

УДК 621.375.8

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДА АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИИ ПРИ ПОМОЩИ ПЕРЕКРЕСТНОГО УСИЛЕНИЯ В АКТИВНОЙ СРЕДЕ ЭРБИЕВОГО УСИЛИТЕЛЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ИМПУЛЬСА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ИНТЕРРОГАТОРА

Назаренко В.Н. («Университет ИТМО»), **Иудин В.А.** («Университет ИТМО»), **Ошлаков В.С.** («Университет ИТМО»)

Научный руководитель – к.т.н. Плотников М.Ю.
(«Университет ИТМО»)

Введение.

Датчики на основе волоконных брэгговских решеток (ВБР) активно применяются в системах контроля различных физических параметров в режиме реального времени. Широкое распространение датчики на основе ВБР получили благодаря высокой точности и стабильности измерений физических величин, а также возможности мультиплексирования нескольких датчиков при использовании одного оптического волокна. ВБР являются относительно простыми в производстве устройствами. Однако сенсорные системы ВБР накладывают жесткие требования к спектральным характеристикам используемых источников оптического излучения. Таким образом, для опроса ВБР необходимы специальные перестраиваемые лазеры [2] или спектрометры высокого разрешения [3]. Это сложные и, как следствие, дорогие устройства, что накладывает существенные ограничения на применимость технологии ВБР в более широком спектре потенциальных приложений. Таким образом, снижение сложности систем опроса ВБР имеет важное значение для дальнейшего внедрения сенсорной технологии ВБР в более широкий спектр промышленных применений [4].

Основная часть.

Согласно исследованию [1], применение DFB-лазерного диода как источника в системе опроса датчиков ВБР позволяет получить перестройку по длине волны лазерного диода в диапазоне более 10 нм. Длительность импульса в рассматриваемой системе составляет 300 нс. Применение коротких оптических импульсов с перестройкой по длине волны также позволяет осуществлять мультиплексирование с временным разделением небольших массивов ВБР, содержащих ВБР с перекрывающимися характеристическими длинами волн [1].

Постоянная скорость перестройки длины волны DFB-может быть достигнута при подаче на лазерный источник тока инжекции пилообразной формы, однако это приводит к искажению временного профиля лазерного импульса. Для компенсации данного эффекта нами предлагается оптическая схема модуляции интенсивности на основе волоконно-оптического эрбиевого усилителя с синхронной инжекцией встречного импульса в активную среду эрбиевого усилителя. Моделируемая система работает следующим образом: при помощи лазерного диода накачки в активной среде эрбиевого усилителя создается высокая инверсия населенности. Затем, на вход усилителя подается 300 нс сигнал имитирующий профиль импульса DFB-лазера с пилообразной формой тока инжекции, мощность переднего фронта входного сигнала при прохождении через высокоинверсное эрбиевое волокно существенно усиливается. В то же время, во встречном направлении подается более мощный оптический импульс с целью снижения инверсии населенности. Следовательно, к моменту прохождения через усилитель заднего фронта импульса DFB-лазера инверсия населенности существенно снижается и, соответственно происходит изменение формы входного сигнала. Наилучшие результаты выравнивания временного профиля результирующего импульса были получены с использованием встречного сигнала в форме распределения Гаусса и введением временной задержки между входным и встречными сигналами 14 нс.

Выводы.

В рамках данной работы мы исследовали оптическую схему, которая использует модуляцию перекрестного усиления в активной среде эрбиевого усилителя. В этом методе для модуляции временного профиля одного сигнала используется встречный сигнал заданной формы на другой длине волны. Возникающий в результате механизм перекрестного усиления между прямым и встречным сигналами позволяет значительно изменить форму оптического сигнала. В результате моделирования удалось существенно выровнять временной профиль изначального сигнала. Отличие интенсивности переднего и заднего фронтов импульса сократилась в 12,25 раз. А на протяжении 248 нс (82,6 %) максимальное отклонение мощности итогового импульса сохранялось в пределах 26,5 %. Таким образом, мы продемонстрировали, что применение метода амплитудной модуляции при помощи перекрестного усиления в активной среде эрбиевого усилителя позволяет существенно улучшить генерацию импульсов с переменной длиной волны на основе DFB лазерного диода.

Список использованных источников:

1. Njegovec M., Donlagic D. Rapid and broad wavelength sweeping of standard telecommunication distributed feedback laser diode //Optics Letters. – 2013. – Т. 38. – №. 11. – С. 1999-2001.
2. Lee H. S. et al. A fiber Bragg grating sensor interrogation system based on a linearly wavelength-swept thermo-optic laser chip //Sensors. – 2014. – Т. 14. – №. 9. – С. 16109-16116.
3. Li G. et al. The interrogation system for FBG sensing based on the InGaAs linear image sensor //Microwave and Optical Technology Letters. – 2008. – Т. 50. – №. 4. – С. 1101-1104.
4. Njegovec M., Donlagic D. Interrogation of FBGs and FBGs arrays using standard telecom DFB diode //Journal of Lightwave Technology. – 2016. – Т. 34. – №. 22. – С. 5340-5348.