ДОБРОТНОСТЬ И ЧАСТОТНЫЕ СВОЙСТВА ИЗЛУЧЕНИЯ ОДНОМОДОВОГО ЛАЗЕРА С ВНЕШНИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Е. Д. Карих, В. А. Свидинский

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: karikh@bsu.by

Проанализировано влияние собственных параметров лазерного диода и параметров внешней обратной связи на девиацию частоты $\omega - \omega_0$, спектральную ширину $\delta\omega/\delta\omega_0$ и добротность $Q = \omega/\delta\omega$ лазерной моды в рамках модели [1]. Результаты анализа применимы при слабой связи лазера с внешним отражателем (коэффициент обратной связи $C < 1$).

Девиация частоты генерации лазера ω с составным резонатором от частоты собственной моды уединенного лазера ω_0 рассчитывалась в рамках первого приближения по методу Ньютона

$$\omega^{[m+1]} = \omega^{[m]} - \Delta\phi(\omega^{[m]}) / \left[d\Delta\phi/d\omega(\omega^{[m]}) \right], \quad (1)$$

$$\Delta\phi = \left[\omega - \omega_0 + \theta \sin(\omega\tau + \varphi_\alpha) \right] \tau_d = 0. \quad (2)$$

Здесь $\theta = \tau_d(1 - R_2)\sqrt{R_3/R_2}\sqrt{1 + \alpha^2}$, $\tau_d = 2\bar{n}d/c$ – время обхода собственного резонатора лазера, $\tau = 2l/c$ – время задержки во внешней части резонатора, $\varphi_\alpha = \arctg\alpha$, α – параметр уширения линии (коэффициент амплитудно-фазовой связи), R_2 и R_3 – коэффициенты отражения выходного торца лазера и внешнего отражателя, $C = \theta\tau$.

Ширина моды полагалась обратно пропорциональной квадрату эффективного времени задержки $\delta\omega \sim 1/\tau_e^2$ [1], которое представлялось как $\tau_e = d\Delta\phi/d\omega$. Рассчитывалась величина $\delta\omega/\delta\omega_0$, где $\delta\omega_0$ – ширина моды в уединенном лазере. Расчет $\delta\omega/\delta\omega_0$ проводился в двух вариантах: в предположении, что центральная частота моды равна ω_0 и с учетом влияния на частоту моды внешней обратной связи (в этом варианте использовалось значение ω). По частоте и ширине моды оценена ее добротность, время и длина когерентности излучения. Информация подобного типа необходима, в частности, при построении интерференционных виброметров, работающих на принципе модуляции частоты генерации лазера, вызываемой периодическим движением объекта [2].

1. Wang W. M., Grattan K. T. V., Palmer A. W., Boyle W. J. O. // IEEE J. Lightwave Technology. 1994. Vol. 12, No 9. P. 1577–1587.
2. Roos P. A., Stephens M., Wieman C. E. // Applied Optics. 1996. Vol. 35, No 34. P. 6754–6761.