

УДК 535.231.15

DOI: 10.17223/00213411/62/5/169

А.Г. ЯСТРЕМСКИЙ, Н.Г. ИВАНОВ, В.Ф. ЛОСЕВ**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ СУБНАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ ИЗЛУЧЕНИЯ В ГАЗОВОМ УСИЛИТЕЛЕ ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ THL-100\***

Методами численного моделирования исследуются возможные методы увеличения энергетических характеристик гибридной лазерной системы THL-100. Исследовано влияние энергии входного лазерного излучения и системы зеркал на энергию и максимальную интенсивность лазерного излучения в усилителе. Рассмотрены системы зеркал усилителя, в которых число проходов активной среды изменялось от  $N_m = 27$  до 39. Показано, что при  $N_m = 27$  увеличение энергии ВУФ-излучения накачки усилителя с 270 до 400 Дж позволяет увеличить энергию выходного излучения в 2.6 раза (до 8.34 Дж) при максимальной интенсивности излучения в усилителе не более  $7 \text{ ГВт}\cdot\text{см}^{-2}$ . Компрессия такого пучка до исходной длительности 50 фс позволит увеличить среднюю мощность выходного излучения на установке THL-100 до 160 ТВт.

**Ключевые слова:** численное моделирование, усиление субнаносекундных импульсов, лазерная система THL-100.

**Введение**

Лазерные пучки тераваттной и петаваттной мощности играют важную роль в исследовании таких областей современной физики, как ускорение электронных и ионных пучков с большой плотностью тока, генерация атосекундных импульсов рентгеновского диапазона длин волн, а также инициация ядерных реакций и т.д. Как правило, такие системы основаны на Ti: сапфировых лазерах, работающих в инфракрасном диапазоне длин волн. [1, 2]. Однако во многих случаях требуется излучение более коротких длин волн.

В 1979 г. в работах Л.Д. Михеева была предложена гибридная схема лазерных систем видимого диапазона длин волн тераваттной мощности. Лазерная система THL-100, основанная на этой схеме, построена в Институте сильноточной электроники СО РАН совместно с Физическим институтом РАН им. Лебедева. Система включает Ti:сапфировый фемтосекундный стартовый комплекс и фотодиссоционный XeF(C-A) газовый усилитель. Система зеркал усилителя обеспечивает 33 прохода активной среды усиливаемым пучком. В 2013 г. на этой установке при энергии накачки усилителя 260 Дж получено излучение мощностью 14 ТВт [3] ( $\lambda = 475 \text{ нм}$ ) длительностью 50 фс с энергией 0.7 Дж. В 2017 г. энергия накачки газового усилителя была увеличена до 270 Дж, что позволило увеличить выходную энергию лазерного излучения до 3.2 Дж [4]. Было показано, что усилитель работает в режиме насыщения. Увеличение энергии выходного излучения возможно только при увеличении энергии накачки и оптимизации числа проходов лазерного излучения в усилителе. Дальнейшие исследования направлены на поиск возможных механизмов увеличения выходной энергии при минимальной интенсивности лазерного излучения.

В работе [5] исследовалось усиление лазерных пучков длительностью 50 пс и показано, что при энергии входного излучения 2 мДж увеличение энергии накачки газового усилителя до 400 Дж дает возможность увеличить энергию выходного излучения до 7 Дж при максимальной интенсивности не более  $14.8 \text{ ГВт}\cdot\text{см}^{-2}$ . Дальнейшее увеличение энергии входного излучения приводит к резкому росту интенсивности усиливаемого излучения без заметного роста выходной энергии. Экспериментальная реализация таких режимов маловероятна. По предварительным оценкам, увеличение энергии выходного излучения без существенного увеличения его интенсивности возможно при уменьшении числа проходов усилителя, увеличении длительности и угла расходимости входного излучения. В этом случае увеличивается площадь поперечного сечения выходного излучения и уменьшается его интенсивность.

Целью данной работы является исследование возможности дальнейшего увеличения энергии выходного излучения гибридной лазерной системы THL-100 при изменении системы зеркал газового усилителя и энергии входного излучения при увеличении длительности входного излучения до 250 пс.

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 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>