

- [4] Л е б о И.Г. Спонтанные магнитные поля в сферических лазерных мишенях. - Препринт ФИАН, № 64, 1982.
- [5] Б л а ж е н к о в В.В., К и р к и н А.Н., К о н о н о в А.В. и др. - ЖЭТФ, 1981, т. 80, № 1, с. 144-161.
- [6] З ы с и н Ю.А., А б р а м о в И.А., В о л е н к о В.В. и др. - ЖЭТФ, 1982, т. 83, № 4(10), с. 1346-1358.
- [7] Ш е р о з и я Г.А. - Письма в ЖЭТФ, 1981, т. 34, № 11, с. 564-567.
- [8] А р ц и м о в и ч В.Л., Г о р б у н о в Л.М., К а с ь я н о в Ю.С. - ЖЭТФ, 1985, т. 89, № 6, с. 2026-2032.
- [9] А л е к с а н д р о в В.В., Б р е н н е р М.В., К о в а л ь с к и й Н.Г., Л о б у р е в С.В., Р у б е н ч и к А.М. - ЖЭТФ, 1985, т. 88, № 3, с. 781-789.
- [10] А к и м о в А.Е., Б а р а н о в В.Ю., К о з о ч к и н С.М. и др. - Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 45, № 8, с. 381-383.

Поступило в Редакцию  
23 ноября 1987 г.  
В окончательной редакции  
14 апреля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 13 12 июля 1988 г.

### РУБИНОВЫЙ ЛАЗЕР С ВРМБ-ОВФ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

А.А. К о в а л е в, Л.В. Л е в а ш к е в и ч,  
В.Г. И г н а т ь е в

Несмотря на значительное число работ, посвященных исследованию временных и пространственных характеристик излучения, проблема получения мощных наносекундных импульсов с предельно узкой диаграммой направленности излучения все еще актуальна.

Хорошо известно, что традиционно используемые на практике методы внутрирезонаторного сужения диаграммы направленности излучения, основанные на выделении одного поперечного типа колебаний, не обеспечивают высоких энергетических характеристик и, как правило, ведут к существенному снижению КПД лазерных устройств [1]. В последнее время для получения мощного высоконаправленного излучения широкое распространение получили лазерные системы, построенные по схеме генератор-усилитель и использующие явление вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ) с обращением волнового фронта (ОВФ), обеспечивающего коррекцию волновых и пространственных характеристик излучения на стадии усиления [2].

В настоящей работе предлагается сравнительно простой метод получения последовательности мощных наносекундных импульсов с дифракционной расходимостью в лазерах с пассивными модуляторами

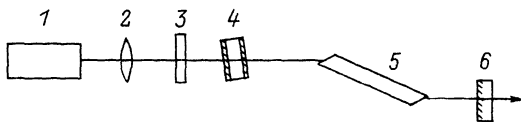


Рис. 1. Оптическая схема лазера.

потерь, в основу которого положена идея использования на ранних стадиях развития генерации внутрирезонаторного ОВФ при ВРМБ.

Оптическая схема лазера приведена на рис. 1.

На первом этапе генерация развивается в резонаторе, образованном стеклянной подложкой (3) с  $R_1 = 8\%$  и плоским зеркалом (6) с  $R_2 = 50\%$ . В качестве модулятора добротности использовался раствор органического красителя № 1044 в этаноле. Начальное пропускание просветляющегося фильтра составляло 60%. Активным элементом (5) служил кристалл рубина с торцами, скошенными под углом Брюстера.

Выбор оптической схемы резонатора и условия эксперимента ( $\frac{K_{ус}}{K_{пот}} \approx 1.05$ ) были предназначены обеспечить формирование глубоко модулированного излучения, преимущественно выходящего из резонатора по направлению к кювете (1) с оптически активным веществом, в качестве которого использовался ацетон, и, тем самым, достичь „включения“ ВРМБ-ОВФ обратной связи на ранних стадиях развития генерации.

При достижении коэффициентом усиления активного элемента уровня потерь резонатора в нем формируется излучение, практически представляющее собой цуг наносекундных импульсов, которое с помощью линзы (2) фокусируется в кювету (1). При достижении пороговой интенсивности в нелинейной среде, помещенной в кювету, образуется ВРМБ-зеркало, которое совместно с зеркалом 6 образуют „новую ветвь“ резонатора. Быстрое „переключение“ резонаторов, вследствие „захвата“ временной и пространственной структуры начального поля излучения, приводило к генерации мощных наносекундных импульсов с предельно узкой диаграммой направленности.

Временные, пространственные и энергетические характеристики генерации регистрировались одновременно и осуществлялись в канале излучения, выходящего из резонатора через зеркало 6.

На рис. 2, в приведена осциллограмма излучения лазера при „выключенном“ („закрытом“) ВРМБ-зеркале. Из приведенного рисунка видно, что излучение представляет собой цуг импульсов длительностью 4–5 нс с периодом (9 нс), определяемым базой резонатора (137 см). При этом общая энергия излучения равна 0.02–0.03 Дж, а расходимость  $\approx 1.5 \cdot 10^{-2}$  рад (рис. 2,а).

Картина резко изменяется в результате „включения“ ВРМБ-зеркала. Этот момент зарегистрирован на осциллограмме, представ-

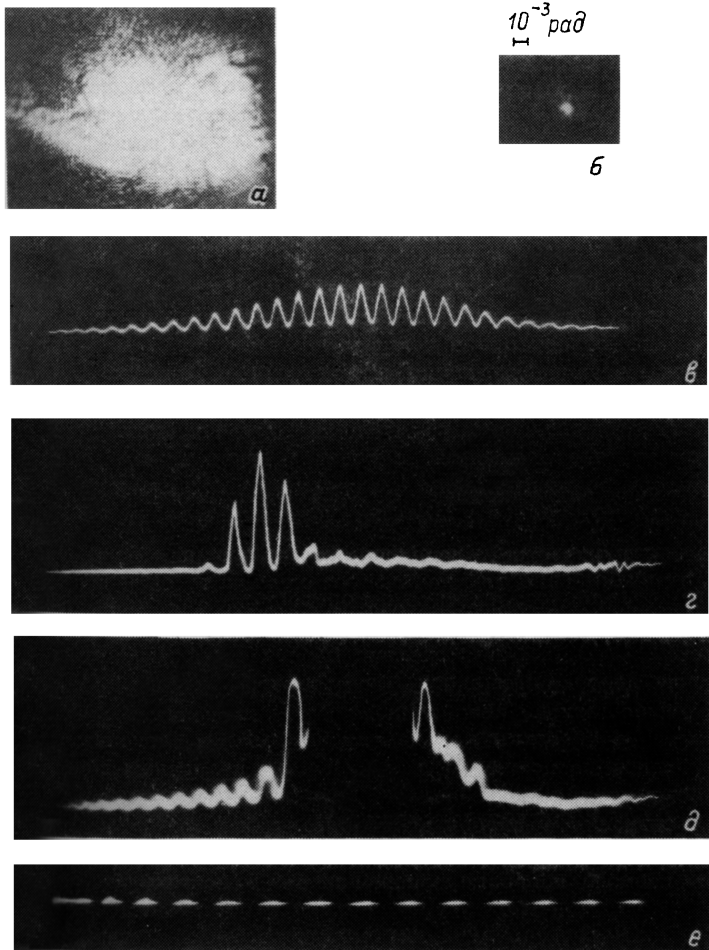


Рис. 2. Распределение поля генерации в дальней зоне (а, б) и осциллограммы импульсов излучения исследуемого лазера (в-д). Метки 20 нс (е).

ленной на рис. 2,д. В этом случае наблюдается резкое увеличение энергии генерации (до 0.6–0.7 Дж) при одновременном уменьшении общей длительности (примерно в 5 раз, рис. 2,г) и расходимости излучения (до  $\sim 0.5 \cdot 10^{-3}$  рад, рис. 2,б). Вместе с тем, длительность отдельного импульса в цуге остается прежней, а период их следования возрастает до 10 нс, что соответствует времени двойного прохода излучением расстояния между ВРМБ-зеркалом и зеркалом 6 (152 см).

Чрезвычайно важно, что в описываемом лазере с ВРМБ-ОВФ элементами связи одновременно реализуются высокие энергетические

и пространственные характеристики излучения при воспроизводимости 90–95%. Это обусловлено тем обстоятельством, что на ранних стадиях развития генерации при сравнительно низком уровне мощности излучения ( $\sim 10^4$  Вт/см<sup>2</sup>) в резонаторе происходит „включение“ ВРМБ-зеркала. При этом в момент „переключения“ добротности резонаторов расходимость излучения еще близка к дифракционной. Начиная с этого момента отраженная от ВРМБ-зеркала обращенная волна создает преимущественные условия для формирования излучения с улучшенной диаграммой направленности. Вследствие того, что процесс восстановления волнового фронта обращенной компоненты излучения происходит на каждом проходе излучения по резонатору, в процессе развития генерации компенсируются статические неоднородности, возникающие внутри резонатора из-за несовершенства оптических элементов, и динамические возмущения, обусловленные тепловыми или механическими нагрузками. Последнее обстоятельство способствует более полному и эффективному съему энергии с активного элемента и, как результат, формированию мощного наносекундного излучения с предельно узкой диаграммой направленности.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] Белостоцкий Б.Р., Любавский Ю.В., Орчинников В.М. Основы лазерной техники. М.: Сов. радио, 1972. 407 с.
- [2] Зельдович Б.Я., Пилипецкий Н.Ф., Шкунов В.В. – УФН, 1982, т. 138, в. 5, с. 249–288.

Институт электроники  
АН БССР, Минск

Поступило в Редакцию  
28 февраля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 13

12 июля 1988 г.

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОДНОЙ СТРУКТУРЫ ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

Е.М. Золотов, В.М. Пелехатый,  
Р.Ф. Тавлыкаев

В работе [1] был предложен метод расширения частотной полосы интегрально-оптических модуляторов бегущей волны, обеспечивающий равномерную частотную характеристику без ограничения на снижение удельной мощности  $\frac{P}{\Delta f}$ . Метод основывался на нахождении оптимальной зависимости перекрытия оптического и электрического по-