

УДК 535.1  
ВЫБОР ПРИЗМЫ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ УГЛОВОЙ ДИСПЕРСИИ  
ПРИЗМЕННОГО УСТРОЙСТВА СВЯЗИ

Д.В. ТРАВНИКОВ

Научный руководитель А.В. ШУЛЬГА  
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методы волноводной спектроскопии, хорошо зарекомендовавшие себя для исследования оптических параметров планарных диэлектрических волноводов, дают возможность восстановления пространственно-энергетических характеристик узконаправленных световых пучков. Они основаны на анализе профиля  $m$ -линии, образованной в результате отражения светового пучка от призмного элемента связи при возбуждении волноводной моды. При этом данные методы были в основном рассчитаны на применение в качестве источника излучения монохроматических излучателей, таких как газовые лазеры, спектральную ширину линии которых можно считать бесконечно узкой. Иначе дело обстоит в случае использования источников излучения, имеющих определенную ширину линии, которая приводит к тому, что в результате волноводной дисперсии планарного диэлектрического волновода в отраженном свете будет наблюдаться наложение  $m$ -линии от каждой хроматической компоненты светового пучка. Результирующая  $m$ -линия будет отличаться от  $m$ -линии монохроматического пучка, что приведёт к ошибке измерения. Возникает вопрос: возможно ли компенсировать дисперсию углового положения  $m$ -линии в заданном спектральном диапазоне, и каким образом это реализовать?

Угловое положение  $m$ -линии  $\varphi$  и волноводный показатель преломления  $N$  планарного диэлектрического волновода связаны соотношением:

$$N(\lambda) = n_p(\lambda) \sin \beta, \quad (1)$$

где  $\beta = \Theta_p - \arcsin \gamma$  – угол падения луча на основание призмы связи;

$$\gamma = \sin \alpha = \frac{n_a}{n_p} \sin \varphi,$$

где  $\alpha$  – угол падения отражённого луча на выходную грань призмы.

Дифференцируя выражение (1) по длине волны  $\lambda$  и, полагая, что материальная дисперсия призмы связи зависит от длины волны  $n_p = n_p(\lambda)$ , можно получить выражение для дисперсии углового положения  $m$ -линии соответствующего призмного элемента связи.

$$\frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{(\sin \beta \sqrt{1-\gamma^2} + \gamma \cos \beta) \frac{dn_p}{d\lambda} - \sqrt{1-\gamma^2} \frac{dN}{d\lambda}}{n_a \cos \varphi \cos \beta} . \quad (2)$$

Угол падения и отражения пучка от основания призмы  $\beta$ , угол его падения на выходную грань призмы  $\alpha$  и угол при основании призмы  $\Theta_p$  связаны соотношением

$$\Theta_p = \alpha + \beta . \quad (3)$$

Из данного уравнение вытекает условие нулевой дисперсии углового положения  $m$ -линии.

$$(\sin \beta \sqrt{1-\gamma^2} + \gamma \cos \beta) \frac{dn_p}{d\lambda} = \sqrt{1-\gamma^2} \frac{dN}{d\lambda} . \quad (4)$$

Выполнив преобразования после подстановки выражений 2 и 3 в выражение 4, получим выражение, определяющее угол при основании призмы  $\Theta_p$ , которому соответствует нулевая дисперсия углового положения  $m$ -линии для заданной длины волны.

$$\Theta_p = \arctg \left( \sqrt{1 - \frac{N^2}{n_p^2} \left( \frac{dn_p}{dN} - \frac{N}{n_p} \right)^{-1}} \right) .$$

Таким образом, возможна реализация призмленного элемента связи с нулевой дисперсией углового положения  $m$ -линии путём подбора призмы связи с определённым углом при основании и заданной величиной материальной дисперсии.