

УДК 535.14

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ПОЛЯ И СПЕКТРА ТЕРАГЕРЦОВОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ, ГЕНЕРИРУЕМОГО ПРИ ОПТИЧЕСКОМ ВЫПРЯМЛЕНИИ
ДВУХ ИНТЕРФЕРИРУЮЩИХ ФАЗОМОДУЛИРОВАННЫХ
ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ В СРЕДЕ С КВАДРАТИЧНОЙ
НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ**

Турбина Е.В.¹

**Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Козлов
С.А.¹**

¹Университет ИТМО

turbina_04@mail.ru

Введение

Оптическое выпрямление фемтосекундных импульсов является одним из наиболее распространенных методов получения импульсного терагерцового (ТГц) излучения [1], которое в настоящее время широко используется в различных областях науки и техники [2, 3]. Импульсное ТГц излучение, получаемое путем оптического выпрямления фемтосекундных импульсов ближнего ИК диапазона спектра в кристаллических средах с высокой квадратичной нелинейностью их поляризационного отклика, обычно представляет собой лишь одно полное колебание электрического поля [4]. Однако в ряде практических задач, необходимо иметь более широкий диапазон профилей ТГц импульсов. В настоящей работе рассмотрена возможность управления количеством колебаний в ТГц импульсе при оптическом выпрямлении фемтосекундного излучения в кристалле путем варьирования формы огибающей этого излучения.

Основная часть

В работе предложена математическая модель оптического выпрямления фемтосекундного излучения в среде с безынерционной квадратичной нелинейностью, основанная на уравнениях динамики непосредственно поля излучения, а не его огибающей. Определены характерные длины дифракции, дисперсии и нелинейности. Найдены условия, в рамках которых нелинейные эффекты в кристалле доминируют над явлениями дифракции и дисперсии. Методом итераций для этого случая получены аналитические решения математической модели. Определены общие зависимости профиля и поля спектра выпрямленного излучения от формы поля фемтосекундного импульса. Показано, что в среде с квадратичной нелинейностью выпрямленное излучение от фемтосекундного импульса с гауссовой огибающей представляет собой однопериодную волну. Проанализированы особенности оптического выпрямления пары сдвинутых по времени фазомодулированных фемтосекундных импульсов. Показано, что их интерференция приводит к формированию последовательности следующих с ТГц частотой фемтосекундных субимпульсов, спектр которых представляет собой «квазидискретный спектральный суперконтинуум». Каждому пучку в спектральном суперконтинууме соответствует «свой» субимпульс в их последовательности. Показано, что число полных колебаний поля в выпрямленном излучении определяется количеством субимпульсов в фемтосекундном спектральном суперконтинууме. Приведены соотношения, определяющие вид профиля поля выпрямленного излучения в зависимости от характеристик нелинейной среды и параметров интерферирующих фемтосекундных импульсов накачки.

Выводы

Таким образом, в настоящей работе предложен метод управления профилем поля ТГц импульса и количеством колебаний в нем при оптическом выпрямлении фемтосекундного излучения путем варьирования формы огибающей этого излучения.

Показано, что количество колебаний в импульсном ТГц излучении, генерируемом в кристалле в поле двух фазомодулированных импульсов фемтосекундного излучения, зависит от временного сдвига между фемтосекундными импульсами. Минимальное число колебаний поля в выпрямленном излучении при отсутствии сдвига между импульсами составляет всего одно полное колебание, вид профиля которого в работе определен.

Литература

1. Беспалов В. Г., С. А. Козлов, Крылов В. Н., Путилин С. Э. Фемтосекундная оптика и фемтотехнологии – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010 – 234 с.
2. Artser I., Melnik M., Ismagilov A., Guselnikov M., Tsyupkin A., Kozlov S. Radiation shift from triple to quadruple frequency caused by the interaction of terahertz pulses with a nonlinear kerr medium. // Scientific Reports. – 2022. – Vol. 12. – No. 1. – pp. 9019.
3. Zhang, X.C., Xu J. Introduction to THz wave photonics / X.C. Zhang, J. Xu. – NY: Springer, 2010. – 246 p.
4. Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы. // М.: ФИЗМАТЛИТ. 2008. – С. 208.