

10 - Квантовая электроника

Гервазиев Михаил Дмитриевич, магистрант 1 года обучения

Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический
Исследование коэффициента пропускания нелинейного усиливающего петлевого зеркала с двумя усилителями

Иваненко Алексей Владимирович, к.ф.-м.н.

e-mail: gervaziev.m@gmail.com

стр. 279 - 280

Исследование коэффициента пропускания нелинейного усиливающего петлевого зеркала с двумя усилителями

Гервазиев Михаил Дмитриевич

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Иваненко Алексей Владимирович, к.ф.-м.н.

gervaziev.m@gmail.com

Волоконные лазеры, работающие в импульсном режиме, отличаются своей простотой, компактностью и надежностью. В таких лазерах существует возможность получить режим генерации ультракоротких импульсов. Одним из самых распространенных способов добиться этого является синхронизация мод на основе насыщающихся поглотителей. В качестве эффективного насыщающегося поглотителя может выступать нелинейное усиливающее петлевое зеркало (НУПЗ). Такие лазеры представляют собой перспективную конфигурацию цельноволокнистых лазеров, генерирующих ультракороткие импульсы. Предельная мощность НУПЗ ограничена только лишь характеристиками используемых волоконных компонентов и значительно выше, чем для насыщающихся поглотителей на основе полупроводниковых и наноматериалов с эффектом нелинейного поглощения.

НУПЗ обычно имеет некоторую асимметрию, поэтому оптический путь, который проходят волны с двух портов ответвителя отличается. Нелинейный набег фазы в волокне прямо пропорционален мощности: $\varphi = \gamma P_0 L$, где L – длина световода, γ – параметр нелинейности волокна, P_0 – пиковая мощность. Поэтому при разных уровнях мощности встречные волны на выходе из петли интерферируют по-разному. Следствием этого является зависимость коэффициента пропускания ответвителя от мощности: $T = 1 - 2\alpha(1 - \alpha)[1 + \cos(\Delta\varphi)]$, где $\Delta\varphi$ – разница фаз встречных волн в НУПЗ. Однако при увеличении мощности для стабильной работы лазера необходимо выполнение условия $\Delta\varphi < \pi$, в противном случае зависимость коэффициента пропускания НУПЗ от мощности окажется немонотонной, что приведёт к срыву режима генерации и/или формированию двухмасштабных импульсов. Ниже (рис.1) приведена экспериментально полученная зависимость пропускания НУПЗ от тока накачки в нем. Картинка наглядно демонстрирует принцип формирования импульса на выходе из петли. Область первого максимума соответствует разности нелинейных набегов фаз равной π , что является первой точкой максимума пропускания ответвителя. При попадании в максимумы более высокого порядка импульс разбивается на несколько импульсов ввиду периодичности функции пропускания ответвителя. При попадании в минимум импульс искажается ещё сильнее, минимум пропускания попадает прямо на пик импульса.

В данной работе была предложена и исследована новая схема НУПЗ с двумя отрезками усиления, позволяющими независимо управлять набегом фазы каждой из встречных волн, и в итоге менять разность фазы встречных волн в НУПЗ независимо от пиковой мощности входного импульса (рис.2,3). НУПЗ состоит из двух активных иттербиевых волокон и двух независимых мощных блоков накачки.

В процессе работы проводилось измерение и сравнение зависимости коэффициентов пропускания НУПЗ с одной накачкой и НУПЗ с двумя накачками от токов накачки и от входной мощности. Результаты показали, что рабочая область лазера значительно уширяется при введении дополнительной накачки. Также появляется возможность варьировать пиковую мощность выходящих импульсов.

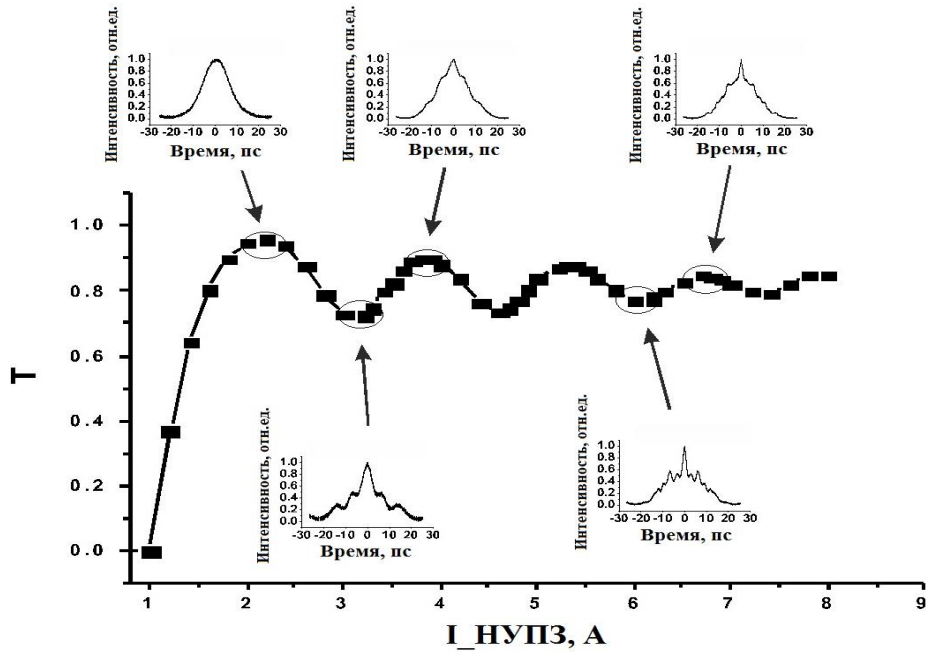


рис.1. Функция пропускания НУПЗ от тока накачки.

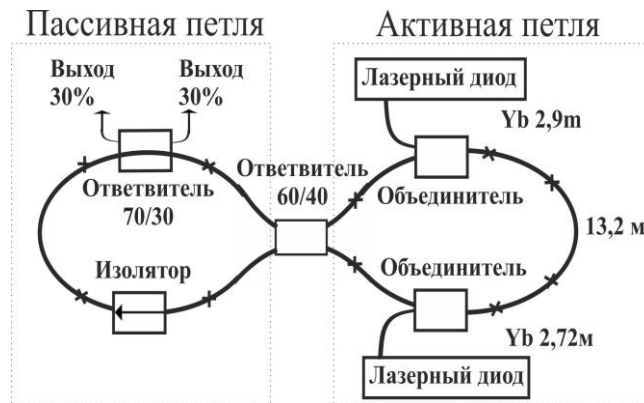


рис.2. Схема резонатора

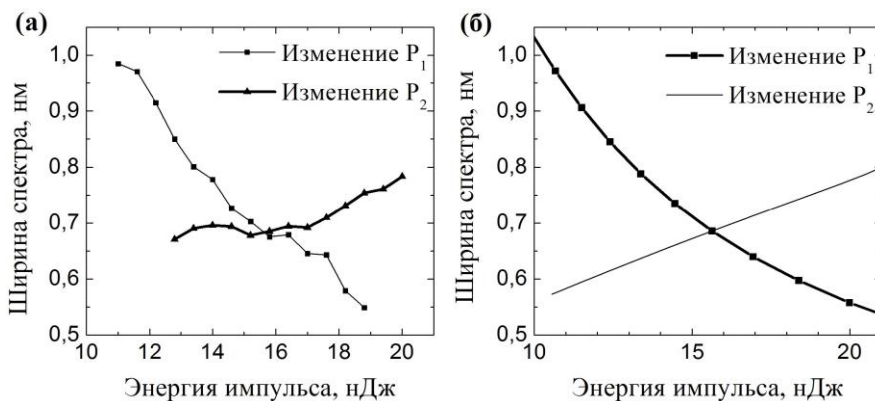


рис.3. Изменение ширины спектра при изменении величины первой или второй накачки. (б) экспериментальные результаты, (б) численный расчет

Дополнительная степень свободы дает возможность в более широких диапазонах менять различные параметры излучения: ширину спектра, пиковую мощность импульсов, их длительность. Тем самым в лазере устанавливаются разные режимы генерации, а НУПЗ становится удобным настраиваемым инструментом для достижения различных научных и прикладных целей.