

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.373.826

DOI: 10.17223/00213411/62/12/151

С.В. АЛЕКСЕЕВ, М.В. ИВАНОВ, Н.Г. ИВАНОВ, В.Ф. ЛОСЕВ

ВЛИЯНИЕ ЧИРПА ИМПУЛЬСА ИЗЛУЧЕНИЯ ОСНОВНОЙ ЧАСТОТЫ НА СПЕКТРАЛЬНО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ *

Представлены результаты исследования возможности сокращения длительности импульса излучения второй гармоники (ВГ) из стартового комплекса лазерной системы THL-100 за счет преобразования слабочирпированного импульса излучения основной частоты. Чирпирование основной гармоники с центральной длиной волны 945 нм и спектрально-ограниченной длительностью импульса 70 фс задавалось выходным компрессором комплекса. Показано, что обеспечение небольшой избыточной дисперсии групповых скоростей ($\pm 3200\text{--}4000$ фс²) для излучения основной частоты увеличивает ширину спектра ВГ в 1.5–2 раза. Компенсация избыточной дисперсии излучения с уширенным спектром позволяет сократить длительность импульса ВГ примерно пропорционально величине уширения спектра и получить минимальную длительность 35 фс.

Ключевые слова: вторая гармоника, чирпированный импульс, компрессор, дисперсия групповых скоростей, спектр, длительность импульса.

Введение

В настоящее время все сверхмощные лазерные системы с фемтосекундной длительностью импульса работают на кристаллах Ti:Sa (прямое усиление – СРА) или (Д)КДП (параметрическое преобразование – ОРСРА). Длина волны излучения таких лазеров находится в ИК-области спектра (0.8–1 мкм). Однако для многих приложений требуются мощные лазерные пучки в видимой или УФ-области спектра, которые позволяют существенно повысить эффективность взаимодействия лазерного излучения с веществом и обеспечить получение совершенно новых физических явлений [1, 2]. Основным методом получения лазерного излучения с более короткой длиной волны заключается в генерации второй гармоники (ГВГ) в нелинейных кристаллах, который, в принципе, позволяет в сверхмощных лазерных системах получать на длине волны 400 нм десятки тераватт и более [3, 4]. Однако данный метод имеет существенный недостаток – преобразованное излучение имеет очень низкое качество излучения из-за фазовой самомодуляции, кроссмодуляции, керровской самофокусировки и глубокой модуляции спектра второй гармоники в нелинейном кристалле [5–7]. Поэтому на выходе из кристалла импульс излучения ВГ не является спектрально-ограниченным по длительности и имеет невысокую пространственную когерентность. Все это снижает эффективность использования таких пучков для достижения предельной интенсивности излучения на мишени.

Существует другой метод получения лазерного излучения с более короткой длиной волны, который не требует преобразования спектра излучения при высокой мощности излучения. В этом методе ГВГ осуществляется при низкой энергетике основной частоты, а наращивание энергии происходит в мощном выходном усилителе. Данный метод был предложен в работе [8] и реализован в гибридной лазерной системе THL-100, состоящей из Ti:Sa-фемтосекундного комплекса и газового усилителя на молекулах XeF(C-A) [9–12]. К настоящему времени на этой системе получена мощность 14 ТВт ($\lambda = 475$ нм, длительность импульса 50 фс) и существует перспектива ее повышения вплоть до 100 ТВт.

Один из путей повышения мощности лазерной системы THL-100 заключается в сокращении длительности выходного импульса излучения газового усилителя на молекулах XeF(C-A) при сохранении его энергии. Для этого требуется увеличить спектральную ширину импульса излучения ВГ, а активная среда на молекулах XeF(C-A) имеет широкий контур усиления и теоретически позволяет усиливать импульс излучения с длительностью до 10 фс [13].

Известен метод уширения спектра фс-импульса излучения за счет фазовой самомодуляции в оптических материалах с кубической нелинейностью [10, 14–16]. Однако при этом требуется допол-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект № 18-19-00009).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>