

07

© 1991

ПРЯМОЛИНЕЙНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ
УСИЛИТЕЛЬ С НЕЛИНЕЙНЫМ ЗЕРКАЛОМ -
ДИНАМИЧЕСКОЙ ГОЛОГРАММОЙ

Э.М. М х и т а р я н

Регенеративные оптические квантовые усилители (РОКУ) давно привлекают к себе внимание исследователей как системы для максимального использования запасенной в ее активной среде энергии при усилении внешних оптических сигналов. Но когда делаются попытки создать подобный усилитель с резонатором, основной трудностью является обеспечение совпадения собственной резонансной частоты с частотой усиливаемого излучения.

Для преодоления этих трудностей ранее нами был предложен импульсный кольцевой РОКУ, в котором в качестве входного-выходного зеркала служила нелинейная среда, и в ней само усиливаемое излучение, записывая динамическую голограмму (ДГ), создавало резонатор, собственная частота которой автоматически совпадала с частотой усиливаемого излучения [1].

В настоящем сообщении представлены результаты экспериментальных исследований по регенеративному усилению линейно-поляризованного излучения лазерных импульсов в РОКУ с резонатором типа Фабри-Перо (рис. 1), в котором ввод и вывод усиливаемого излучения осуществляется через динамическую голограмму.

Принцип действия такого усилителя состоит в следующем. Излучение задающего генератора ($E_{вх}$) с вертикальной поляризацией, проходя через нелинейную среду (НС), двухпроходно усиливается в активной среде (АС). Усиленный пучок ($E_{ус}$), отражаясь от вогнутого глухого зеркала (ГЗ), проходя в обратном направлении в НС, интерферирует со своим продолжением $E_{вх}$, в результате чего в НС с тепловым механизмом нелинейности записывается отражательная ДГ, которая осуществляет перекачку части энергии сильного пучка $E_{ус}$ в слабый пучок $E_{вх}$ [2, 3]. Прошедшая через ДГ часть $E_{ус}$ представляет собой выходное излучение РОКУ ($E_{вых}$). В данном случае ДГ представляет собой нелинейное полупрозрачное зеркало, обеспечивающее положительную обратную связь и регенеративное усиление. Особенности работы такого прямолинейного РОКУ состоит в следующем. 1) Усиливаемая волна, записав в нелинейной среде динамическую голограмму, образует резонатор, который оказывается автоматически настроенным на частоту входного сигнала. 2) В отличие от обычного полупрозрачного зеркала, динамическая голограмма возникает только тогда, когда

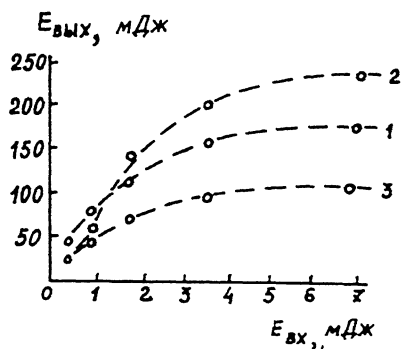
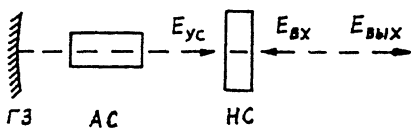


Рис. 1. Схема регенеративного усилителя.

Рис. 2. Зависимость выходной энергии усилителя от энергии входного сигнала.

на нее падает излучение задающего генератора, т.е. само усиливаемое излучение модулирует добротность РОКУ. В результате, в рассматриваемом случае, РОКУ работает в ждущем режиме и, следовательно, на ее активный элемент можно дать большие оптические накачки, не опасаясь, что в РОКУ возникнет собственная генерация. 3) Поскольку при полном обходе резонатора внешний сигнал двухпроходно усиливается в активной среде, то даже при малой дифракционной эффективности ДГ добротность резонатора усилителя бывает достаточно высокой, что обеспечивает эффективное регенеративное усиление.

В данном эксперименте в качестве задающего генератора использовался импульсный лазер на АИГ: Nd^{3+} с модуляцией добротности ($\lambda = 1.06$ мкм, $\tau_{имп} = 20$ нс). Диаметры слабого и сильного пучков на входе в нелинейную среду составляли 0.2 и 0.3 см соответственно. В качестве нелинейной среды использовался чистый этиловый спирт в кювете длиной 2 см с просветленными окнами. Прозрачность этилового спирта на $\lambda = 1.06$ мкм было $T=0.75$. Глухое зеркало ГЗ в РОКУ имело радиус кривизны +1.5 м. Расстояние между ГЗ и НС составляло примерно 55 см. Длина когерентности излучения задающего генератора была больше двойной длины резонатора РОКУ.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 2. В эксперименте одновременно измерялась энергия импульса излучения на входе и на выходе РОКУ: 1) в режиме двухпроходного усиления бегущей волны (в отсутствие НС), кривая 1; 2) в режиме регенеративного усиления (в присутствии НС в режиме записи ДГ), кривая 2; 3) в режиме двухпроходного усиления бегущей волны в присутствии НС, когда слабая и сильная волны в нелинейной среде не записывают ДГ. Этот режим усиления обеспечивался уменьшением длины когерентности усиливаемого излучения путем изъятия двух из трех стеклянных пластин резонансного отражателя задающего генератора.

Как видно из рис. 2, значения выходной энергии РОКУ (кривая 2) для не очень слабых входных сигналов, больше выходной энергии двухпроходного усилителя (кривая 1), и при определенных значениях входного сигнала это превышение составляет примерно 1.4 раза. Этот результат показывает, что прямолинейный РОКУ с нелинейным зеркалом – динамической голограммой, энергетически предпочтительнее обычного двухпроходного усилителя.

Основным недостатком РОКУ с голографическим зеркалом в настоящее время является потеря энергии волн в нелинейной среде для образования ДГ. Однако этот недостаток может быть устранен при подборе или разработке более чувствительных нелинейных сред, что позволит еще больше повысить КПД РОКУ по отношению с двухпроходным усилителем.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Денисюк Ю.Н., Мхитарян Э.М. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 13. С. 820-824.
- [2] Грозный А.В., Духовный А.М., Лещев А.А., Сидорович В.Г., Стаселько Д.И. В сб.: Оптическая голография. Л.: Наука, 1979. С. 92-122.
- [3] Духовный А.М., Стаселько Д.И. // Письма в ЖТФ. 1982. Т. 8. В. 16. С. 1009-1014.

Поступило в Редакцию
26 марта 1991 г.