

## Влияние вида уширения усиливающей среды на синхронизацию мод в кольцевом лазере

Ю.Ю. Брославец, Г.И. Сатдыкова, А.А. Фомичев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Однородное уширение в кольцевых лазерах приводит к сильной конкуренции встречных волн и однонаправленной генерации, таким образом вопрос о виде уширения для лазерных гироскопов актуален [1, 2].

В гироскопах на полупроводниковых оптических усилителях обычно используется волоконный резонатор, позволяющий легко масштабировать оптический контур и, изменять чувствительность гироскопа. Ввиду многочастотной генерации и большой области захвата частоты, метод регистрации сигнала по расщеплению спектра биений продольных мод встречных волн теряет чувствительность. Синхронизация продольных мод в гироскопе может существенно уменьшить ширину спектра биений продольных мод и, тем самым, повысить чувствительность. Разработана физико-математическая модель динамики генерации, описывающая процессы в гироскопе на основе полупроводникового оптического усилителя и внешнего волоконного резонатора в режиме синхронизации мод, и проведено моделирование (рис. 1). Созданная экспериментальная установка позволяет проводить исследования режимов генерации, обеспечивающих возможность измерения угловых величин кольцевым лазером с полупроводниковым оптическим усилителем и волоконным резонатором в режиме синхронизации мод. В качестве усилителя использовался модуль SOA-1550-14BF, созданный на квантоворазмерных гетероэпитаксиальных структурах на основе InGaAsP-InP с пятью квантовыми ямами с волоконным входом и выходом, обеспечивающим сохранение поляризации. Длина волны генерации лазера 1530 нм (рис. 2), коэффициент усиления достигает 20 дБ.

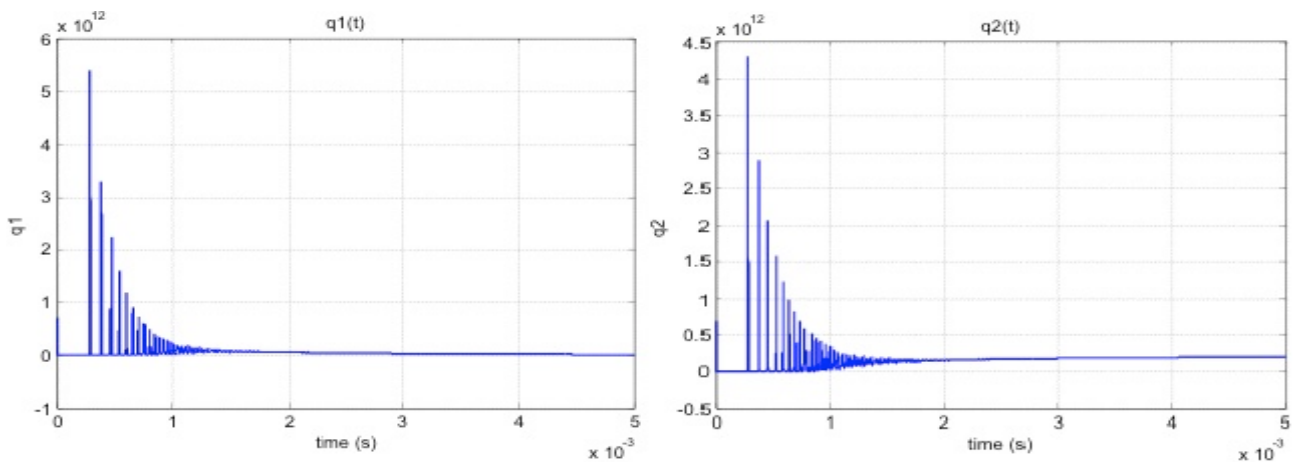


Рис.1 Изменение полного числа фотонов в резонаторе во времени для встречных волн при разных потерях при однородном уширении приводит к затуханию одной из волн.

Сверхбольшая длина оптического контура лазера, около 870м, приводит к небольшой величине частотного интервала между продольными модами, составляющего 226 кГц, и достаточно большой добротности, несмотря на крупные потери при вводе и выводе излучения из усилителя в волокно. Синхронизация мод достигалась модуляцией тока накачки на частоте соответствующей межмодовому интервалу. Для детектирования сигнала биений встречных волн применялся фотодиод с использованием синхронного усилителя и фазового детектора. Для настройки лазера и контроля сигналов использовался 50% оптический смеситель, на выходе которого регистрировался сигнал биений встречных волн InGaAs фотодиодом с волоконным входом.

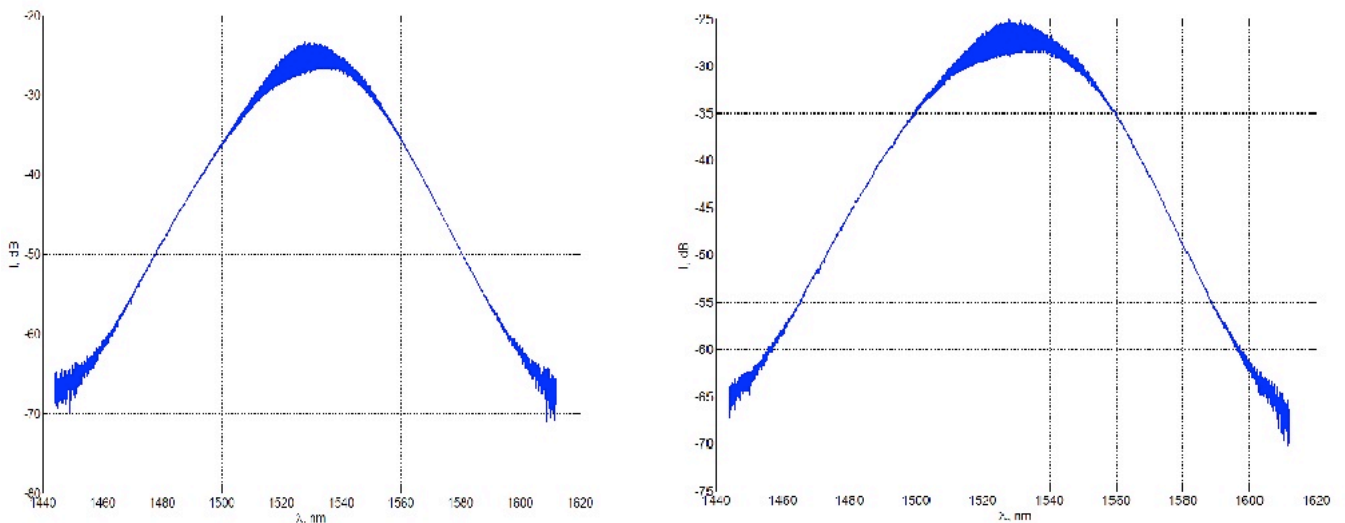


Рис. 2 Спектры люминесценции оптического усилителя.

Для нахождения устойчивой синхронизации мод при вращении гироскопа и повышения чувствительности, были определены выходные характеристики лазера, проведено исследование режимов генерации, определено влияние синхронизации продольных мод на шумы, стабильность и ширину линии генерации, а также область захвата частоты. Выполнено сравнение режимов генерации и возможностей регистрации угловых величин для гироскопа на полупроводниковом оптическом усилителе.

Проведенные исследование показали, что синхронизация мод повышает стабильность двунаправленной генерации встречных волн.

#### Литература

1. Bochkova E. N., Broslavets Yu. Yu., Duraev V. P., Fomichev A. A. "Active mode locking in laser gyroscope on semiconductor optical amplifiers and long fiber cavity" 16th International Conference "Laser Optics 2014" St. Petersburg, Russia, June 30 - July 4
2. Andrew Shuh-Huei Liao and Shyh Wang. Semiconductor injection lasers with a circular resonator. New York: Applied Physics Letters, 1980. 801-803 с.