

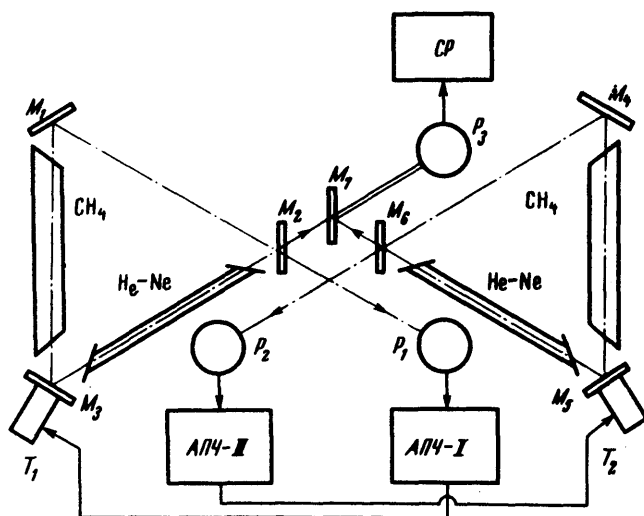
## СТАБИЛИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРА

*Н. Г. Басов, Э. М. Белезов, М. И. Вольнов, М. А. Губин,  
В. В. Никитин, В. Н. Трошагин*

1. Сообщается о результатах эксперимента по созданию оптического ( $\lambda = 3,39 \text{ мк}$ ) стандарта частоты с относительной стабильностью частоты  $\Delta\nu/\nu = 5 \cdot 10^{-14}$ . В качестве частотного дискриминатора используются резонансы мощности в излучении кольцевого лазера с нелинейно-поглощающей метановой ячейкой внутри резонатора [1, 2].

В настоящее время наиболее эффективные методы стабилизации частоты оптического диапазона основаны на использовании резонансов мощности лазеров, фиксирующих центральную частоту атомных или молекулярных переходов. Так, стабилизация частоты одномодового лазера по "лэмбовскому" провалу [3, 4] в поглощающих газах низкого давления [5 — 7] (ширина резонансов порядка однородной ширины линии) приводит в обычных лабораторных условиях к относительной стабильности  $\sim 10^{-12}$  при воспроизводимости частоты  $\sim 10^{-11}$  [8, 9].

Значительно более узкие и контрастные резонансы мощности возможны при конкуренции типов колебаний многомодового лазера [1, 2, 10, 11]. Например, эффект взаимодействия волн кольцевого лазера при частоте генерации, совпадающей с центральной частотой поглощающего газа, может в принципе приводить к сколь угодно узким ширинам резонансов мощности [1, 2]. Эффект взаимодействия волн и положен в основу общаемого метода стабилизации частоты кольцевого лазера.



$M_1 - M_6$  — зеркала, образующие кольцевые резонаторы;  $M_7$  — полупрозрачное зеркало;  $T_1, T_2$  — пьезокерамики;  $P_1, P_2, P_3$  — фотоприемники;  $CP$  — система регистрации биений, АПЧ I, АПЧ II — системы автоматической подстройки частоты лазера

2. Экспериментальная установка представляла из себя два идентичных кольцевых гелий-неоновых лазера с внутренней метановой поглощающей ячейкой (рисунок). Длина разрядного промежутка усильтельной трубки с диаметром 0,3 см составляла 20 см. Длина поглощающей ячейки равнялась 35 см, ее внутренний диаметр — 2 см. При давлении гелий-неоновой смеси в 4,2 тор и давлении метана 10 мтор контраст пика мощности бегущих волн лазера близок к 50%, а ширина на полувысоте составляла 60 кГц. Накачка осуществлялась комбинацией постоянного тока и высокочастотного поля.

Излучение лазеров регистрировалось фотоприемниками  $P_1$  и  $P_2$ , сигналы с которых поступали в систему автоматической подстройки частоты лазера. Приемник  $P_3$  использовался в качестве фотосмесителя, сигнал с которого подавался на систему регистрации (CP), где и проводился счет разностной частоты.

При отклонении частоты генерации от центра пика мощности системы автоматической подстройки частоты АПЧ I и АПЧ II вырабатывали сигнал ошибки, который прикладывался к пьезокерамикам  $T_1$  и  $T_2$  для компенсации сдвига длины резонатора. Частоты модуляции равнялись 12 и 20 кГц. Постоянная времени синхронного детектора — 1 сек.

Среднеквадратичный дрейф разностной частоты при времени усреднения 10 сек за 30 мин составлял 6 гц, что соответствует относительной стабильности  $\sim 5 \cdot 10^{-14}$ .

Авторы выражают благодарность А.Н.Чувилину за помощь в работе.

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

Поступила в редакцию  
26 апреля 1972 г.

### Литература

- [ 1 ] Н.Г.Басов, Э.М.Беленов, М.В.Данилейко, В.В.Никитин. ЖЭТФ, 57, 1991, 1969; ЖЭТФ, 60, 117, 1971.
- [ 2 ] Н.Г.Басов, Э.М.Беленов, М.В.Данилейко, В.В.Никитин, А.Н.Ораевский. Письма в ЖЭТФ, 12, 145, 1970.
- [ 3 ] W. R. Bennett Jr. Phys. Rev., 126, 580, 1962.
- [ 4 ] W. E. Lamb Jr. Phys. Rev., 134A, 429, 1964.
- [ 5 ] В.Н.Лисицын, В.П.Чеботаев. ЖЭТФ, 54, 419, 1968.
- [ 6 ] В.С.Летохов. Письма в ЖЭТФ, 6, 597, 1967.
- [ 7 ] P. H. Lee, M. L. Skolnick. Appl. Phys. Lett., 10, 303, 1967.
- [ 8 ] R. L. Barger, J. L. Hall. Phys. Rev., Lett., 22, 4, 1969.
- [ 9 ] Н.Г.Басов, М.В.Данилейко, В.В.Никитин. Письма в ЖЭТФ, 12, 95, 1970.
- [ 10 ] М.А.Губин, А.И.Попов, Е.Д.Проценко. Квантовая электроника, 4, 34, 1971.
- [ 11 ] С.Н.Багаев, А.К.Дмитриев, В.П.Чеботаев. Письма в ЖЭТФ, 15, 91, 1972.