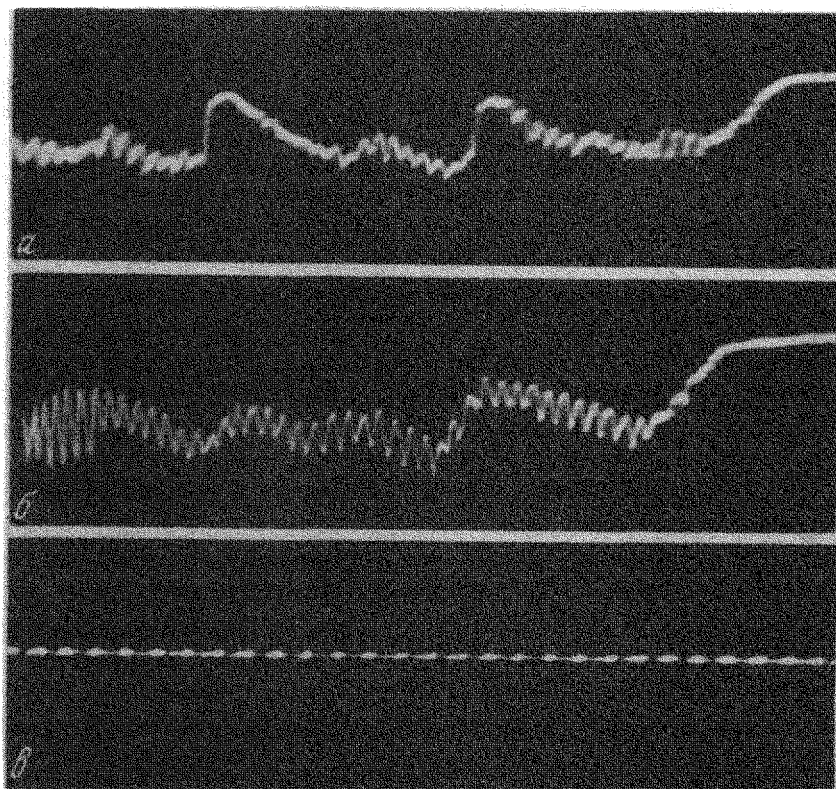


**САМОСИНХРОНИЗАЦИЯ ТИПОВ КОЛЕБАНИЙ
В ИНЖЕКЦИОННОМ ПКГ НА GaAs**

В.Н.Морозов, В.В.Нихитин, А.А.Шеронов

Целью настоящей заметки является сообщение о наблюдении явления самосинхронизации аксиальных типов колебаний в лазерном диоде с внешним зеркалом. Эффект захвата мод заключается в том, что благо-

даря нелинейности активной среды* возникает ряд эквидистантных по частоте когерентных типов колебаний и суммарное поле за счет интерференции между ними представляет собой последовательность импульсов с расстоянием между ними $2L/c$ и длительностью $2L/Kc$, где L – оптическая длина резонатора, c – скорость света, K – число синхронизованных когерентных мод. Это явление представляет интерес в связи



Осциллограммы излучения инжекционного лазерного диода с внешним зеркалом: *a* – однородное возбуждение. Ток накачки 2,7 *a*, порог 2,4 *a*; *б* – неоднородное возбуждение. Ток накачки 5 *a*, порог 4,6 *a*; *в* – метки времени длительностью 10^{-8} сек

с возможностью получения ультракоротких периодических импульсов когерентного света. Самосинхронизация типов колебаний изучалась для твердотельных и газовых лазеров [1-6]. Ниже излагаются предварительные результаты по наблюдению самозахвата типов колебаний в ПКГ.

* Самозахват типов колебаний эффективно осуществляется при модуляции внешней силой добротности резонатора на частоте, близкой к разности частот соседних аксиальных мод или с помощью дополнительной нелинейности, создаваемой, например, насыщающимися фильтрами [6-8].

Лазерный диод находился в вакуумном криостате на медном холодопроводе при температуре жидкого азота. Излучение, выходящее из одной стороны диода, с помощью объектива направлялось на внешнее зеркало с коэффициентом отражения $\sim 98\%$. Отраженное от зеркала излучение с помощью того же объектива фокусировалось на активную область p - n -перехода. Регистрация излучения производилась с противоположной стороны диода с помощью ФЭУ с инерционностью $\sim 2,5 \cdot 10^{-9}$ сек. Для уменьшения влияния вибраций оптическая схема размещалась на бетонном основании. В зависимости от расстояния до зеркала порог генерации снижался на $10 \pm 20\%$. Для изучения влияния нелинейного поглощения в работе исследовались также "разрезные" [9] диоды с однородной и неоднородной накачкой по площади p - n -перехода. На рис. а показана характерная зависимость интенсивности излучения от времени для разрезного диода с однородным возбуждением при расстоянии до зеркала $L = 75$ см. На фоне релаксационных колебаний с длительностью $\sim 70 \cdot 10^{-9}$ сек видны колебания интенсивности излучения с периодом $5 \cdot 10^{-9}$ сек, соответствующим расстоянию между соседними аксиальными модами резонатора длиной 75 см. Небольшая глубина модуляции может быть связана как с тем, что число синхронизованных мод невелико по сравнению с общим их числом, так и с тем, что инерционность ФЭУ сравнима с периодом следования импульсов. Осциллограмма на рис. б показывает излучение того же диода при подаче тока только в одну из его частей (неоднородное возбуждение), когда другая часть работает как нелинейный поглотитель. Видно, что при неизменном периоде глубина модуляции возросла, что может быть связано только с увеличением числа синхронизованных мод. Аналогичные результаты были получены при расстоянии до зеркала ~ 35 см. В обоих случаях период следования импульсов на фоне релаксационных колебаний не зависит от превышения тока над пороговым значением и с хорошей точностью совпадает с величиной $2L / c$.

Отметим еще, что если спектр ПКГ без внешнего зеркала при работе вблизи порога, как правило, состоит из небольшого числа линий, соответствующих возбуждению аксиальных мод, определяемых длиной диода, то при работе с внешним зеркалом спектр в режиме генерации оказывается существенно уширенным (полуширина ~ 15 Å). Дискретных линий, соответствующих модам диода работающего без внешнего зеркала, не наблюдалось (разрешение спектрометра $\sim 0,5$ Å). Широкий спектр указывает, что при работе с внешним зеркалом одновременно генерируется большое число типов колебаний составного резонатора, образованного гранями диода и внешним зеркалом. В ширине линии ~ 15 Å укладывается $\sim 10^3$ таких типов колебаний, соответствующих длине резонатора 75 см. Одновременная генерация большого числа типов колебаний является преимуществом ПКГ с внешним зеркалом, поскольку самосинхронизация даже небольшой части их общего числа должна приводить к появлению периодических пульсаций излучения. Кроме того, перемещение внешнего зеркала позволяет регулировать частоту импульсов, излучаемых ПКГ. Применение аппаратуры с более высоким временным разрешением позволит изучить форму импульсов света, воз-

никающих вследствие самозахвата мод в ПКГ с внешним зеркалом и определить число самосинхронизованных мод.

Осуществление режима самосинхронизации большинства мод в ПКГ даст возможность получать ультракороткие импульсы когерентного света длительностью $\sim 10^{-12}$ сек с частотой следования от 10^{11} до 10^8 сек $^{-1}$.

В заключение авторы выражают благодарность Ю.П.Захарову и В.И.Молочеву за изготовление диодов и Г.А.Шевелеву за помощь в работе.

Физический институт
им.П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
22 февраля 1968 г.

Литература

- [1] M.Di Domenico. J.Appl. Phys., 35, 2870, 1964.
- [2] S.E.Harris, R.Targ. Appl. Phys. Lett., 5, 202, 1964.
- [3] A.J.De Maria, D.A.Stetser, H.Neymar. Appl. Phys. Lett., 8, 174, 1966.
- [4] M.Di Domenico, J.E.Geusic, H.M.Marcos, R.G.Smith. Appl. Phys.Lett., 8, 180, 1966.
- [5] D.A.Stetser, A.J.De Maria. Appl. Phys. Lett., 8, 118, 1966.
- [6] M.H.Crowell. IEEE Quant. Elect., 1, 1, 1965.
- [7] В.С.Летохов, В.Н.Морозов. ЖЭТФ, 52, 5, 1967.
- [8] E.Garmire, A.Yariv.IEEE Quant. Elect., 3, 6, 1967.
- [9] Н.Г.Басов, Ю.П.Захаров, В.В.Никитин, А.А.Щеронов. ФТТ, 7, 3128, 1965.