubic nonlinearity featured by electro-optical crystals in the thz range //Photonics. – MDPI, 2020. – T. 7. – №. 4. – C. 98.