

УДК 535-14

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДИОНИЗАЦИИ НА УСИЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ТГц ВОЛН
ПРИ ДВУХИМПУЛЬСНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ ПЛОСКИХ СТРУЙ
РАЗЛИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

Пономарева Е.А., Исмагилов А.О., Путилин С.Э., Цыпкин А.Н.

(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – доцент ФФиОИ, к-т.ф.-м.н., Цыпкин А.Н.

(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Выявлено 10-кратное увеличение эффективности преобразования оптического излучения в терагерцовое при двухимпульсном одноцветном лазерном возбуждении струи альфа-пинена в сравнении с одноимпульсным возбуждением. Экспериментально и методами численного моделирования продемонстрированы особенности зависимостей энергии терагерцового излучения от длительностей импульсов накачки.

Введение. Имея характерный период колебаний порядка 1 пс, терагерцовые (ТГц) волны подходят для исследования колебательных мод белков, вращений небольших молекул, столкновений молекул газа. Таким образом, для исследований в самых разных научных областях, стоит вопрос о разработке высокоэффективного и широкодоступного источника ТГц излучения. В конце 90-х была продемонстрирована возможность генерации ТГц излучения за счет взаимодействия лазерного излучения высокой интенсивности с веществом, и с тех пор этот метод сохранил свою актуальность. Учитывая, что динамика электронов в плазме является одним из основных механизмов генерации ТГц волн, использование жидких сред в качестве активной среды является перспективным. Нелинейные эффекты выражены сильнее в жидкостях, чем в газах при одинаковых значениях мощности накачки; ионизация среды происходит эффективнее за счет большей в три раза молекулярной плотности. Высокий потенциал жидких сред для поставленной задачи уже был продемонстрирован в ряде работ, в частности, в одной из них замена плоской струи на колонну воды позволила получить значения оптического преобразования в ТГц, превышающие значения при генерации в двухцветном филаменте в воздухе. Однако они все еще недостаточно велики для практического применения, что приводит к высокой значимости поиска новых методов и материалов для дальнейших успехов в этой области. Использование эффекта предварительно наведенной плазмы было представлено в нескольких работах для усиления генерации ТГц волн при взаимодействии ультракороткого лазерного импульса ИК диапазона с воздухом и кластерами аргона. В данной работе приводится экспериментальное и теоретическое исследование увеличения энергии ТГц волн при двухимпульсном одноцветном возбуждении струй различных жидкостей.

Основная часть. В экспериментальной части исследования используется фемтосекундный Ti:Sa лазер с центральной длиной волны на 800 нм, горизонтальной поляризацией, энергией каждого импульса 0,4 мДж, частотой следования 1 кГц и длительностью одиночного импульса со значениями от 65 до 250 фс. Лазерный пучок разделяется на части накачки и зондирования с помощью светоделителя. После прохождения интерферометра Майкельсона, излучение накачки разделяется на опорный и сигнальный пучки. Далее накачка фокусируется параболическим зеркалом с фокусным расстоянием 5 см на плоскую струю жидкости. Для регистрации генерируемого ТГц излучения используется схема на основе электрооптического выпрямления в кристалле ZnTe.

Для обоснования экспериментальных данных мы используем численное моделирование на основе теоретической модели взаимодействия сильного поля субпикосекундного импульса с диэлектриком, учитывающей керровскую нелинейность третьего порядка и плазменную нелинейность. Входное поле задается в виде двух частотно-модулированных гауссовых импульсов с параметрами, аналогичным экспериментальным.

Выводы. Выявлен сдвиг оптимальной длительности импульса накачки от 200 фс к 150 фс при переходе от одноимпульсного к двухимпульсному возбуждению струи жидкости. Демонстрируется возможность достижения значения эффективности оптического преобразования в ТГц порядка 0,1% в случае двухимпульсного возбуждения струи альфа-пинена. Исследование определяет условия для достижения максимальной энергии терагерцовых волн, усиливаемых за счет эффекта предионизации в источнике на основе жидких сред.

Пономарева Е.А. (автор)

Подпись

Цыпкин А.Н. (научный руководитель)

Подпись