

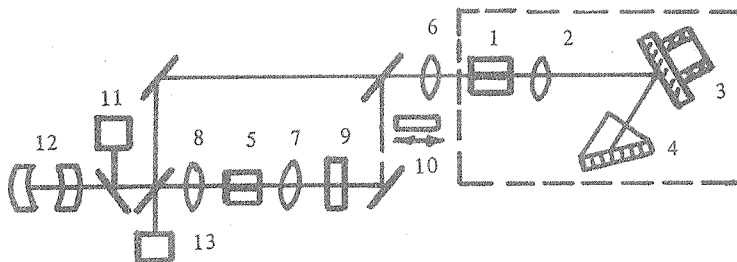
## ЗАХВАТ ЧАСТОТЫ МОЩНОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА ИЗЛУЧЕНИЕМ ВЫСОКОКОГЕРЕНТНОГО ИНЖЕКЦИОННОГО ЛАЗЕРА С ВНЕШНИМ РЕЗОНАТОРОМ

В.Л. Величанский, А.С. Зибров, В.И. Малахова, В.А. Саутенков, Н.В. Сенков

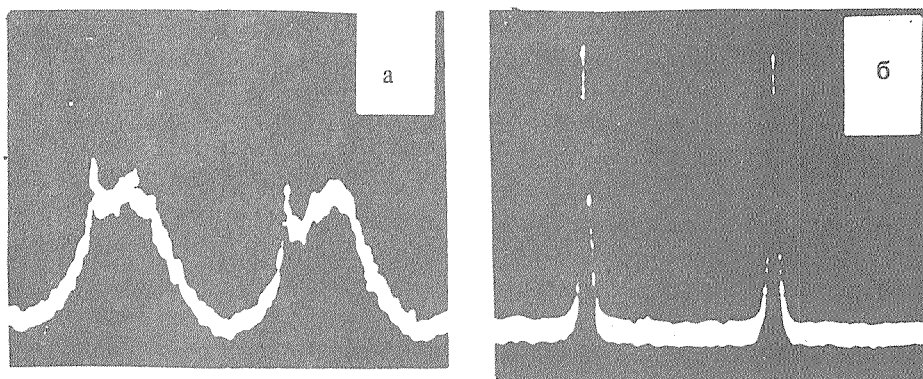
*Реализовано сужение линии генерации мощного полупроводникового лазера путем инъекции излучения инжекционного лазера с внешним резонатором. Продемонстрирована возможность усиления частотно-модулированного сигнала.*

Внешняя оптическая обратная связь в инжекционных лазерах позволяет значительно расширить диапазон перестройки частоты излучения и уменьшить ширину линии генерации  $/1 \div 3/$ . Инжекционные лазеры с внешним резонатором (ИЛВР) находят все большее применение в спектроскопии высокого разрешения, метрологии и оптической связи  $/3,4/$ . В этих приложениях часто необходимо усилить мощность высококогерентного излучения без изменения спектральных характеристик. Для решения данной задачи можно использовать метод синхронизации частот двух генераторов. Возможность захвата частоты генерации инжекционного лазера внешним монохроматическим сигналом впервые была продемонстрирована в  $/5/$ , где в качестве задающего генератора использовался He-Ne лазер. При захвате частоты ширина линии генерации инжекционного лазера уменьшилась от 100 до 1,5 МГц. Мощность выходного излучения инжекционного лазера составляла  $P_0 = 0,75$  мВт.

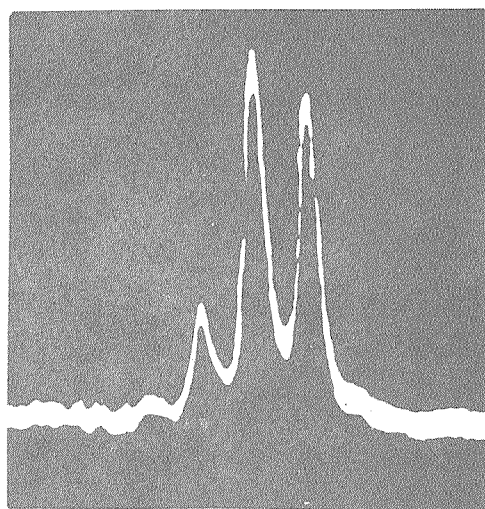
В настоящей работе в качестве задающего генератора применен перестраиваемый по частоте ИЛВР, что значительно расширяет возможности данной методики. Использовались непрерывные инжекционные лазеры на основе GaAlAs ( $\lambda = 0,85$  мкм). Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. ИЛВР состоял из инжекционного ДГС-лазера 1, работающего при комнатной температуре, согласующего микрообъектива 2, поворотного зеркала на пьезокерамике 3, голографического селектора 4. Поворотом селектора осуществлялась грубая перестройка ( $\sim 10$  нм), а сканированием зеркала частота генерации перестраивалась плавно на величину межмодового интервала (0,3 ГГц). Гомолазер 5 работал при температуре жидкого азота и размещался в криостате. Излучение ИЛВР (мощность 1,5 мВт) фокусировалось объективами 6,7 в активную область полоскового гомолазера 5 через окошко криостата. Ширина линии гомолазера при максимальной мощности излучения 90 мВт равнялась 80 МГц. Оптическая развязка 9 предотвращала влияние паразитной обратной связи (излучения, отраженного от зеркала ИЛВР) на спектр генерации гомолазера.



Р и с. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – инжекционный лазер; 2 – согласующий микрообъектив; 3 – поворотное зеркало на пьезокерамике; 4 – голографический селектор; 5 – инжекционный гомолазер; 6,7,8 – объективы Индустар-50; 9 – оптическая развязка; 10 – экран; 11 – монохроматор; 12 – интерферометр; 13 – фотодиод ЛФД-2.



Р и с. 2. Резонансы пропускания конфокального сканирующего интерферометра: а) от ИЛВР и гомолазера (соответственно узкие и широкие) при отсутствии инжекции излучения ИЛВР в активную область гомолазера; б) от гомолазера при захвате его частоты излучением ИЛВР.



Р и с. 3. Пропускание интерферометром частотно-модулированного излучения ИЛВР.

Спектральные характеристики излучения и взаимная подстройка частот генерации контролировались с помощью дифракционного монохроматора 11 и конфокального сканирующего интерферометра (КСИ) с областью свободной дисперсии 120 МГц и разрешением 4 МГц.

На рис. 2а приведены резонансы пропускания КСИ излучения ИЛВР и гомолазера — соответственно узкие и широкие резонансы — при отсутствии синхронизации (оптический путь между ИЛВР и гомолазером перекрыт экраном 10). Различие частот генерации  $\Delta\nu$  ИЛВР и гомолазера  $< 100$  МГц фиксировалось по сигналу биений, который регистрировался лавинным фотодиодом 13 и наблюдался на осциллографе С1-70 или спектроанализаторе С4-27. При инжекции излучения ИЛВР в гомолазер (экран убирается) сигнал биений исчезал. Захват частоты гомолазера сопровождался резким сужением линии генерации (рис. 2б), которая становилась меньше аппаратной ширины КСИ (4 МГц) при  $P_0 = 90$  мВт. Область захвата  $\Gamma$  при оптимальном согласовании в наших условиях составляла 0,6 ГГц. Диапазон перестройки частоты генерации гомолазера в области захвата определялся только перестроечными характеристиками ИЛВР и соответствовал межмодовому интервалу ИЛВР.

Инжектируемая в активную область гомолазера мощность  $P_i$  оценивалась по области захвата  $\Gamma$ . Из соотношения  $\Gamma = (\nu_0/Q) (P_i/P_0)^{1/2}$  (где  $\nu_0$  — частота генерации,  $Q$  — добротность резонатора гомолазера) /6/ получено значение  $P_i \sim 0,1$  мВт. Видно, что эффективность ввода излучения ИЛВР в активную область гомолазера невелика, что связано с несовершенством согласующей оптики. В принципе, можно увеличить эффективность согласования и тем самым расширить область захвата  $\Gamma$ .

В режиме захвата изучались также особенности усиления частотно-модулированного сигнала. Частота генерации ИЛВР модулировалась в пределах от 10 до 300 МГц изменением тока накачки по синусоидальному закону. Спектр модулированного на 12 МГц сигнала показан на рис. 3. Асимметрия сателлитов обусловлена сдвигом фазы между частотной и амплитудной модуляциями излучения ИЛВР. В режиме захвата частоты спектр излучения гомолазера однозначно соответствовал спектру излучения ИЛВР.

Таким образом, в результате проведенных исследований создан источник мощного высококогерентного излучения путем синхронизации частот гомолазера и ИЛВР. Показано, что в режиме захвата возможно усиление частотно-модулированного сигнала без существенных искажений спектра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Величанский В. Л. и др. Письма в ЖТФ, 4, 1087 (1978).
2. Баженов В. Ю. и др. Квантовая электроника, 7, 2642 (1980).
3. Моршнев С. К., Францессон А. В. Квантовая электроника, 12, 1786 (1985).
4. Акульшин А. М. и др. Письма в ЖЭТФ, 36, 247 (1982).
5. Wyatt R. et al. Electron. Lett., 18, 292 (1982).
6. Tang C. L., Statz H. J. Appl. Phys., 38, 323 (1967).

Поступила в редакцию 18 февраля 1986 г.