

Применение метода распространения луча для расчета интенсивности световой волны в диэлектрическом волноводе с изгибом

Научный руководитель

к.ф. – м.н., Т.К. Болецкая

Выполнил студент гр.

ФРМ-702-0

Отмахов К.А

Цель работы: расчет полей направляемых мод в волноводе с изгибом.

Для достижения этой цели нужно решить следующие задачи.

- Изучить электромагнитную теорию распространения волн в диэлектрических волноводах.
- Изучить метод распространения луча решения волнового уравнения.
- Написать программу в среде Matlab, реализующую расчет полей направляемых мод в волноводе с изгибом.
- Выполнить расчет распределений интенсивностей полей направляемых мод в волноводе с изгибом.

$$\Delta E + k^2 n^2(x, y, z) E = 0 \quad (1)$$

$$E(x, y, z) = \phi(x, y, z) \exp(-j\beta z) \quad (2)$$

$$\beta \approx kn_0 \quad (3)$$

$$n^2 - n_0^2 \cong 2n_0(n - n_0) \quad (4)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = -j \frac{1}{2kn_0} \nabla^2 \phi - jk[n - n_0]\phi \quad (5)$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \quad \rightarrow \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \quad (6)$$

$$n \rightarrow N = n - j\kappa \quad (7)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = -j \frac{1}{2kn_0} \nabla^2 \phi - \alpha \phi - jk [n(x, z) - n_0] \phi \quad (8)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial z} = (\mathbf{A} + \mathbf{B}) \phi \quad (9)$$

$$\mathbf{A} = -j \frac{1}{2kn_0} \nabla^2 \quad (10)$$

$$\mathbf{B} = -\alpha(x, z) - jk [n(x, z) - n_0] \quad (11)$$

$$\phi(x, z + h) = \exp[h(\mathbf{A} + \mathbf{B})] \phi(x, z) \quad (12)$$

$$\exp(h\mathbf{A} + h\mathbf{B}) \cong \exp(h\mathbf{A}) \exp(h\mathbf{B}) \quad (13)$$

$$\exp(h\mathbf{A} + h\mathbf{B}) = \exp\left(\frac{h\mathbf{A}}{2}\right) \exp(h\mathbf{B}) \exp\left(\frac{h\mathbf{A}}{2}\right) \quad (14)$$

$$\phi(x, z + h) = \exp\left(\frac{h\mathbf{A}}{2}\right) \exp(h\mathbf{B}) \exp\left(\frac{h\mathbf{A}}{2}\right) \phi(x, z) \quad (15)$$

1. Распространение в свободном пространстве на первой половине шага $h/2$:

$$\phi\left(x, z + \frac{h}{2}\right) = \exp\left(\frac{h\mathbf{A}}{2}\right)\phi(x, z) = F^{-1}\left[\exp\left(-\frac{j\delta\gamma h}{2}\right)F\{\phi(x, z)\}\right] \quad (16)$$

2. Потери (или усиление) и задержка фазы на всем шаге h :

$$\bar{\phi}\left(x, z + \frac{h}{2}\right) = \exp(h\mathbf{B})\phi\left(x, z + \frac{h}{2}\right) = \exp\left\{\frac{h}{2}[\mathbf{B}(z) + \mathbf{B}(z + h)]\right\}\phi\left(x, z + \frac{h}{2}\right) \quad (17)$$

3. Распространение в свободном пространстве на второй половине шага $h/2$:

$$\phi(x, z + h) = \exp\left(\frac{h\mathbf{A}}{2}\right)\bar{\phi}\left(x, z + \frac{h}{2}\right) = F^{-1}\left[\exp\left(-\frac{j\delta\gamma h}{2}\right)F\left\{\bar{\phi}\left(x, z + \frac{h}{2}\right)\right\}\right] \quad (18)$$

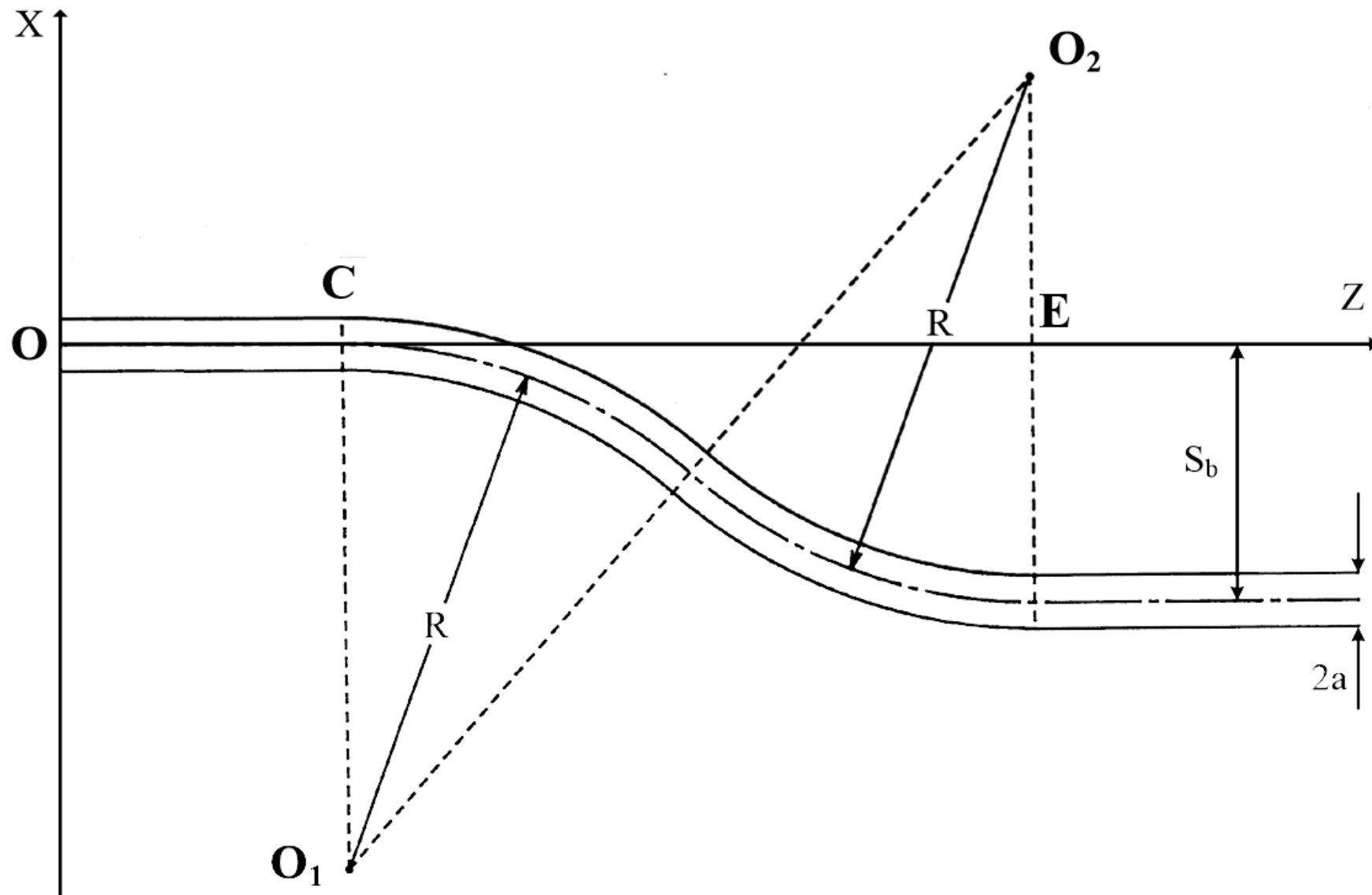


Рисунок 1. Оптический волновод с изгибом.

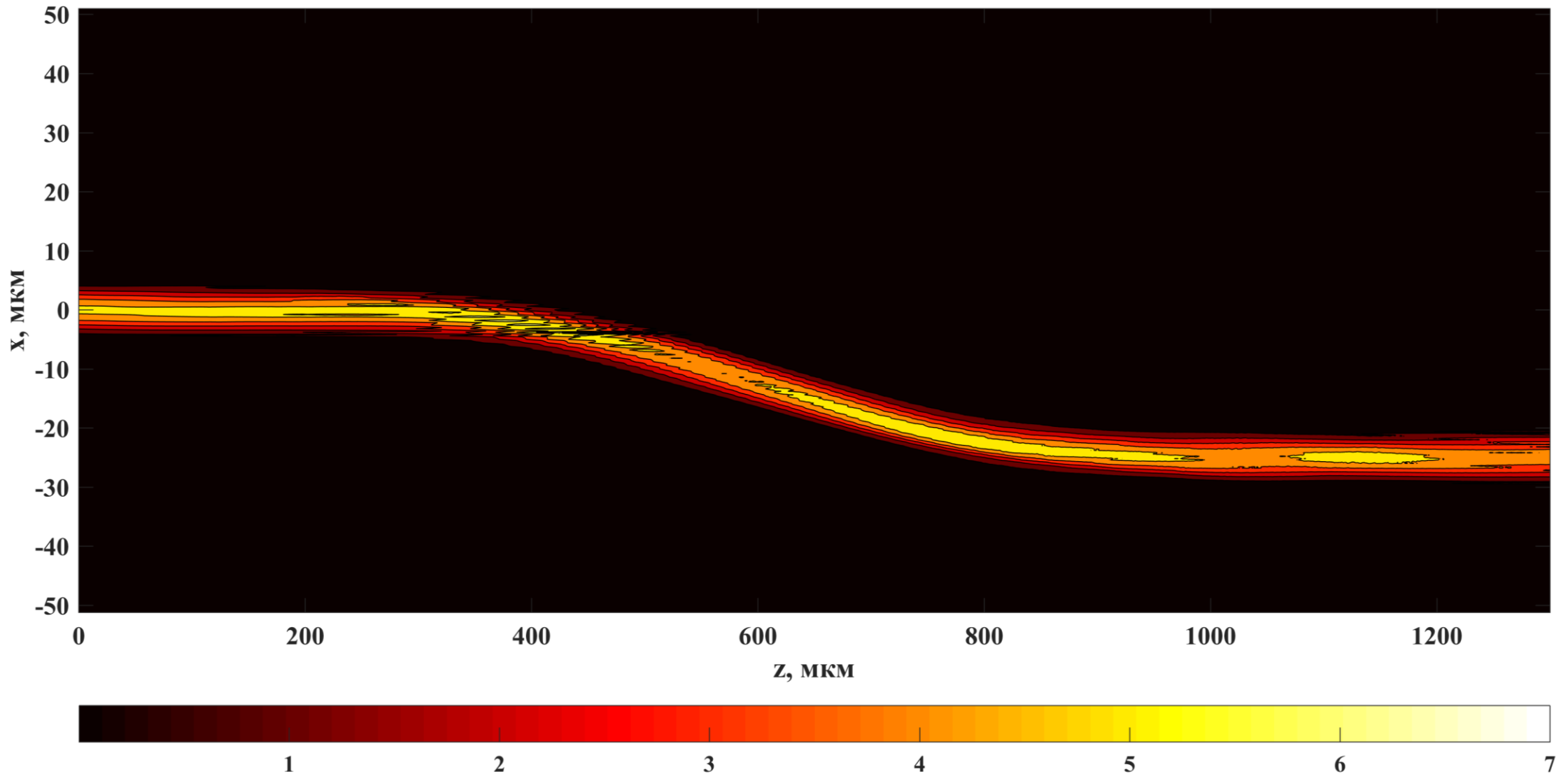


Рисунок 2. Распределение интенсивности света в волноводе с изгибом

Заключение

В ходе работы изучен метод распространения луча, написана и отлажена программа, реализующая метод распространения луча для расчета полей направляемых мод.

Выполнены расчеты распределений интенсивностей полей направляемых мод в волноводе с изгибом. Вычислены потери энергии волны при распространении ее в волноводе вследствие излучения за пределы волноводного канала.

Список литературы

- **Адамс М.** Введение в теорию оптических волноводов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – с. 512 ил.
- **Маркузе, Д.** Оптические волноводы/ Маркузе Д.; Перевод с англ. В.В. Шевченко – М.: Мир, 1974 – 576 с.
- **Katsunari Okamoto**, Fundamentals of Optical Waveguides/ Katsunari Okamoto,, 2006. – 561 с.