

ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕЭКСПОЗИЦИИ И УЛУЧШЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ В ЗАДАЧЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФАЗЫ ИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ

Циплакова Е.Г. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Петров Н.В. (ИТМО)

Введение. Методы количественной фазовой визуализации в терагерцовом (ТГц) диапазоне с использованием непрерывных источников получили значительное развитие и широкое применение в последние годы благодаря уникальным свойствам ТГц излучения. Среди этих методов особое внимание уделяется техникам восстановления фазы из интенсивности, которые используют однолучевую схему регистрации данных. Это существенно снижает требования к мощности источника излучения по сравнению с методами внеосевой голографии, что особенно важно для ТГц диапазона, где большинство источников обладают ограниченной мощностью. Кроме того, такие методы эффективно задействуют пространственно-частотную базу сигнала, что потенциально позволяет достичь более высокого пространственного разрешения по сравнению с методами внеосевой голографии.

Фазовая визуализация отражающих объектов сталкивается с серьезными трудностями при реализации в ТГц диапазоне [1]. Основные проблемы связаны с высоким уровнем рассеяния ТГц волн, который значительно превышает рассеяние в видимом спектре, а также с ограничениями по чувствительности и динамическому диапазону детектирующих систем. Разработка алгоритмов восстановления фазы, способных эффективно работать в условиях данных ограничений, представляет собой актуальную задачу.

Основная часть. В работе исследовалась ранее предложенная техника восстановления фазы SBMIR-I [2]. Эксперименты проводились в схеме “на отражение” с использованием диода Ганна в качестве источника излучения (0,287 ТГц, 14 мВт) и детектирующей системы на основе диода с барьером Шоттки. Сигнал с детектора поступал на синхронный усилитель с динамическим диапазоном 30 дБ; вследствие ограниченного динамического диапазона одиночного усилителя, зарегистрированные распределения интенсивности содержали переэкспонированную область в центре. В классическом алгоритме SBMIR использование таких данных для восстановления фазы невозможно, и требуется применение техники HDR регистрации с использованием двух синхронных усилителей, настроенных с комплементарной чувствительностью [1]. SBMIR-I позволяет восстановить распределение комплексной амплитуды поля в условиях частичной потери данных из-за переэкспозиции [2].

Настоящая работа продолжает исследование возможностей и границ применимости алгоритма SBMIR-I. На основе экспериментальных данных, полученных с использованием техники HDR-регистрации, были синтезированы наборы распределений интенсивности, характеризующиеся различным отношением сигнал/шум в диапазоне от 41 до 3, а также различной степенью переэкспозиции – отличающейся от наблюдаемой в эксперименте.

Выводы. Изучена сходимость алгоритма SBMIR-I при восстановлении комплексной амплитуды поля из терагерцовых данных с различной степенью переэкспозиции и отношением сигнал/шум.

Список использованных источников:

1. Petrov N. V. et al. Terahertz phase retrieval imaging in reflection //Optics Letters. – 2020. – Т. 45. – №. 15. – С. 4168-4171.
2. Tsipakova E. G. et al. Terahertz diffractive imaging with saturated data inpainting //Optics Letters. – 2023. – Т. 48. – №. 21. – С. 5463-5466.