

СТАБИЛИЗАЦИЯ СВЕТОМОДУЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА НА БАЗЕ РЕЗОНАТОРА ФАБРИ-ПЕРО ДЛЯ ОДНОМОДОВОГО УЗКОПОЛОСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Рещиков К.А.

Конойко А.И. – канд. физ.-мат. наук, доцент

Рассматривается метод амплитудной модуляции линейно поляризованного одномодового узкополосного излучения со стабилизацией светомодуляционных характеристик в волоконно-оптическом амплитудном модуляторе Фабри-Перо.

Электрооптические модуляторы на базе резонатора Фабри-Перо отличаются, по сравнению с другими типами электрооптических модуляторов, на порядок меньшими управляющими напряжениями [1]. Главным их недостатком, который ограничивает их использование в оптических системах локации, связи и обработки информации, является низкая стабильность их светомодуляционных характеристик при работе в реальных условиях, например, при изменении температуры.

Осуществить стабилизированную амплитудную модуляцию одномодового узкополосного излучения можно с использованием двух идентичных резонаторов Фабри-Перо и цепи коррекции. Оптическая схема такого модулятора приведена на рисунке 1.

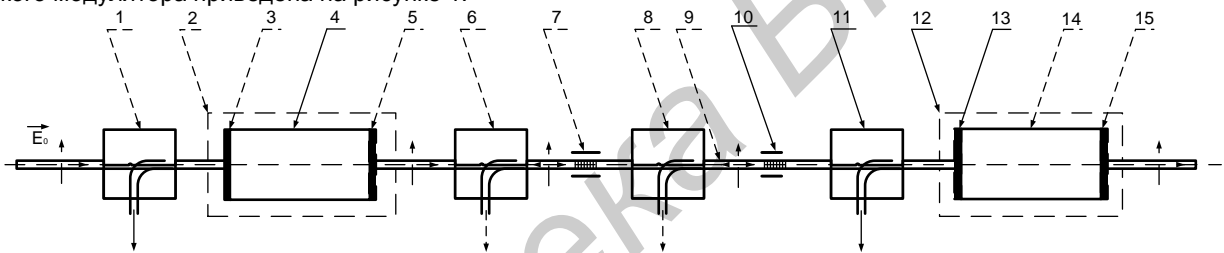


Рис. 1 – Оптическая схема модулятора

Контрольный резонатор 2, образованный зеркалами 3, 5 и электрооптическим элементом 4, служит для обнаружения изменения температуры. Модулирующий резонатор 12, идентичный резонатору 2, служит непосредственно для осуществления амплитудной модуляции излучения. В качестве электрооптического элемента в обоих резонаторах используется кристалл ниобата лития $LiNbO_3$, работающий в режиме поперечного электрооптического эффекта. Электрическое поле приложено вдоль оси z кристалла, свет поляризован вдоль оси z и распространяется перпендикулярно ей. При такой ориентации значение показателя преломления для светового пучка изменяется по формуле [2]:

$$n_z = n_e - \frac{1}{2} n_e^3 r_{33} E_z,$$

где n_e – показатель преломления необыкновенного луча при отсутствии электрического поля; r_{33} – электрооптический коэффициент; E_z – напряженность поля вдоль оси z кристалла.

Входное излучение проходит ответвитель 1 и контрольный резонатор 2. База резонатора 2 подобрана таким образом, что полосе спектра, занимаемой входным излучением, соответствуют три максимума характеристики светопропускания резонатора (рисунок 2). Спектр выходного излучения резонатора 2 при этом принимает вид трёх мод (рисунок 3). При дальнейшем распространении излучения боковые моды отражаются подобранными по длине волны брэгговскими решётками 7 и 10 соответственно и через ответвители 6 и 8 покидают оптическую схему. Центральная мода, проходя ответвитель 11 в прямом ходе, попадает в модулирующий резонатор 12. Ответвитель 1 служит для фильтрации излучения, отражённого входным зеркалом 3 резонатора 2, для исключения паразитной обратной связи между резонатором 2 и резонатором лазерного источника. Ответвитель 11 служит для фильтрации излучения, отражённого входным зеркалом 13 резонатора 12.

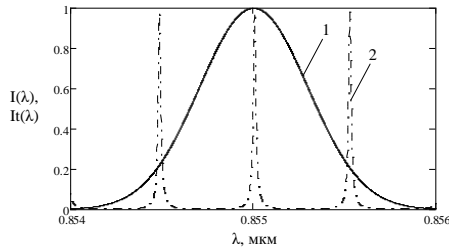


Рис. 2 – Спектр входного излучения (1) и характеристика светопропускания резонатора (2)

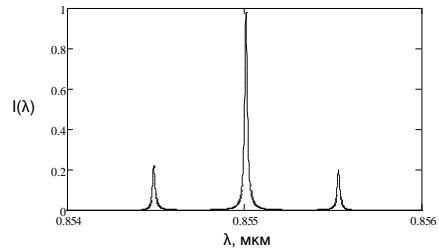


Рис. 3 – Спектр выходного излучения контрольного резонатора

Приложение модулирующего напряжения к электродам резонатора 12 приводит к изменению его базы вследствие изменения показателя преломления кристалла. Это приводит к смещению характеристики светопропускания резонатора относительно спектра его входного излучения и снижению мощности излучения на выходе модулятора. Таким образом осуществляется амплитудная модуляция излучения.

При изменении температуры база обоих резонаторов одинаково изменяется вследствие как теплового изменения показателя преломления, так и теплового расширения. При этом характеристика светопропускания смещается по длине волны. Это приводит к тому, что спектр выходного излучения контрольного резонатора изменяет свой вид (рисунки 4, 5). Таким образом, при изменении температуры мощность одной из боковых мод становится больше мощности другой боковой моды.

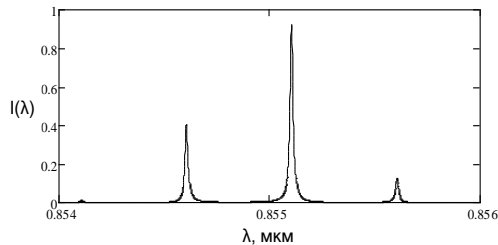


Рис. 4 – Спектр выходного излучения контрольного резонатора при увеличении базы

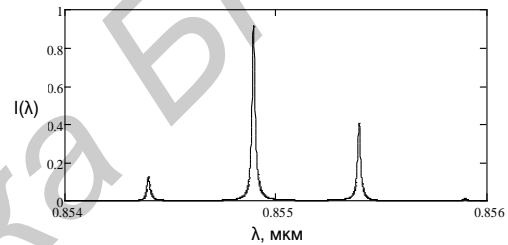


Рис. 5 – Спектр выходного излучения контрольного резонатора при уменьшении базы

Мощности боковых мод измеряются на выходах ответвителей 6 и 8, и полученные значения используются для формирования напряжения, корректирующего базу резонаторов. Это напряжение подаётся на оба резонатора и стабилизирует их рабочую точку.

Таким образом, в рассмотренной схеме осуществляется стабилизированная амплитудная модуляция одномодового узкополосного оптического излучения.

Список использованных источников:

1. Амплитудная модуляция света за счёт управления многолучевой интерференцией в интерферометре Фабри-Перо / А. И. Конойко [и др.] // Материалы международной конференции "Радиолокация, навигация, связь" Воронеж 2000г. Т.1.С.2094-2100.
2. Мустель, Е. П. Методы модуляции и сканирования света / Е. П. Мустель, В. Н. Парыгин. - М.: Наука, 1970. - 296 с.