

Механизм уширения и форма спектра генерации иттербиевых волоконных лазеров

Broadening mechanisms and generation spectrum shape in ytterbium doped fiber lasers

*Авторы: Каблуков С.И., Кузнецов А.Г., Злобина Е.А., Подивилов Е.В.,
Бабин С.А.*

*Authors: Kablukov S.I., Kuznetsov A.G., Zlobina E.A., Podivilov E.V.,
and Babin S.A.*

Построена адекватная модель уширения спектра генерации непрерывных иттербиевых волоконных лазеров. Теоретически и экспериментально показано, что форма спектра излучения, состоящего из набора мод с гауссовой статистикой, генерируемых в волоконном резонаторе относительно короткой длины (когда можно пренебречь дисперсией групповых скоростей), определяется эффектом фазовой самомодуляции и описывается функцией гиперболического секанса, рис. 1.1, *а*. При этом ширина спектра генерации линейно растет с увеличением мощности лазера в диапазоне 1–12 Вт, рис. 1.1, *б*, пока не становится сравнимой с шириной спектра отражения выходной волоконной брэгговской решетки лазера. Такой закон уширения принципиально отличается от корневого роста в случае турбулентного уширения спектра генерации волоконных ВКР-лазеров, в которых дисперсия важна. Модель впервые позволяет рассчитать выходные характеристики иттербиевого лазера по параметрам его резонатора.

An adequate model describing generation spectrum broadening for CW Ytterbium-doped fiber lasers has been developed. It is theoretically and experimentally shown that the spectral shape of radiation, consisting of multiple modes with Gaussian statistics generated in a relatively short fiber laser cavity (when the group velocity dispersion is negligible), is defined by the effect of self-phase modulation and is described by a hyperbolic secant function (Fig. 1, *a*). The width of the generation spectra grows linearly with increasing laser power in the range of 1–12 W (Fig. 1, *b*), until it becomes comparable with the width of the output fiber Bragg grating reflection spectrum. This broadening law differs essentially from the square-root growth typical for turbulent broadening of the generation spectrum in Raman fiber lasers, where the dispersion is important. The developed model allows one for the first time to evaluate the output characteristics of an ytterbium fiber laser using its cavity parameters.

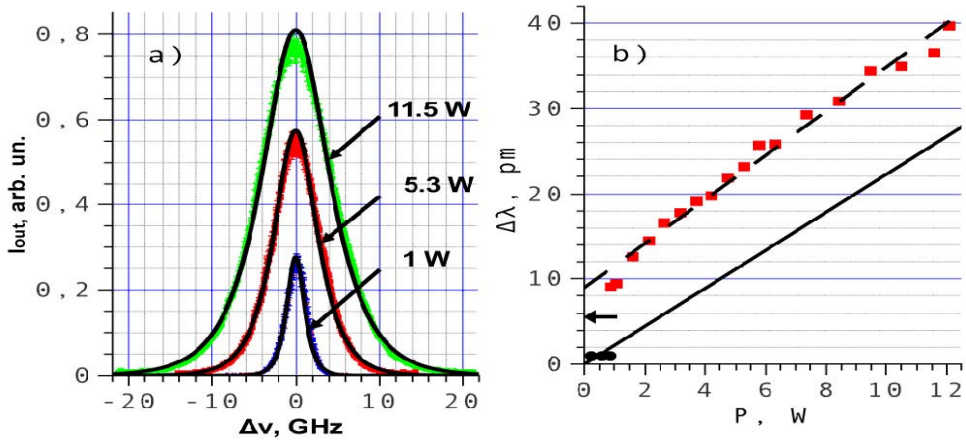


Рис. 1.1. *a* – выходной спектр генерации: эксперимент (точки) и теория (линии) при разной мощности; *b* – ширина спектра на полувысоте в зависимости от мощности лазера: эксперимент (точки) и его аппроксимация (штрихи), теория (линия), стрелка – оценка добавки из-за эффекта выжигания пространственных дыр

Fig. 1.1. *a* – output generation spectra: experiment (points), theory (curves) for different output powers; *b* – full width at half maximum of the generation spectrum versus laser power: experiment (points), its linear approximation (dashed line), theory (solid line), the arrow shows the estimate of additional contribution due to the spatial hole burning effect

Публикации:

1. Kablukov S.I., Zlobina E.A., Podivilov E.V., and Babin S.A. Output spectrum of Yb-doped fiber lasers // *Optics Letters*, 2012, vol. 37, issue 13. P. 2508–2510.
2. Kuznetsov A.G., Podivilov E.V., Babin S.A. Spectral broadening of incoherent nanosecond pulses in a fiber amplifier // *JOSA B*, 2012, vol. 29, № 6. P. 1231–1236.
3. Denisov A.V., Kuznetsov A.G., Kharenko D.S., Kablukov S.I., and Babin S.A. Frequency doubling and tripling in a Q-switched fiber laser // *Laser Physics*, 2011, vol. 21(2). P. 277–282.
4. Kablukov S.I., Zlobina E.A., Podivilov E.V., Babin S.A. Modeling and measurement of ytterbium fiber laser generation spectrum // *Proc. of SPIE*, vol. 8433: Laser Sources and Applications (SPIE Photonics Europe 2012, Brussels, Belgium, April 16–19, 2012), T. Graf, J. I. Mackenzie; H. Jelinková; J. Powell, eds. Paper 843305 (9 p.).