

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

13-88-733

Ю.И.Бабилов, Ким Сын Ир, В.Е.Миронов

ДВУХВОЛНОВЫЙ ГЕНЕРАТОР
СУБНАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ ИЗЛУЧЕНИЯ
НА ИТТРИЙ-АЛЮМИНИЕВОМ ГРАНАТЕ

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

1988

В последнее время большое внимание уделяется схеме ускорителя электронов на плазменной волне, возбуждаемой биениями двухволнового лазерного излучения^{/1/}. В экспериментах используются субнаносекундные CO₂-лазеры, генерирующие линии с $\lambda_1 = 9,6$ мкм и $\lambda_2 = 10,6$ мкм^{/2/}, или комбинированные установки на силикатных и фосфатных неодимовых стеклах $\lambda_1 = 1,053$ мкм и $\lambda_2 = 1,064$ мкм^{/3/}. В данной работе описывается субнаносекундный задающий генератор лазерной системы, предназначенной для исследований процессов возбуждения плазменных волн излучением с $\lambda_1 = 1,0615$ мкм и $\lambda_2 = 1,0641$ мкм.

Генератор создан на основе серийно выпускаемого лазера ЛТИПЧ-8 /рис. 1/. Резонатор образован плоскими зеркалами 1 и 2 с коэффициентами отражения соответственно 100% и 30%. Модуляция добротности осуществлялась электрооптическим затвором 3 типа ЛЭЗ-1. Накачка активного элемента 4 /YAG:Nd³⁺, ϕ 5x x65 мм/ производилась лампой ИФП-800, энергия накачки достигала 200 Дж. Для выделения основной поперечной моды использовалась диафрагма 5 диаметром 2 мм. В резонатор помещался интерферометр Фабри-Перо с воздушным промежутком 6, коэффициент отражения зеркал интерферометра составлял 50%. Угол наклона интерферометра к оптической оси резонатора мог меняться в пределах $\pm 30^\circ$. Генератор может работать как в режиме модуляции добротности /при этом для открытия электрооптического затвора используется серийно выпускаемый генератор импульсного напряжения МГИН-5/, так и в режиме активной синхронизации мод. Для периодической модуляции добротности резонатора использовался способ, предложенный в работе^{/4/}. Отрезок коаксиального кабеля /РК 50-11-11/, соединяющий затвор 3 и разрядник 7, заряжа-

ется источником высокого напряжения 8 до 3,6 кВ, что соответствует четвертьволновому напряжению $U_{\lambda/4}$ электрооптического затвора. Резонатор при этом закрыт. В момент достижения максимума инверсии срабатывает разрядник 7 и закорачивает отрезок кабеля на землю. За счет отражений на концах кабеля на

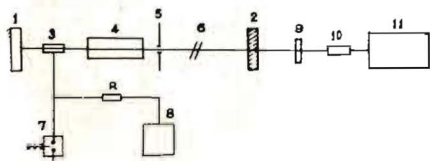


Рис. 1. Оптическая схема генератора /пояснения в тексте/.

затворе формируется периодическое напряжение с амплитудой $U_{\lambda/4}$ и периодом, равным времени прохода волны туда и обратно по кабелю. Под действием этого напряжения затвор открывается на короткое ~ 1 нс/ время, при этом, если время обхода резонатора и период колебаний достаточно близки, развивается цуг из 3-4 импульсов излучения с длительностью отдельного пика ≤ 1 нс. Длина отрезка кабеля составляла 50 см, длина резонатора - 90 см. При рассогласовании больше ± 3 см происходило заметное ухудшение формы импульсов и уменьшение пиковой интенсивности излучения. Форма импульсов регистрировалась фотозэлементом 10 /ФК-26/ и скоростным осциллографом 11 /С7-10А/. Излучение ослаблялось светофильтрами 9. Временное разрешение регистрирующей системы составило 0,5 нс. Характерная форма цуга импульсов излучения приведена на рис. 2. На рис. 3 показана конструкция разрядника, разработанного для использования в установке. Разрядник работает по 3-электродной схеме: электрод 1 используется для поджига, электрод 2 заземлен,

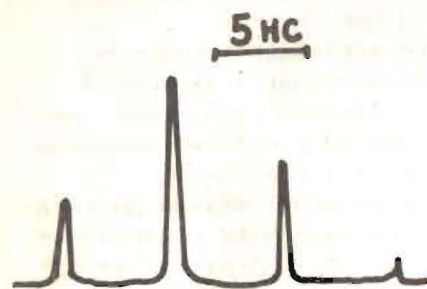


Рис. 2. Характерная форма цуга импульсов излучения генератора.

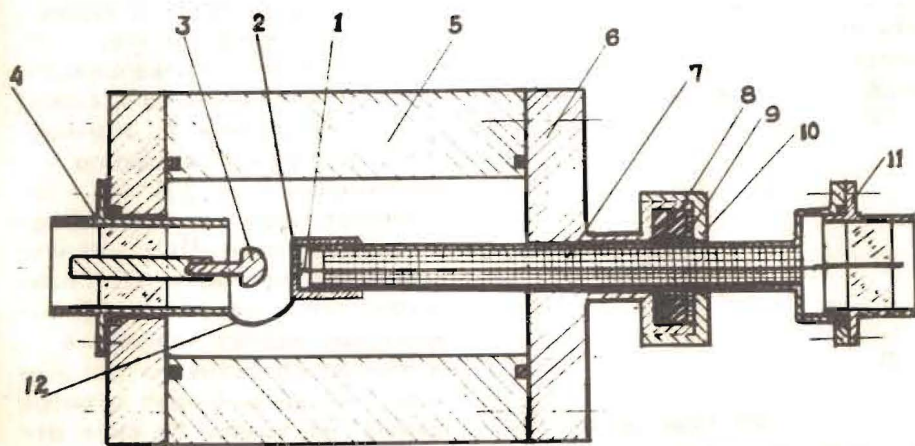


Рис. 3. Общий вид разрядника /пояснения в тексте/.

электрод 3 через коаксиальный герметичный ввод 4 подсоединяется к отрезку коаксиального кабеля. Электроды размещаются в камере высокого давления 5, которая заполняется воздухом до давления 5-6 атм. Предусмотрена возможность регулировки разрядного промежутка между электродами 3 и 2. Для этого электроды 2 и 1 размещены на перемещающемся герметичном вводе 7, который крепится на фланце 6 и герметизируется резиновой прокладкой 8 через тefлоновый чулок 9 при помощи накидной гайки 10. Электрод поджига 1 подсоединен к герметичному высоковольтному вводу 11, электрод 2 заземляется гибким проводом 12. Такая достаточно простая конструкция позволила получить на электрооптическом затворе трапециевидальное периодическое напряжение с длительностью фронтов 0,5 нс.

Известно, что при помещении в резонатор интерферометра Фабри-Перо можно осуществить генерацию на "слабых" линиях иттрий-алюминиевого граната $YAG:Nd^{3+}$. В частности, в работе¹⁶ осуществлена генерация на линиях 1,0615 и 1,074 мкм в режиме самосинхронизации мод. Нашей целью было осуществление одновременной генерации на линиях 1,0615 и 1,0641 мкм в режиме активной синхронизации мод. Спектральный состав излучения определялся при помощи монохроматора МДР-2, а также интерферометра ИТ-28-3 после преобразования излучения во 2-ю гармонику в кристалле $LiNbO_3$.

Одновременность генерации на двух линиях контролировалась по осциллограммам и по появлению компоненты $\omega_1 + \omega_2$ после преобразования в $LiNbO_3$.

Использовались интерферометры Фабри-Перо с расстоянием между зеркалами 300 и 600 мкм, составленные из полупрозрачных зеркал с коэффициентом отражения 50%. При базе интерферометра 600 мкм одновременная генерация осуществлялась в узком интервале углов наклона интерферометра к оптической оси резонатора вблизи первого максимума пропускания на длине волны 1,0615 мкм. Энергия в цуге импульсов достигала 15 мДж, отношение интенсивности излучения с $\lambda_2 = 1,0641$ мкм к интенсивности на $\lambda_1 = 1,0615$ мкм регулировалось в пределах $1 \div 5$. При базе интерферометра 300 мкм можно было полностью подавить генерацию линии 1,0641 мкм, при этом порог генерации линии 1,0615 мкм составлял ≈ 75 Дж, энергия в цуге импульсов достигала 10 мДж. Расходимость излучения составляла $2\theta = 5 \cdot 10^{-4}$ рад, частота срабатывания лазера - до 1 Гц.

Вывод: На основе серийно выпускаемого лазера ЛТИПЧ-8 создан задающий генератор лазерной системы, предназначенной для исследований процессов возбуждения плазменных волн биениями двухчастотного излучения. Длительность импульса излучения при активной синхронизации мод - ≤ 1 нс в цуге из 3-4 импульсов. Генерация осуществлялась на длинах волн 1,0615 и 1,0641 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE Transactions on Plasma Science, vol.PS-15, No.2, April 1987.
2. Clayton C. et al. - Phys.Rev.Lett., 1985, 54, 2343.
3. Dangor A. et al. RAL Annual Report RAL-86-046, A1.1, 1986.
4. Хаутмен Х. и др. Приборы для научных исследований, 1982, 9, с.60.
5. Саркисян Д.Г., Сапонджан С.О. Квантовая электроника, 1984, 11, №12, с.2502.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 октября 1988 года.

Бабилов Ю.И., Ким Сын Ир, Миронов В.Е. 13-88-733
Двухволновый генератор субнаносекундных
импульсов излучения на иттрий-алюминиевом гранате

Описан созданный на основе серийно выпускаемого лазера ЛТИПЧ-8 задающий генератор лазерной системы, предназначенной для исследований процессов возбуждения плазменных волн биениями двухчастотного лазерного излучения. Длительность импульса излучения $\lesssim 1$ нс в пучке из 3-4 импульсов. Генерация осуществляется на длинах волн 1,0615 и 1,0641 мкм.

Работа выполнена в Общественном научно-методическом отделении ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Babikov Yu.I., Kim Syn Ir, Mironov V.E. 13-88-733
Two-Wave Generator of Subnanosecond Radiation
Pulses on a Yttrium-Aluminium Garnet.

The laser system master generator based on serial LTIPC-8 laser is described. The system is intended for investigating the plasma excitation processes initiated by two-frequency laser radiation beats. Pulse duration is ≤ 1 ns at 3-4 pulse train. Radiation on 1.0615 and 1.0641 μm wave length is generated.

The investigation has been performed at the Scientific-Methodical Division, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988