

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ МАЛОПЕРИОДНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Никка Г.Д.<sup>1</sup>

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Мельник М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

nikka.german@yandex.ru

### Введение

Импульсное терагерцовое излучение обладает рядом особенностей, таких как малое число полных колебаний поля в импульсе, вплоть до одного, а также сверхширокий спектр. Это приводит к уникальным явлениям при распространении, которые не наблюдаются для многопериодных импульсов. Среди них: уширение однопериодного импульса до полупериодного в результате дифракции [1], исчезновение эффекта самофокусировки [2], исчезновение генерации третьей гармоники в нелинейных средах [3] и др. Как правило рассматриваются малопериодные импульсы с линейной поляризацией, однако при распространении эллиптически поляризованных импульсов из малого числа колебаний существенные изменения вида компонент поля также могут приводить к неожиданным эффектам поляризации и взаимодействия с веществом. В настоящей работе проведено численное моделирование дифракции малопериодного импульса эллиптической поляризации в линейной среде и обнаружен эффект поворота поляризации.

### Основная часть

Рассматривая импульсы из нескольких колебаний поля, оказывается невозможным разделить огибающую импульса и гармонически осциллирующую часть. Для эллиптически поляризованного излучения это приводит к тому, что при описании импульса через горизонтальную и вертикальную компоненты поляризации, сдвинутые относительно друг друга по фазе на  $\pi/2$ , необходимо описывать их в терминах carrier envelope phase (CEP) [4].

Вследствие малого числа периодов в импульсе, траектория, описываемая вектором электрического поля помимо того, что является незамкнутой, имеет только одну ось симметрии, сонаправленную с вектором поля максимальной амплитуды. Для однопериодного импульса это особенно выражено, и даже для круговой поляризации траектория вектора поля, которую можно назвать квази-эллипсом поляризации, существенно отлична от окружности. Направление, соответствующее максимуму амплитуды поля, в этом случае можно назвать углом поворота такого квази-эллипса.

При дифракции малопериодного импульса эллиптической поляризации в линейной среде горизонтальная и вертикальная компоненты распространяются независимо, и для каждой компоненты происходит добавление половины полного колебания, что особенно заметно в случае исходно однопериодного импульса. Данный эффект приводит к изменению формы квази-эллипса поляризации, которое было исследовано посредством численного моделирования дифракции гауссовых пучков малопериодного эллиптически поляризованного излучения разной длительности. Обнаружен эффект изменения угла поворота квази-эллипса при распространении таких пучков в пространстве.

### Выводы

По мере распространения импульса в пространстве угол поворота квази-эллипса поляризации меняется непрерывным образом и стремится к значению  $\pi/2$ , приближаясь к нему на дистанции порядка нескольких дифракционных длин, причем чем больше

длительность исходного импульса, тем меньшая дистанция распространения требуется для достижения постоянного значения. Направление поворота совпадает с направлением вращения поляризации. Угол поворота поляризации изменяется по профилю пучка, по мере удаления от оси распространения пучка изменение угла поворота уменьшается по сравнению с квази-эллипсом на оси пучка.

### Литература

1. Езерская А. А. и др. Дифракция однопериодных терагерцовых волн с гауссовым поперечным распределением //Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2011. – №. 1 (71). – С. 10-16.
2. Kozlov S. A. et al. Suppression of self-focusing for few-cycle pulses //Journal of the Optical Society of America B. – 2019. – Т. 36. – №. 10. – С. G68-G77.
3. Artser I. et al. Wave interference under self-phase modulation and triple frequency generation owing to few-cycle terahertz pulses propagating in a cubic nonlinear medium //Chinese Optics Letters. – 2025. – Т. 23. – №. 2. – С. 021901.
4. Snedden E. W., Walsh D. A., Jamison S. P. Revealing carrier-envelope phase through frequency mixing and interference in frequency resolved optical gating //Optics Express. – 2015. – Т. 23. – №. 7. – С. 8507-8518.