

# 1. Задачи

- 1) Какие особенности в построении оптической схемы для волоконного лазера по сравнению с твердотельным лазером?

- 2) Каковы методы создания и особенности работы брегговских отражающих элементов в волоконном лазере?

Для практического осуществления режима генерации необходимо ввести положительную обратную связь. В волоконном лазере обратную связь получают отражением излучения на созданных в волокне брегговских решетках на концах волокна. В этом случае электромагнитная волна, распространяющаяся в волоконном волноводе, будет поочередно отражаться от них, усиливаясь при каждом прохождении через активное волокно. Если одну из брегговских решеток, сделать пропускающей часть излучения, то на выходе системы можно выделить пучок полезного излучения.

- 3) Как осуществляется накачка в волоконном лазере?

В волоконных лазерах активное волокно имеет сердцевину легированную ионами редкоземельных металлов, внутреннюю оболочку, образующую с сердцевиной волновод, и внешнюю оболочку, образующую волновод с внутренней оболочкой по которому распространяется излучение накачки, введенное в эту область от полупроводникового лазера. Для излучения накачки волновод является многомодовым, в то же время сердцевина активной области образует одномодовый волновод для генерируемого излучения. Для ввода излучения накачки используется несколько методов:

- а) Торцевой
- б) Набор V-образных канавок распределенных по боковой поверхности световода
- в) Два светодиода, размещаемых в общей оболочке, один из которых – активный, а в другой вводится излучение накачки, которое в месте их контакта проходит в активную область и осуществляет накачку.

Таким образом, осуществляется распределенная накачка активной области.

- 4) С чем связана нерегулярность пичков выходного излучения.

Природа пичков до сих пор остается предметом исследований. На основе одномодовой модели лазера можно показать, что регулярные затухающие пульсации связаны с переходными процессами, сопровождающими начало генерации при появлении очередного импульса накачки; иначе говоря, эти пульсации связаны с инерционностью процессов заселения и релаксации уровней. Существенное влияние на характер пичкового режима оказывает многомодовость генерации; в частности, наличие многих мод может вносить в картину пульсаций неупорядоченность.

- 5) Рассчитать пороговую и стационарную инверсию в лазере.
- 6) Какова природа релаксационных колебаний в лазерах. Чем определяется их характерная частота колебаний.
- 7) Чем определяется длительность импульсов при релаксационных колебаниях.
- 8) Рассчитать частоту релаксационных колебаний для волоконного лазера, используемого в работе.

$$\omega = \sqrt{\frac{x-1}{\tau_0\tau}}; x = \frac{W_p}{W_{cp}}; \frac{1}{\tau_0} = -\frac{c}{2L} \log(1-T).$$

$$T = 0.8; \tau = 1200 \text{ мкс}; L = 10 \text{ см.}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{0.5}{1200 \times 10^{-6} \times \frac{-20}{3 \times 10^8} (\log 0.2)^{-1}}} = 100294.5 \text{ Гц}$$

- 9) Определить время затухания фотонов в резонаторе волоконного лазера.

$$\frac{1}{\tau_0} = -\frac{c}{2L} \log(1 - T) \Rightarrow \tau_0 = 40 \text{ нс}$$

- 10) Вычислить частоту межмодового интервала для продольных мод лазера, используемого в работе.

- 11) Определить температуру, при которой работа иттербиевого лазера будет происходить по трехуровневой схеме, если штарковское расщепление уровней рабочего перехода  $\sim 500 \text{ см}^{-1}$

$$E = \hbar\omega = \hbar c \frac{2\pi}{\lambda} = kT \Rightarrow T = \frac{2\pi\hbar c}{k} = \frac{\hbar c}{\lambda k}$$

$$W = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{500 \text{ см}} \Rightarrow T = \frac{\hbar c W}{k} = 720 \text{ К}$$

- 12) Рассчитать частоту и время затухания релаксационных колебаний для типичного He-Ne, полупроводникового и YAG:Nd<sup>3+</sup> лазеров.

$$\tau_0 = -\frac{2L}{c \cdot \log(1 - T)}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{x-1}{\tau_0\tau}}, t_0 = \frac{2\tau}{x}$$

Лазер	$L$	$T, \%$	$\tau$	$\tau_0$	$\omega, \text{ рад/с}$	$t_0$	$1/\omega$
Nd	1 м	10	230 мкс	63 нс	$1.9 \times 10^5$	307 мкс	33 мкс
He-Ne	1 м	0.5	100 нс	1.3 мкс	$1.9 \times 10^6$	0.133 мкс	3.2 мкс
Полупроводниковый	0.5 мм	35	1 нс	7.7 пс	$8 \times 10^9$	1.3 нс	781 пкс