

# Расчет характеристик ARROW-волноводов

выполнена  
студенткой группы ФРМ-702-О-03

Карина В.Д.

Научный руководитель:

к.ф.-м.н., доцент кафедры ЭФир

Болецкая Т.К.

## Цель работы– расчет характеристик многослойных ARROW волноводов

Для достижения этой цели нужно сделать следующее.

1. Изучить электромагнитную теорию многослойных планарных волноводов.
2. Написать программу, для расчета постоянных распространения направляемых мод многослойного планарного волновода.

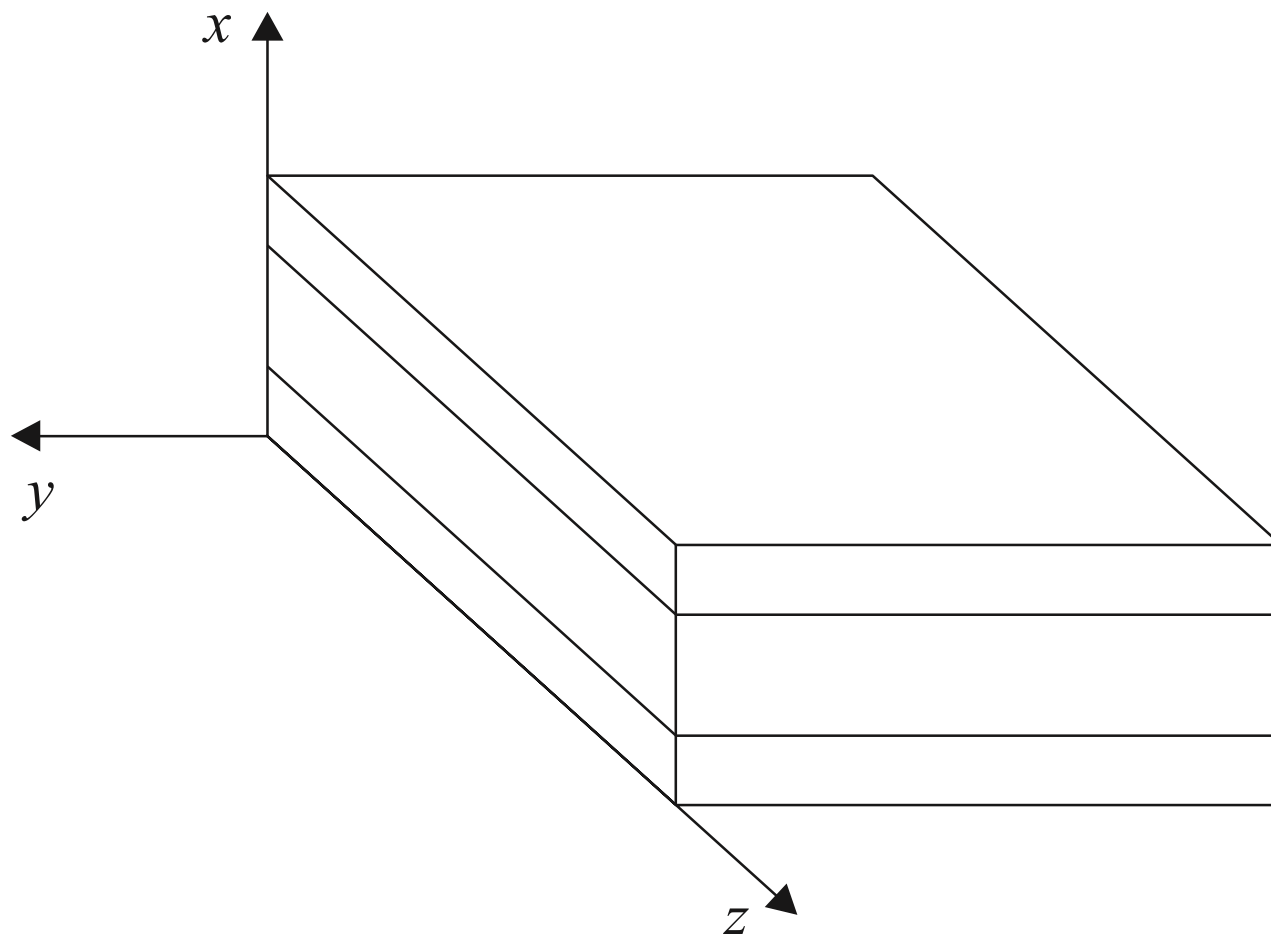


Рис. 1. Многослойный диэлектрический  
ВОЛНОВОД.

$$E_y(x, z) = \psi(x) e^{i\beta z}$$

$$\frac{d^2\psi(x)}{dx^2} + (n^2(x)k^2 - \beta^2)\psi(x) = 0 \quad (2)$$

$$k = 2\pi/\lambda$$

$$\frac{\psi_{i+1} - 2\psi_i + \psi_{i-1}}{h^2} + \left( n^2(x_i) k^2 - \beta^2 \right) \psi_i = 0 \quad (3)$$

$$\psi_i = \psi(x_i)$$

$$x_i = (i-1)h, i = 1, 2, \dots, N = D/h$$

$$(A - \alpha^2 I)\Psi = 0 \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{\beta}{k}$$

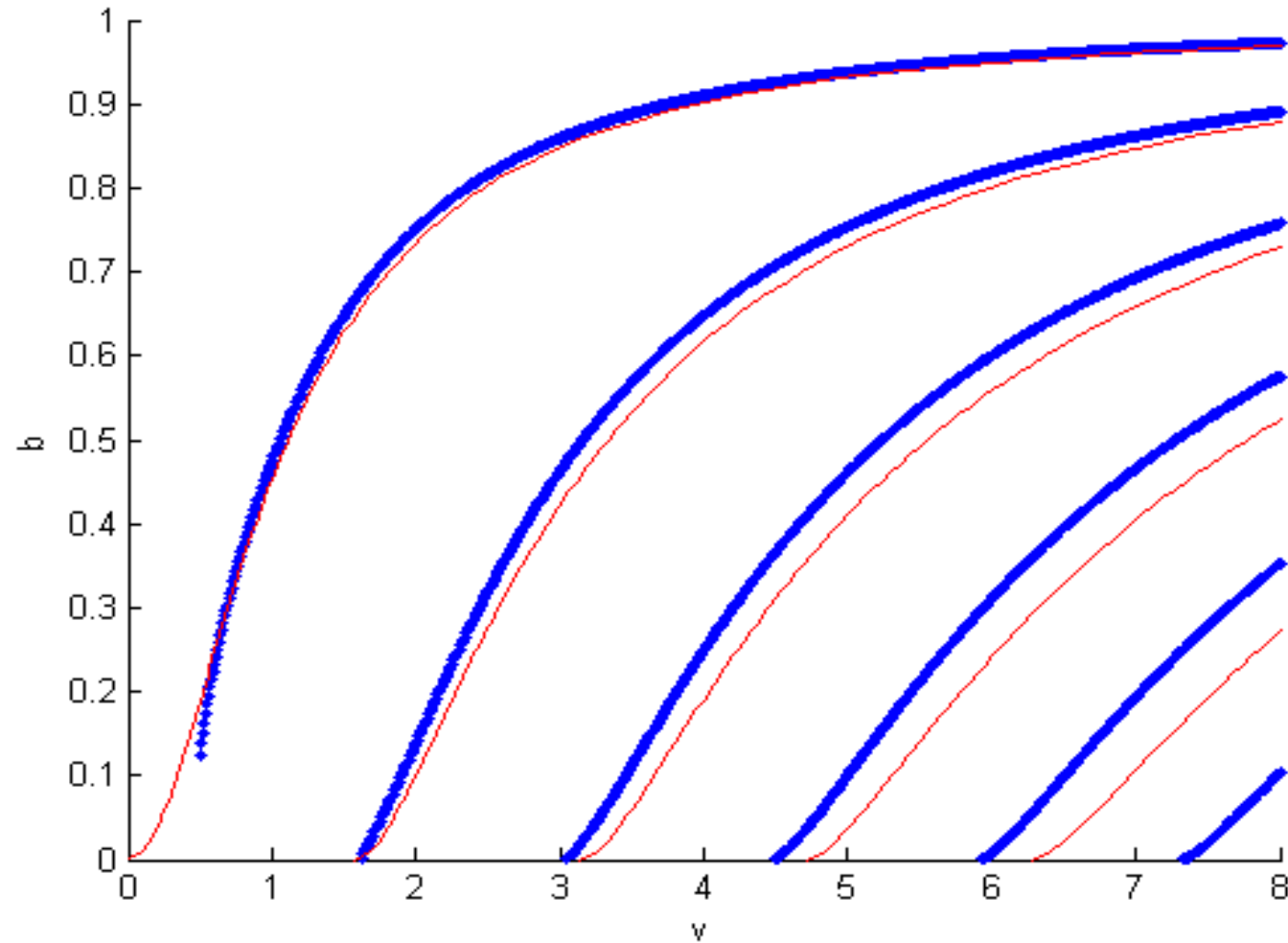
$$\Psi = \begin{pmatrix} \psi_0 \\ \psi_1 \\ \vdots \\ \psi_{N-1} \end{pmatrix}$$

$$A_{ii} = -2 + n^2(x_i)k^2h^2 \quad (5)$$

$$A_{i,i-1} = A_{i,i+1} = 1 \quad (6)$$

$$v = ka\sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (7)$$

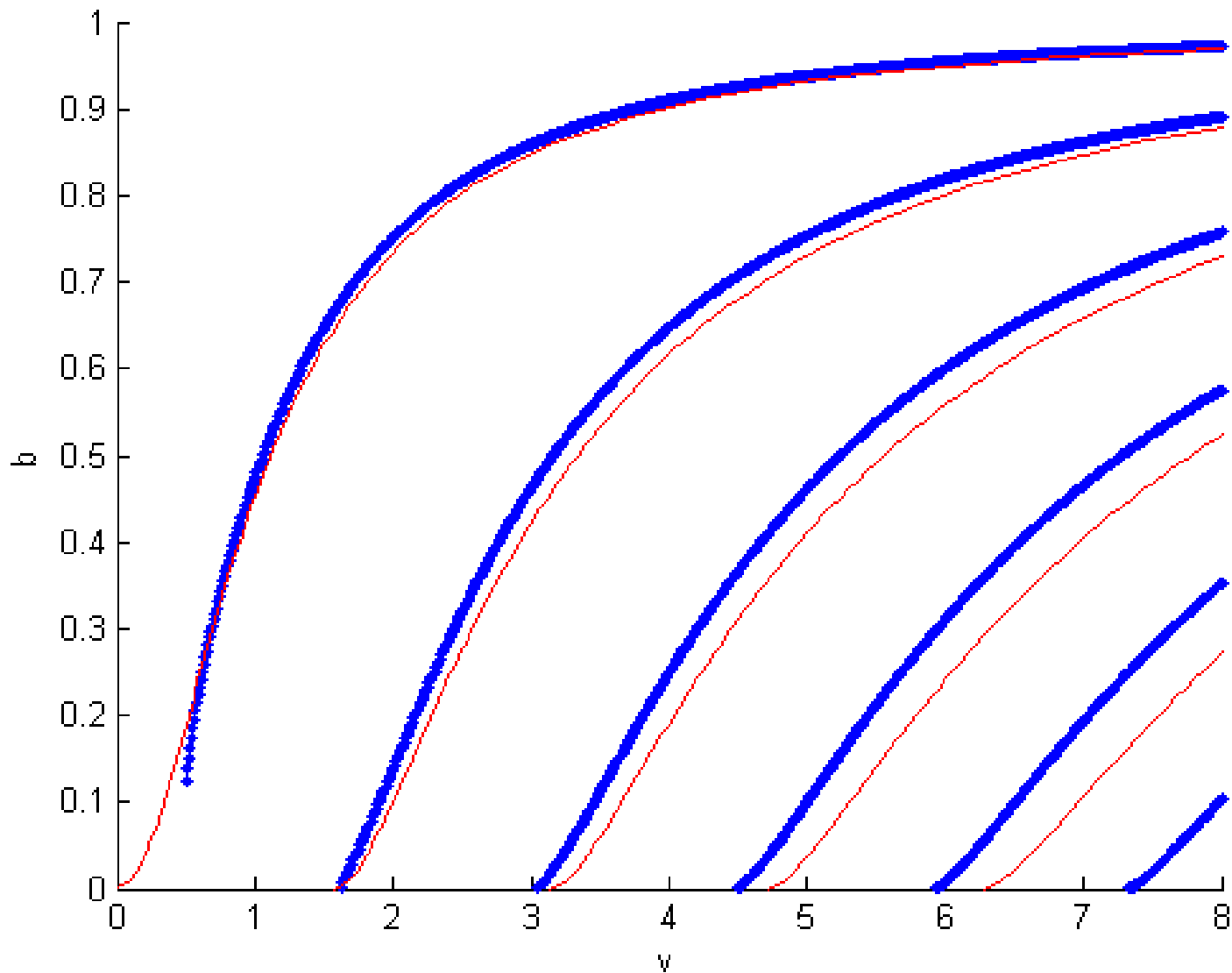
$$b = \frac{\alpha^2 - n_2^2}{n_1^2 - n_2^2} \quad (8)$$



$$n_2 = n_3$$

$$n_1 > n_2$$

Рис. 2. Зависимости постоянных распространения от нормированной частоты для трехслойного симметричного волновода



$$a = 1$$

$$L = 5$$

$$h = \frac{a}{10}$$

Рис. 2. Зависимости постоянных распространения от нормированной частоты для трехслойного симметричного волновода



$$\lambda = 0.6328 \text{ MKM}$$

$$n_s = 1.5 \quad n_c = 1$$

$$n_1 = 1.66 \quad n_2 = 1.6$$

$$n_3 = 1.53 - i1.53 \cdot 10^{-4}$$

$$n_4 = 1.66 - i1.66 \cdot 10^{-4}$$

$$d = 0.5 \text{ MKM} \quad L = 10 \text{ MKM}$$

# Таблица 1. Постоянные распространения направляемых TE-мод шестислойного волновода с диэлектрическими потерями

мода	Нормированная постоянная распространения $\alpha = \alpha' - i\alpha''$		Нормированная постоянная распространения $\alpha = \alpha' - i\alpha''$ результаты [1]	
	$\alpha'$	$\alpha''$	$\alpha'$	$\alpha''$
$TE_0$	1.6228	$6.71 \cdot 10^{-7}$	1.6226	$6.74 \cdot 10^{-7}$
$TE_1$	1.6055	$1.66 \cdot 10^{-4}$	1.6051	$1.66 \cdot 10^{-4}$
$TE_2$	1.5572	$2.08 \cdot 10^{-5}$	1.5570	$2.11 \cdot 10^{-5}$
$TE_3$	1.5037	$5.56 \cdot 10^{-5}$	1.5034	$5.52 \cdot 10^{-5}$

[1] А. Г. Ржанов, С.Э. Григас Алгоритм численного расчета волноводных и вытекающих многослойных оптических волноводов, ЖТА, 2010, том 80, вып.11, с. 67-72.

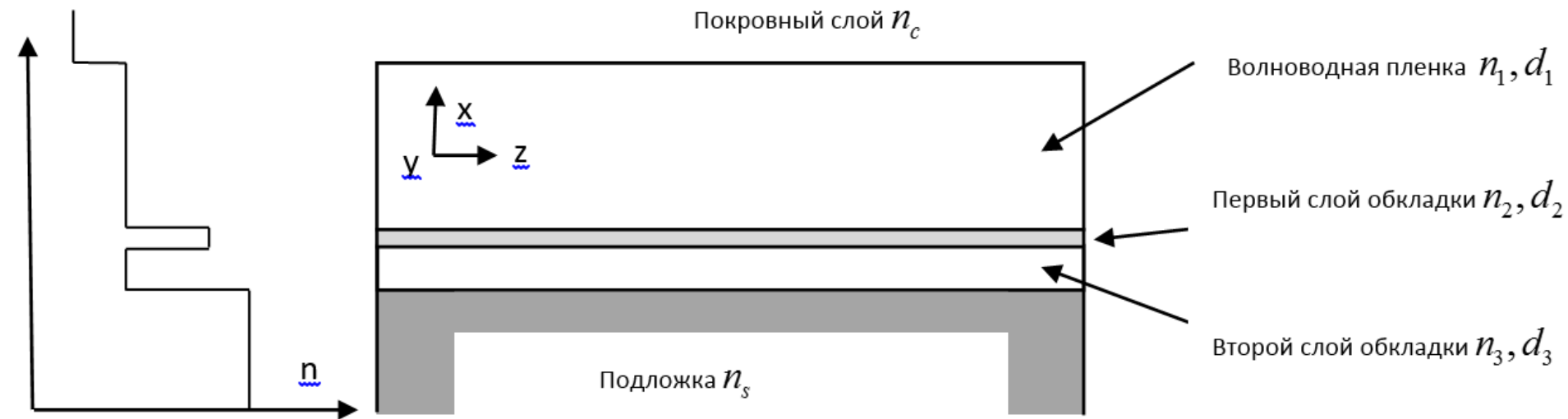


Рис. 3. Схема ARROW волновода и график зависимости показателя преломления вдоль оси, перпендикулярной слоям.

$$\lambda = 0.6328 \text{ MKM}$$

$$n_s = 3.85 \quad n_c = 1$$

$$n_1 = 1.46 \quad n_2 = 2.3 \quad n_3 = 1.46$$

$$d_1 = 6.3\lambda \quad d_2 = 0.142\lambda \quad d_3 = 3.15\lambda$$

$$L = 5 \text{ MKM}$$

$$h = \frac{d_2}{2}$$

## Таблица 2. Постоянные распространения направляемых TE-мод ARROW-волновода

мода	Нормированная постоянная распространения $\alpha$	Нормированная постоянная распространения $\alpha$ результаты [2]
	$\alpha$	$\alpha$
$TE_1$	1.4578	1.4578379
$TE_2$	1.4521	1.45188
$TE_3$	1.4513	1.45123
$TE_4$	1.4406	1.44042
$TE_5$	1.4284	1.4269
$TE_6$	1.4251	1.42489

[2] Стрилец Т.С., Котляр В.В., Налимов А.Г. Моделирование волноводных режимов в многослойных структурах, Компьютерная оптика, 2010, том 34, вып. 4, с. 487-493.

# Заключение

В ходе выполнения работы изучена электромагнитная теория многослойных планарных волноводов. Написана программа для расчета постоянных распространения направляемых мод многослойного диэлектрического волновода, как без поглощения, так и с поглощением. Вычислены постоянные распространения для 6-ти слойного волновода с поглощением и ARROW – волновода

# Список литературы

- 1. Ржанов А. Г., Григас С.Э.** Алгоритм численного расчета волноводных и вытекающих мод многослойных оптических волноводов, ЖТФ, 2010, том 80, вып. 11, с. 67-72.
- 2. Стрилец Т.С., Котляр В.В., Налимов А.Г.** Моделирование волноводных режимов в многослойных структурах, Компьютерная оптика, 2010, том 34, вып. 4, с. 487-493.
- 3. Адамс М.** Введение в теорию оптических волноводов/ М. Адамс; Перевод с англ. С.Г. Кривошлыков – М.: Мир, 1984 – 513 с.
- 4. Калиткин Н. Н.** Численные методы/ Н. Н.Калиткин; – М.: Наука, 1978 – 512 с.
- 5. Baba, T.; Kokubun, Y.** Dispersion and radiation loss characteristics of antiresonant reflecting optical waveguides – numerical results and analytical expressions. IEEE J. Quantum. Electron. 1992, v. 28, p. 1689–1700.