

УСИЛЕНИЕ УЛЬТРАКОРОТКОГО ИМПУЛЬСА В ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СРЕДЕ

*Н.Г.Басов, П.Г.Крюков, В.С.Летохов, Ю.А.Матвеев,
С.В.Чекалин.*

Генератор ультракоротких импульсов (УКИ) света с насыщающимся поглотителем излучает обычно пуг импульсов с энергией не выше 10^{-2} дж в одном импульсе [1]. При попытке увеличения энергии УКИ путем исследования более плотного поглотителя или увеличения превышения накачки над порогом возникают значительные экспериментальные трудности. Поэтому практически генератор УКИ работает с малым начальным поглощением в поглотителе и при малом превышении накачки над порогом. Для получения УКИ с энергией порядка $10 \div 20$ дж и мощностью 10^{12} вт приходится применять многокаскадную усилительную установку с усилением выше 10^3 [2]. Такая установка достаточно сложна из-за опасности самовозбуждения, накопления дисторсии в усиливающих стержнях, трудности

получения однородного распределения усиления и т. д. К этому следует добавить, что из-за малой энергии входного импульса режим усиления является линейным и поэтому импульс высвечивает лишь незначительную часть запасенной энергии. Все эти трудности усугубляются нестабильной работой задающего генератора УКИ, заключающейся в плохой воспроизводимости временной картины излучения [3]. Поэтому получение УКИ с большой энергией до настоящего времени остается сложной проблемой.

С целью увеличения энергии УКИ, улучшения стабильности работы и более эффективного использования запасенной в усилителе энергии осуществлена схема усиления УКИ в устойчивой двухкомпонентной среде (усиливающая среда и нелинейный поглотитель с быстрой релаксацией просветленного состояния), которая позволяет получать пуг УКИ с общей энергией порядка 10 дж при энергии одного УКИ порядка 1 дж.

Идея эксперимента заключается в следующем. В кольцевую схему помещается усиливающая среда с достаточно большим усилением ($\sim 10^2$) и плотный нелинейный поглотитель. Общие потери для слабого сигнала превышают усиление и поэтому система не самовозбуждается. Слабый импульс в такой системе затухает, но импульс, просветляющий поглотитель, наоборот, экспоненциально усиливается. Экспоненциальный рост энергии УКИ ограничивается насыщением усиливающей среды. Быстрая релаксация поглотителя после прохода УКИ обеспечивает затухание слабых дополнительных импульсов и фона, сопровождающего входной УКИ.

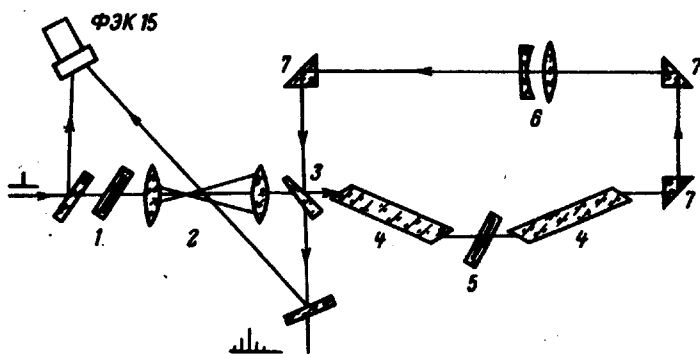


Рис. 1. Схема установки

Экспериментальная установка показана на рис. 1. Входной УКИ (энергия $10^{-3} - 10^{-2}$ дж) выделяется из цуга импульсов лазера с нелинейным поглотителем [4, 2], пропускается через кювету 1 с просветляющимся красителем (начальное пропускание $T_{\text{нач}} = 10 - 15\%$), телескоп 2,

расширяющий диаметр пучка в 3 раза, и через клиновидную пластинку 3 с пропусканием $T = 80\%$ вводится внутрь кольцевой схемы. Усиливающая среда состояла из двух стержней 4 неодимового стекла 600×20 мм с расчетным усилением на проход $K \approx 200$. Кювета 5 с полиметиновым красителем № 3955 имела начальное пропускание $T_{нач} \approx 0,5\%$. Объектив 6 внутри кольцевой схемы олужил для компенсации дисторсии, возникающей при накачке стержней. Вместо зеркал, которые повреждаются сильным полем УКИ, применялись поворотные призмы полного внутреннего отражения 7. Дополнительные потери на пропускание выводящей пластинки 3 и френелевское отражение на элементах исключало самовозбуждение системы. Период прохода составлял 19 нсек. Входной и усиленные импульсы регистрировались на одной развертке осциллографа И-2-7 с помощью ФЭК-15. Одновременно измерялась полная энергия пуга выходных УКИ.

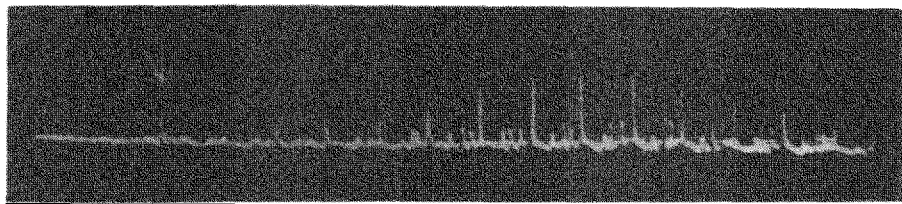


Рис. 2. Осциллограмма входного импульса (указан стрелкой) и выходных импульсов (период 19 нсек)

На осциллограмме рис. 2 приведены входной УКИ и пуг выходных импульсов. Полная выходная энергия составляла $4,5$ дж, а энергия максимального импульса – $0,6$ дж. Максимальная энергия пуга, которую



Рис. 3. Осциллограмма входного импульса сложной формы (указан стрелкой) и выходных импульсов (период 19 нсек)

удавалось получить на этой установке, достигала 18 дж. В том случае, когда на вход поступал импульс, имеющий сложную форму, при усилении

происходило выделение наиболее интенсивных УКИ. Этот процесс можно видеть на рис. 3. Структура входного импульса не разрешалась.

Таким образом, двухкомпонентный устойчивый усилитель УКИ, представляющий собой, по существу, лазер с нелинейным поглотителем ниже порога, управляемый внешним импульсом, позволяет получать пуг УКИ с энергией выше 10 дж при энергии одного УКИ выше 1 дж .

Исследование описываемой схемы усиления УКИ позволит изучить поведение просветляющегося поглотителя в очень сильном световом поле, а также процессы, ограничивающие рост мощности УКИ.

Физический институт

им. П.Н.Лебедева

Академии наук СССР

Поступила в редакцию

13 октября 1969 г.

Литература

- [1] A.Y.De Maria, P.A.Stetser, H.Heynau. Appl. Phys. Lett., 8, 174, 1966.
 - [2] N.G.Basov, P.G.Kriukov, V.S.Letokhov, Yu. V.Senatskii. IEEE Journ. Quant. Electr., QE-4, 60, 1968.
 - [3] Н.Г.Басов, П.Г.Крюков, В.С.Летохов. Доклад, представленный на конференцию по нелинейной оптике в Белфасте (сентябрь 1969); Препринт ФИАН, №122, 1969.
 - [4] A.Y.De Maria, R.Gagosz, H.A.Heynau, A.W.Penney, G.Wisner. Journ. Appl. Phys., 38, 2693, 1967.
-