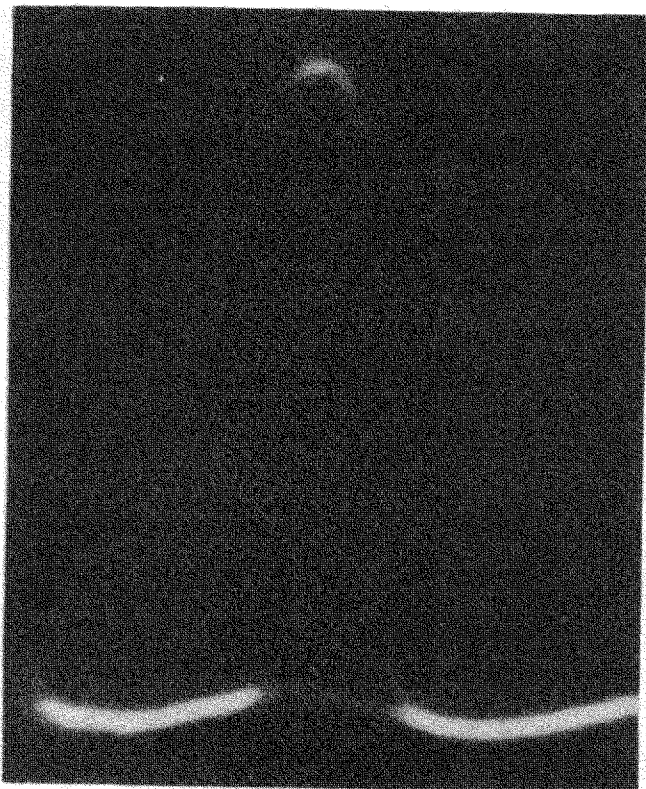


## ГИСТЕРЕЗИС МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ИНЖЕКЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

*В.Н.Морозов, В.В.Никитин, В.Д.Самойлов*

В работах [1 – 2] исследовались полупроводниковые квантовые генераторы на арсениде галлия с неоднородной плотностью тока инжекции по площади  $p$ - $n$ -перехода. Такой полупроводниковый лазер представлял



собой совокупность двух электрически изолированных диодов, находившихся в общем резонаторе [3]. При значительной неоднородности возбуждения, когда ток в одну часть был намного меньше тока в другую часть, амплитуда когерентного излучения устанавливалась скачком, т.е. имел место режим жесткого возникновения генерации.

В настоящей работе сообщается об экспериментальном наблюдении явления гистерезиса мощности когерентного излучения на лазерах из арсенида галлия, работающих в жестком режиме [2]. Явление гистерезиса

зиса заключается в том, что возникновение и срыв генерации происходит при различных уровнях тока инжекции.

Гистерезис мощности инжекционного лазера на GaAs изучался следующим образом. По известной ватт-амперной характеристике диода токи в обе части  $I_1, I_2$  устанавливались такими, чтобы система находилась в области жесткого режима недалеко от порога самовозбуждения. В поглощающую часть подавался дополнительный синусоидальный ток такой амплитуды, чтобы в положительной полуволне синусоиды общий уровень тока инжекции удовлетворял пороговым условиям. В нижней части осциллограммы рис. 1 видно модулированное по амплитуде спонтанное излучение. При определенном значении тока в положительной полуволне синусоиды скачком появляется когерентное излучение. Величина скачка зависит от степени неоднородности возбуждения. Как видно из рис. 1, срыв генерации из устойчивого состояния когерентного излучения в режим спонтанного излучения происходит в отрицательной полуволне синусоиды модулирующего тока, когда общий ток инжекции меньше того значения, при котором появляется генерация. Изменяя амплитуду синусоиды и опорные токи инжекции, можно было измерить диапазон тока, в котором существует петля гистерезиса. Этот диапазон зависит от отношения токов инжекции в частях диода и составляет, в среднем, несколько десятков миллиампер, т.е. процент или доли процента от общего тока инжекции.

На основе работы [2] на рис. 2 построена теоретическая зависимость мощности излучения как функция тока инжекции в поглощающую часть, ток  $I_1$  в усиливающую часть фиксирован. По осям отложены мощность когерентного излучения  $P$  в относительных единицах и величина  $I_2 = (I_2 - I_{2п})/I_{п}$ , где  $I_2$  — ток инжекции в поглощающую часть,  $I_{2п}$  — пороговое значение этого тока, т.е. то значение, при котором в отсутствии фотонов в резонаторе усиление равно потерям,  $I_{п}$  — пороговый ток инжекции при однородном возбуждении. В условиях примера, приведенного на рис. 2,  $I_1 = 2,1I_{п}$ ,  $I_2 = 0,12I_{п}$ . С увеличением тока инжекции от некоторого значения до  $I_{2п}$  мощность когерентного излучения равна нулю, поскольку для малых полей усиление меньше потерь. В жестком режиме коэффициент усиления как функция числа фотонов имеет максимум и усиление равно потерям при двух значениях интенсивности излучения. В точке  $I_2 = I_{2п}$  происходит скачок мощности в устойчивое состояние  $\alpha$ , поскольку начальное состояние  $P = 0$  неустойчиво. При уменьшении тока  $I_2$  мощность будет уменьшаться до тех пор, пока ус-

тойчивая и неустойчивая точка не сольются в одну. При этом на графике кривая зависимости полного коэффициента усиления от числа фотонов будет касаться прямой, соответствующей уровню потерь. При дальнейшем уменьшении тока единственным возможным состоянием системы будет  $P = 0$ , т.е. генерация прекратится скачком. В условиях примера, приведенного на рис. 2, диапазон изменения тока инжекции, в котором существует гистерезис, составляет 2% от порогового тока при однородном возбуждении.

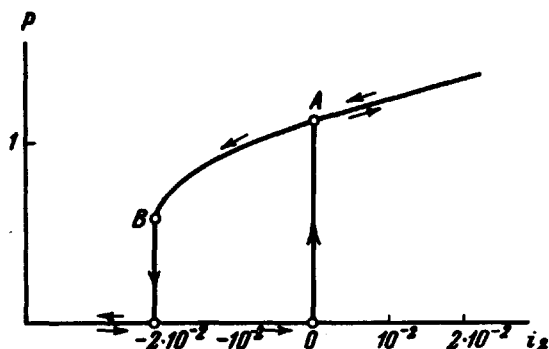


Рис. 2. Теоретическая зависимость мощности излучения лазера на арсениде галлия от тока инжекции в поглощающую часть (петля гистерезиса) в области жесткого возникновения генерации

Жесткий режим возникновения генерации и гистерезис мощности когерентного излучения наблюдался в твердотельных и газовых лазерах [4, 5]. Для этой цели в резонатор необходимо было помещать другие среды, например, просветляющиеся растворы или нелинейно поглощающие ячейки со специально подобранными параметрами газа. Существенным преимуществом полупроводниковых лазеров на арсениде галлия с неоднородной плотностью инжекции является то обстоятельство, что нелинейно поглощающим элементом может быть одна из частей лазера, при подаче в нее достаточно малого тока инжекции. Это позволяет изучать динамику генерации лазеров в широком диапазоне изменения степени нелинейности поглощения.

## Литература

- [1] Ю.П.Захаров, В.В.Никитин, В.Д.Самойлов. ФТП, 2, 1968 (в печати).
- [2] В.Н.Морозов, В.В.Никитин, В.Д.Самойлов. ЖЭТФ, 55, вып. 11, 1968.
- [3] G. I. Lasher. Sol. St. Elect., 7, 707, 1964.
- [4] Б.Л.Борович, В.С.Зуев, В.А.Щеглов. ЖЭТФ, 49, 1031, 1965.
- [5] А.П.Казанцев, С.Р.Раутиан, Г.И.Сурдутович. ЖЭТФ, 54, 1409, 1968.