

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ МИ ЧАСТИЦ

Игошин В.Д. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физико-технических наук Петров М.И.
(ИТМО)

Научный консультант – кандидат физико-технических наук Кохановский А.Ю.
(ИТМО)

Введение. Диэлектрические Ми частицы могут быть использованы для создания различных фотонных устройств. Частицы сложных форм, отличных от часто используемых сферических и цилиндрических, позволяют расширить функциональность устройств. Однако задача рассеяние света на частицах сложных форм не имеет аналитического решения, что усложняет поиск оптимальных параметров таких частиц. В данной работе было минимизировано обратное рассеяние плоской электромагнитной волны на диэлектрической частице, состоящей из N стоящих друг на друге соосных диэлектрических цилиндров одинаковой высоты [1].

Основная часть. С помощью алгоритма оптимизации CMA-ES [2] была оптимизирована помещенная в вакуум диэлектрическая структура с показателем преломления $n=4$ для разного числа цилиндров N . Оптимизируемые радиусы и высоты цилиндров были ограничены таким образом, чтобы в рассеянное поле основной вклад вносили только дипольные и квадрупольные мультипольные моменты. Для анализа полученных оптимальных геометрий был проведен мультипольный анализ рассеянного назад поля [3]. Сумма первых дипольных и квадрупольных компонент равна нулю, что соответствует обобщенному эффекту Керкера.

В работе исследована связь между мультипольным составом рассеянного назад поля и геометрией частицы. При помощи алгоритма кластеризации частицы с похожим мультипольным откликом были сгруппированы вместе. Для каждого из полученных кластеров был вычислен «силуэт» S_v в пространстве мультипольных моментов и пространстве геометрий. Полученные кластеры состоят из частиц с относительно близкими мультипольными моментами ($S_v > 0.5$), но сильно отличающимися геометрическими формами.

Выводы. Были найдены различные формы диэлектрического резонатора с подавленным рассеянием назад для разного количества цилиндров N . Была продемонстрирована неоднозначность решения задачи обратного проектирования Ми резонатора с заданным рассеянным полем.

Список использованных источников:

1. Igoshin, V., Kokhanovskiy, A., & Petrov, M. (2024). Inverse design of Mie resonators with minimal backscattering. arXiv, 2409.06331.
2. D. Dobrykh, D. Shakirova, S. Krasikov, et al., “Multipole engineering for enhanced backscattering modulation,” Phys. Rev. B 102, 195129 (2020).
3. R. Hamano, S. Saito, M. Nomura, and S. Shirakawa, “Cma-es with margin: lower-bounding marginal probability for mixed-integer black-box optimization,” in Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, (2022), p. 639–647.