

УДК 535-14

## ИСЧЕЗНОВЕНИЕ ЭФФЕКТА ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ УТРОЕННЫХ ЧАСТОТ И ПОЯВЛЕНИЕ ДЛЯ НИХ ЭФФЕКТА ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ УЧЕТВЕРЕННЫХ ЧАСТОТ ДЛЯ ОДНОПЕРИОДНЫХ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ВОЛН В СРЕДАХ С КУБИЧНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

Арцер И.Р. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Козлов С.А.

(Университет ИТМО)

Теоретически рассмотрено взаимодействие терагерцового излучения из малого числа колебаний со средой с кубической нелинейностью без учёта дисперсии и с учётом линейного показателя преломления. Проведён эксперимент, подтверждающий теоретические результаты бездисперсионного случая.

**Введение.** В настоящее время терагерцовый диапазон электромагнитного излучения является одним из самых перспективных для практического использования. Были достигнуты высокие мощности генерируемых терагерцовых электромагнитных импульсов, состоящих из малого числа колебаний. Также было определено, что терагерцовые импульсы из малого числа колебаний при распространении в нелинейной среде не обладают эффектом самофокусировки. В данной работе будут рассмотрены эффекты исчезновения излучения на утроенных частотах и возникновения излучения на более высоких частотах в случае взаимодействия терагерцового излучения из малого числа колебаний со средой с кубической нелинейностью. Данные эффекты рассмотрены для случая, когда среда не имеет дисперсии.

**Основная часть.** Рассмотрим случай взаимодействия терагерцового излучения из малого числа осцилляций (от двух до семи осцилляций, накладываемой граничное условие). Так, в качестве таких импульсов используются производные от гауссовой функции разных порядков. Модель, описывающая взаимодействие поля со средой с кубической нелинейностью, представляет собой первые производные поля по координате и частоте, а также первую производную по кубу поля излучения. С помощью нормировок мы получим уравнение, в котором перед нелинейным слагаемым будет стоять коэффициент, важный для дальнейшего решения. По методу Пикара, который будет использован для решения данного уравнения, само решение будет представлять собой сумму решений из нескольких функций, причем каждое последующее будет составлять не более 20% от предыдущего. В данном случае мы ограничимся двумя итерациями, из чего следует, что решение будет состоять из двух слагаемых, которые можно будет получить из систему двух уравнений, полученных из исходного уравнения. Тогда решение первого уравнения будет представлять собой функцию от координаты и времени, имеющую вид производной от гауссовой функции  $n$ -го порядка. При этом решение второго уравнения представляет собой функцию, зависящую от решения первого уравнения. Итоговое решение – сумма решений первого и второго уравнения, и мы будем исследовать модуль спектра от полученного поля.

В случае импульса из двух осцилляций получаем, что модуль спектра результирующего поля имеет значение практически равное нулю вблизи частоты, равной трехкратной частоте максимума спектра, и максимум около четырехкратной частоты (точнее, вблизи значения 4.24). Полученные теоретические результаты хорошо согласуются с экспериментом, проведённым на основе генерации терагерцового излучения при взаимодействии фемтосекундного инфракрасного импульса с кристаллом ниобата лития.

Увеличение количества осцилляций (4, 6) приводит к смещению минимума модуля спектра в область двукратной частоты, а второго максимума – в область трехкратных частот. В случае импульса из трех осцилляций получаем, что значение минимума будет мало отличаться от второго максимума, при этом положение минимума близко к частоте близ 2.6 от главного максимума модуля спектра, а положение второго максимума около 3.6 от того же значения частоты. Как и в случае импульсов с чётным количеством осцилляций, увеличение количества

самых осцилляций приводит к сдвигу минимума в область двухкратных частот, а второго максимума в область трёхкратных частот.

В случае наличия линейной дисперсии получается, что модуль спектра результирующего поля немного смещается относительно бездисперсионного случая.

**Выводы.** Описано и впервые экспериментально зарегистрировано исчезновение генерации излучения на утроенных частотах и возникновение излучения на четырёхкратных частотах в случае взаимодействия терагерцового импульса из нескольких осцилляций с кубически нелинейной средой. Кроме того, линейная дисперсия оказывает небольшое влияние на исследуемый спектр.

Арцер И.Р. (автор)

\_\_\_\_\_

Козлов С.А. (научный руководитель)

\_\_\_\_\_