



Противофазные супермоды в многосердцевинных волокнах и газонаполненных капиллярах

д.ф.-м.н. **Алексей Антониевич Балакин**

и С.А. Скобелев, А.В. Андрианов, А.Г. Литвак

Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН, Н. Новгород

С 1960-х годов известно, что филаментационная неустойчивость играет ключевую роль в распространении интенсивных лазерных импульсов в нелинейных средах с кубической нелинейностью, ограничивая возможности генерации и применения мощных импульсов. Одним из очевидных способов преодоления этой проблемы является пространственное разделение волновых пучков по отдельным световодам (каналам). Однако эксперименты по транспортировке излучения в системах с ограниченным числом независимых каналов показали, что для обеспечения фазовой синхронизации излучения при неизбежных случайных различиях параметров каналов требуются значительные технологические усилия, включая создание системы обратной связи для корректировки фазы в каждом канале.

Для решений этой проблемы можно использовать многосердцевинные волокна со слабо связанными сердцевинами, что позволяет формировать коллективные нелинейные моды (супермоды) когерентного излучения, распределенные по нескольким близкорасположенным сердцевинам и слабо чувствительные к фазовым флуктуациям инжектированных пучков. В результате суммарная мощность излучения может значительно превышать мощность, доступную в одном световоде. Кроме того, многосердцевинные волокна могут использоваться как независимые каналы для дополнительной синхронизации, что позволяет ещё больше увеличивать передаваемую когерентную мощность. Многосердцевинные волокна также обладают интересными дисперсионными свойствами, которые позволяют перестраивать центральную частоту лазерных импульсов в широком диапазоне и осуществлять их компрессию с высокой энергетической эффективностью.

Газонаполненные диэлектрические капилляры и полые микроструктурированные волокна часто используются для работы с лазерными импульсами мощностью на уровне гигаватт, так как критическая мощность самофокусировки зависит от агрегатного состояния вещества: единицы мегаватт для твердых тел и единицы гигаватт для газов. В 2000-х годах такие капилляры использовались для укорочения длительности импульсов, генерации суперконтинуума и частотного смещения. Однако их транспортируемая мощность также ограничена критической мощностью. Обобщение противофазной супермоды для полых газонаполненных волноводов представляет собой сложную задачу, но обладает большим потенциалом. Противофазные распределения волнового поля в диэлектрическом волноводе с модулированной границей, имитирующей форму ромашки, позволяют добиться устойчивого когерентного распространения волновых пучков с мощностью на уровне суб-тераватта.