

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Леонтьева Андрея Александровича “Исследование статистических свойств оптико-терагерцовых бифотонных полей”, представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

Представленная Андреем Александровичем Леонтьевым диссертация выполнена в лаборатории квантовой оптико-терагерцовой фотоники кафедры квантовой электроники физического факультета МГУ в период 2018-2023 гг., начиная от момента поступления в аспирантуру физического факультета. До этого, в рамках работ над выпускными работами бакалавра и магистра, в нашей лаборатории А.А. Леонтьевым был успешно проведен другой цикл исследований на близкую тему, посвященный изучению фотопроводящих материалов и терагерцовых антенн на основе полупроводниковых структур для генерации терагерцовых волн. За время работы в лаборатории Андрей Александрович накопил большой опыт исследований в области классической и квантовой оптики терагерцового диапазона, проявил себя как талантливый, целеустремленный исследователь, способный успешно решать разноплановые задачи.

В ходе работы над первой частью диссертации, изложенной в главе 2, Андрей Александрович провел большой цикл аналитических и численных расчетов, имеющих самостоятельную общенаучную значимость, а также позволивших в последующем правильно спланировать эксперимент по наблюдению квантово-коррелированных фотонов оптического и терагерцового излучения, генерируемых при спонтанном параметрическом рассеянии света. С применением нелинейного обобщенного закона Кирхгофа-Клышко им были исследованы угловые распределения потоков сигнальных и холостых фотонов, частоты которых различаются почти на 2 порядка величины. Показано влияние поглощения холостых фотонов, наличия тепловых флуктуаций на частотах терагерцовой составляющей бифотонного поля, размеров апертур детекторов в каждом из каналов параметрического рассеяния в сильно частотно-невырожденном режиме. Выявлена специфика спонтанного параметрического рассеяния в терагерцовом диапазоне, предложены алгоритмы преодоления трудностей будущего

эксперимента. В ходе работы им были составлены оригинальные программы для расчета чисел фотонов и корреляционных функций оптико-терагерцовых бифотонов в зависимости от температуры и дисперсионных свойств нелинейного кристалла, параметров накачки и детектирующей системы. Эти программные модули в дальнейшем использовались и другими сотрудниками лаборатории - в исследованиях, направленных на применение бифотонных полей в будущем.


При работе над последующими главами Андрей Александрович проявил себя как квалифицированный и внимательный к мелочам экспериментатор, создающий в соответствии со своими теоретическими расчетами установку, еще не имеющую мировых аналогов. В Главе 3 диссертационной работы описаны проведенные исследования возможности наблюдения слабых потоков фотонов терагерцовых частот, рождающихся при спонтанном режиме параметрического рассеяния, с помощью охлаждаемого терагерцового болометра сверхпроводникового типа. Несмотря на то, что данный болометр представлял собой один из наиболее чувствительных современных приборов терагерцового диапазона, предстояло решить вопросы с выделением сверхслабого аналогового сигнала на фоне собственных шумов детектора, определить числа фотоотсчетов, соответствующие регистрации единичных фотонов, по токовым показаниям болометра. Последовательный анализ и моделирование гистограмм токовых показаний аналоговых приборов, включая как терагерцовый болометр, так и оптический фотоприемник, позволили Андрею Александровичу успешно решить эти проблемы. Итогом стала демонстрация прямых измерений квантовых корреляций оптических и терагерцовых фотонов в главе 4.

Результаты исследований, представленных в диссертационной работе А.А. Леонтьева, получены им лично и нашли отражение в большом числе докладов на международных конференциях, опубликованы в 5-ти статьях в высокорейтинговых журналах *Physical Review A*, *Sensors*, Письма в ЖЭТФ и 5 статьях в изданиях трудов международных конференций, индексируемых в базах данных *Web of Science*, *Scopus* и *RSCI*. А.А. Леонтьев неоднократно выступал с докладами на ведущих международных конференциях, таких как *International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves IRMMW-THz*, *Terahertz and Microwave Radiation: Generation, Detection and Applications—TERA*.

В целом, я считаю, что Андрей Александрович Леонтьев является


высококвалифицированным специалистом в области лазерной физики, нелинейной и квантовой оптики. Я рекомендую А.А. Леонтьева для присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «Лазерная физика» (1.3.19).

Профессор кафедры квантовой электроники
физического факультета МГУ,
доктор физ.-мат. наук



Г.Х. Китаева

Подпись Г.Х. Китаевой заверяю
Ученый секретарь физического факультета МГУ,
профессор



В.А. Каравасев