

**КОНТРОЛЬ МНОЖЕСТВЕННОЙ ФИЛАМЕНТАЦИИ  
В ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛАХ**

Шабан П.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент Цыпкин А.Н.  
(Университет ИТМО)

В данной работе предлагается метод контроля процесса множественной филаментации в электрооптическом кристалле. Проведен анализ существующих работ по данной тематике, выявлены достоинства и недостатки используемых подходов. Разработана схема экспериментальной апробации предложенного метода контроля для оценки его эффективности.

**Введение.** Филаментация высокоинтенсивных фемтосекундных лазерных импульсов в оптических средах представляет большой интерес в задачах оптики и лазерной физики. В большинстве случаев множественная филаментация в нелинейной среде возникает спонтанно и неконтролируемо. В практических задачах с этим явлением зачастую приходится бороться, поскольку оно вызывает ограничение мощности лазеров. Исследование данного явления, а также практическая реализация контролируемого процесса множественной филаментации открывает множество практических применений, таких, как управление оптическим излучением, лазерно-искровая эмиссионная спектрометрия, когерентное антистоксово комбинационное рассеяние, генерация ТГц излучения, а также сверхбыстрые оптические переключатели. Однако существующие в настоящее время способы контроля используют пространственное управление излучением, что требует достаточно сложного и дорогостоящего оборудования. В данном проекте предлагается система контроля филаментации с помощью магнитного поля, что должно значительно упростить этот процесс. В последние годы возможности экспериментальной реализации методов контроля множественной филаментации стали значительно шире, что привело к всплеску интереса к этой теме. На данный момент количество работ, которые содержат экспериментально реализуемые методы контроля филаментации лазерного излучения, достаточно мало, однако, можно выделить некоторые научные группы, работающие в данном направлении, для которых данная тематика представляет практический интерес, связанный с необходимостью контроля данного явления в атмосферной оптике, а также при генерации терагерцового излучения. Существующие на данный момент публикации по данной тематике еще не реализуют всего потенциала ее практических применений. Разработка методов контроля множественной филаментации, которые были бы более доступны для экспериментальной реализации, остается актуальной на сегодняшний день задачей.

**Основная часть.** Проведенный анализ современного состояния исследований по данной проблеме показал, что задача контроля процесса множественной филаментации все еще актуальна и содержит широкие возможности для новых исследований. Большинство методов контроля, существующих в настоящее время, основаны на пространственном управлении излучением, что влечет за собой необходимость использования сложных систем. В данной работе предлагается использовать фемтосекундную лазерную систему на основе регенеративного усилителя (длительность импульса 30 фс, центральная длина волны 790 нм, энергия импульса до 2 мДж, частота следования 1 кГц). Фокусировка излучения производится параболическими зеркалами с фокусными расстояниями 25–100 мм.

Исходное линейно-поляризованное излучение фемтосекундного лазера под воздействием магнитного поля постоянного магнита величиной 0.2–1 Тл изменяет поляризацию на эллиптическую. Высокомощное лазерное излучение вызывает процесс множественной филаментации в нелинейной среде толщиной 0.5 мм. В качестве среды предлагается

использовать кристаллы ниобата калия  $\text{KNbO}_3$  или ниобата лития  $\text{LiNbO}_3$ , при необходимости легированные железом Fe. Выбор этих кристаллов обоснован тем, что они достаточно доступны и демонстрируют необходимые нелинейные, электро-оптические и магнитные свойства.

Съемка множественной филаментации происходит с помощью CMOS-камеры. Излучение генерируемого филамента делится с помощью делителя пучка 5/95, где 5 идет на камеру. Перед камерой будут установлены дополнительные нейтральные светофильтры для защиты камеры от высокоинтенсивного лазерного излучения.

Реализация данной экспериментальной схемы позволит зафиксировать изменения в картине множественной филаментации при регуляции параметров магнитного поля, сделать выводы о возможности контроля процесса данным способом, а также о его эффективности.

**Выводы.** Предложенный в работе метод управления множественной филаментацией значительно менее сложный и дорогой, чем используемые ранее способы контроля. Кроме того, он имеет преимущество для практического использования, заключающееся в простой настройке параметров под необходимую задачу, тогда как в предыдущих работах используемые элементы пространственного контроля излучения не универсальны и требуют затраты большого количества ресурсов при необходимости их изменения. Таким образом, реализация простого, недорогого и универсального метода контроля множественной филаментации открывает широкие возможности для практических применений данного явления.