

СУБНАНОСЕКУНДНЫЙ ИСТОЧНИК КОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В ОБЛАСТИ ВАКУУМНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТА

В. И. Берзов, В. В. Коробкин, Ю. В. Коробкин,
А. С. Маркин, А. В. Прохиндеев, В. Б. Студенов

УДК 621.373.826

Приведено описание импульсного источника когерентного излучения с длиной волны 118 нм. Для получения когерентного излучения использовалось каскадное преобразование усиленного излучения неодимового лазера.

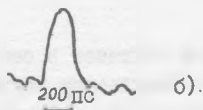
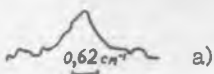
Проблема лазерного термоядерного синтеза включает в себя диагностику плотной и сверхплотной плазмы в импульсном режиме. Подобную диагностику можно проводить, используя как собственное излучение плазмы, так и внешние источники с длинами волн в области вакуумного ультрафиолета (ВУФ) и короче. Особенно перспективными при этом оказываются когерентные источники, поскольку использование их позволяет применять голографические методы диагностики /1/.

В настоящей работе описывается импульсный источник когерентного излучения с длиной волны 118 нм и пиковой мощностью $\sim 10^6$ Вт. Для получения когерентного излучения с такой длиной волны использовалось каскадное преобразование усиленного излучения неодимового лазера ($\lambda_{10} = 1060$ нм), работающего в режиме самосинхронизации мод, во вторую ($\lambda_{20} = 530$ нм), третью ($\lambda_{30} = 353$ нм) и, наконец, в девятую ($\lambda_{90} = 118$ нм) гармоники в нелинейных средах с квадратичной и кубичной нелинейностью.

В задающем генераторе применялся кольцевой трехпризмный резонатор /2/, работающий в режиме моды TEM_{00} . Для получения однонаправленной генерации использовался импульсный фарадеевский вентиль /3/. Для сужения спектра генерации в резонатор вводились две плоскопараллельные стеклянные пластины толщиной 2 мм, разде-

ленные промежутком 10 мм. Введение селектора позволило довести воспроизводимость режима полной синхронизации практически до 100%. Усиление выделенного одиночного лазерного импульса осуществлялось двумя многопроходными каскадами усилителей на основе лазерных головок типа ГОС-301.

На выходе последнего каскада усиления наблюдался одиночный импульс с энергией $(0,4 \pm 0,5)$ Дж и длительностью (100 - 150) нс. Апертура выходного пучка составляла около 10 мм по уровню 0,8 от максимума, причем флуктуации интенсивности по апертуре не превышали 10%. На рис. 1 приведены микроденситограммы спектра импульса и его временной развертки на ФЭР-4. Сравнение полуширины

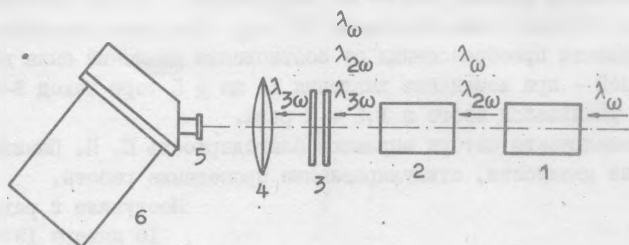


Р и с. 1. Микроденситограммы спектра а) и временной развертки б) излучения с длиной волны $\lambda_{\omega} = 1060$ нм

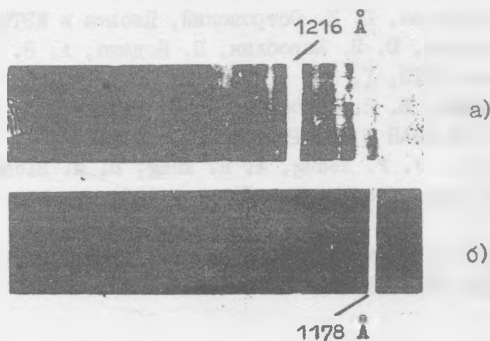
полученных спектрального ($\sim 0,2$ см⁻¹) и временного распределений позволяет сделать вывод о практически полной синхронизации мод спектра излучения.

Схема преобразования дана на рис. 2. Преобразование излучения основной частоты ($\lambda_{\omega} = 1060$ нм) в третью гармонику ($\lambda_{3\omega} = 353$ нм) осуществлялось каскадным преобразователем из двух кристаллов КДР (1) и (2) с размерами 20x20x40 мм³, причем для получения второй гармоники $\lambda_{2\omega}$ использовался синхронизм $oe \rightarrow e$, а для третьей $eo \rightarrow e$. Для предотвращения температурного ухода направления синхронизма кристаллы КДР термостатировались с температурным дрейфом не более $\pm 0,05$ °С. Выделение гармоники $\lambda_{3\omega}$ производилось фильтром (3) типа УФС-2. Для преобразования $\lambda_{3\omega}$ в девятую гармонику $\lambda_{9\omega}$ использовался трехфотонный переход в Хе /4/, причем для выполнения условий синхронизма Хе смешивался с буферным газом Аг. Излучение третьей гармоники $\lambda_{3\omega}$ с помощью кварцевой линзы (4) с фокусным расстоянием 75 мм фокусировалось в объем киветы (5), заполненной смесью Хе и Аг и расположенной на входной щели вакуумного спектрографа ДФС-6. Кивета имела входное ок-

но из кварца, а выходное - из LiF. Использовались спектрально чистые Xe и Ar. Узлы системы смещения газов и накопители были смонтированы таким образом, чтобы спонтанное натекание в системе не превышало по давлению долей торра за длительный срок. Регистрация излучения девятой гармоники $\lambda_{9\omega}$ проводилась на фотопленку УФ-4.



Р и с. 2. Схема преобразования излучения с длиной волны $\lambda_{\omega} = 1060$ нм в излучение с длиной волны $\lambda_{9\omega} = 118$ нм



Р и с. 3. Спектры водородной лампы а) и девятой гармоники неодимового лазера б)

Энергетические коэффициенты преобразования основной частоты во вторую и третью гармоники составили (50 - 60)% и ~15% соответственно. Спектр 9-й гармоники вместе с эталонным спектром водородной лампы представлен на рис. 3. Значение максимального коэффициента преобразования из третьей в девятую гармонику, ко-

торое можно оценить по плотности почернения пленки УФ-4 и геометрии спектрографа было не хуже 0,1%, что находится в соответствии с результатами работ /4,5/. Необходимо отметить, что при данных условиях фокусировки излучения третьей гармоники, соотношение парциальных давлений Хе и Аг, при котором наблюдался максимальный выход девятой гармоники, составляло 1 : 10. Оптимальное давление Хе при этом составляло 10 торр. При этом зависимость коэффициента преобразования от соотношения давлений была довольно слабой - при изменении давления Хе на ± 5 торр выход 9-й гармоники уменьшался всего в 1,5 + 2 раза.

В заключение авторы выражают благодарность П. П. Пашину за полезные дискуссии, стимулировавшие проведение работы.

Поступила в редакцию
16 января 1979 г.

Л и т е р а т у р а

1. Г. В. Островская, Ю. И. Островский, Письма в ЖЭТФ, 4, 121 (1966).
2. В. В. Коробкин, Ю. В. Коробкин, П. Нодено, А. В. Прохиндеев, М. Я. Шелев, ПТЭ, 1, 254 (1975).
3. Н. Н. Ильичев, Ю. В. Коробкин, П. П. Пашинин, А. В. Прохиндеев, Препринт ФИАН № 51, 1976 г.
4. S. E. Harris, J. F. Young, A. H. Kung, D. M. Bloom, G. C. Bjorklund, preprint, M. L. Report N 2216, Vail Colorado (1973).
5. A. H. Kung, J. F. Young, S. E. Harris, Phys. Lett., 28, 239 (1976); 28, 294 (1976).