

**Омский государственный университет им. Ф.М.
Достоевского**

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ И РАДИОФИЗИКИ

**ПРИБЛИЖЁННЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА
ПОЛОСКОВО-НАГРУЖЕННОГО
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА**

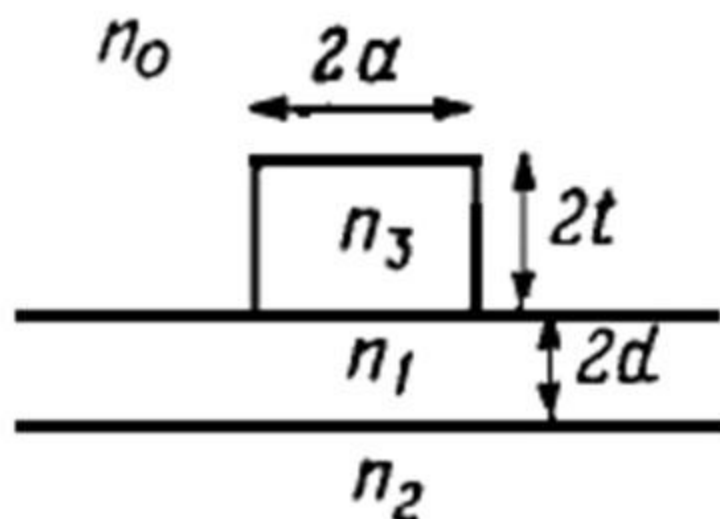
Выполнил студент группы ФРМ-302-О_07
Андреев В.В.

Научный руководитель к.ф.-м.н., доцент
Болецкая Т.К.

г. Омск - 2014

Цель

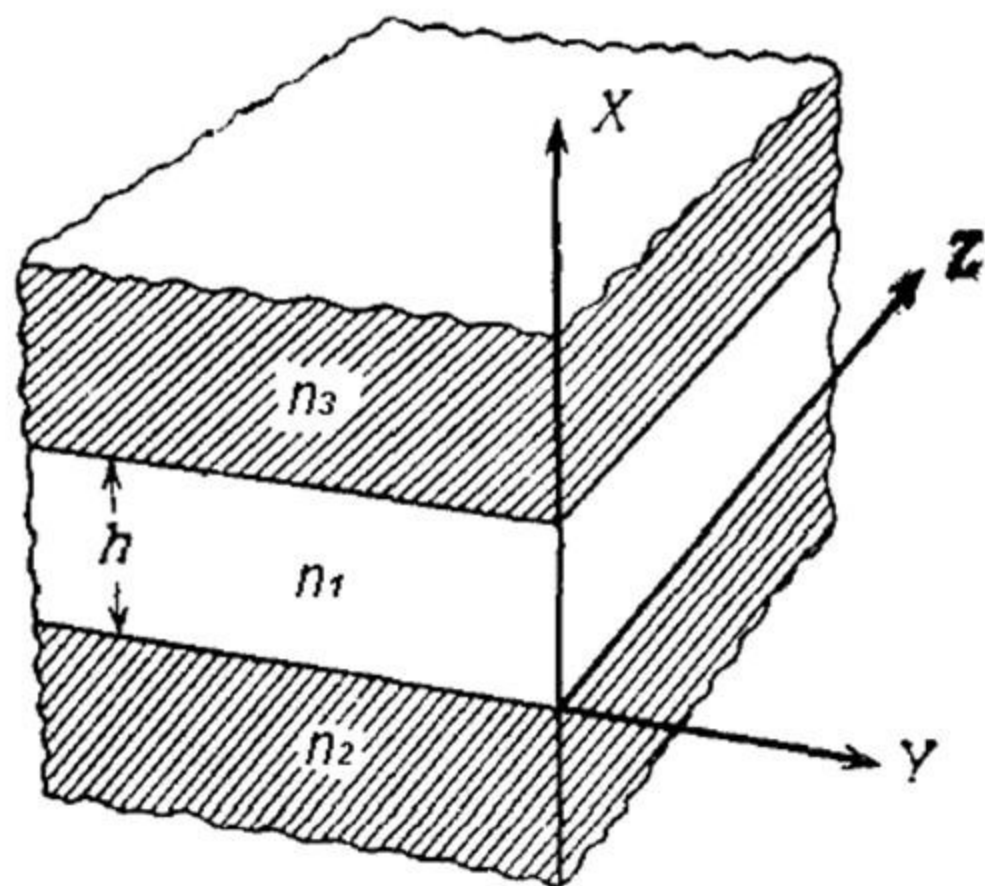
- Расчёт постоянных распространения полосково-нагруженного волновода.



Задачи

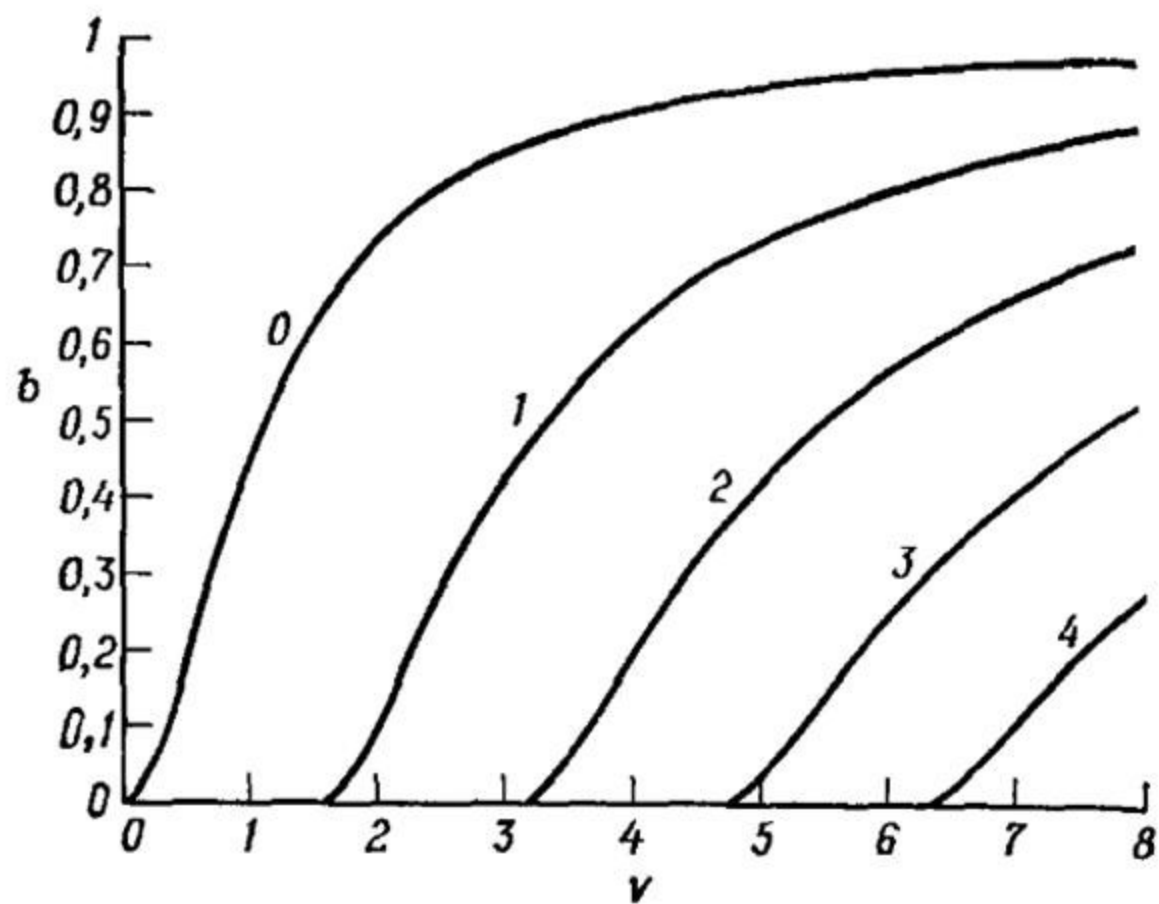
- Изучение теории планарных многослойных волноводов.
- Написание программы для вычисления постоянных распространения четырёхслойных и трёхслойных планарных волноводов как симметричных, так и несимметричных.

Планарные волноводы



$$n_1 > n_2,$$

$$n_1 > n_3.$$

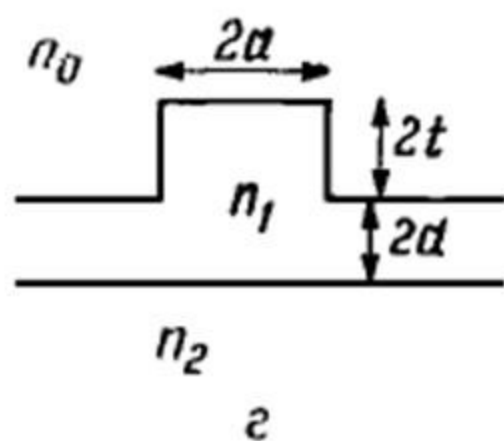
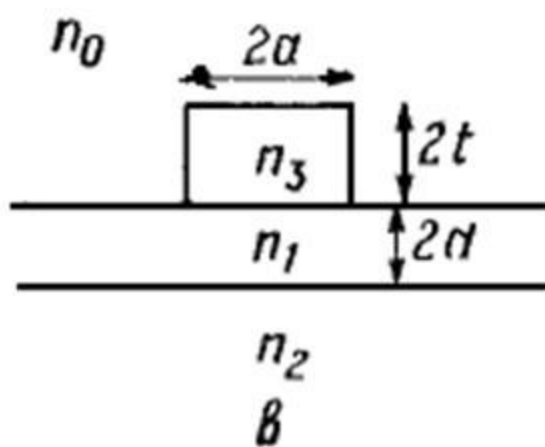
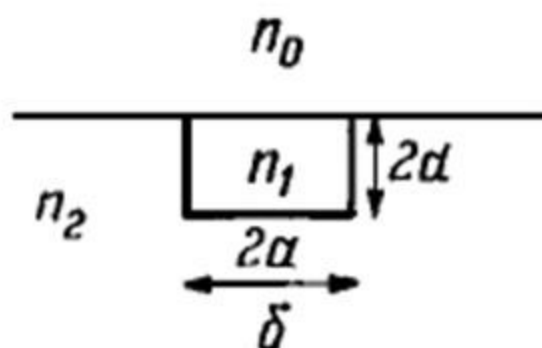
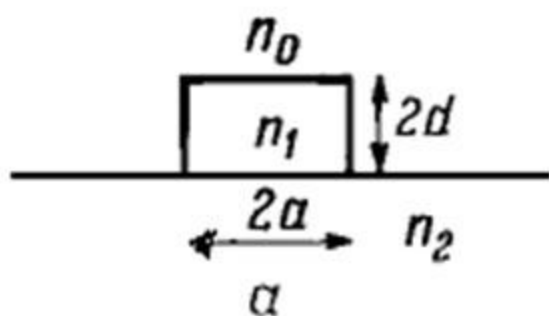


$$v = kh_{eff} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

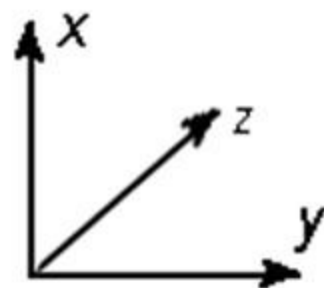
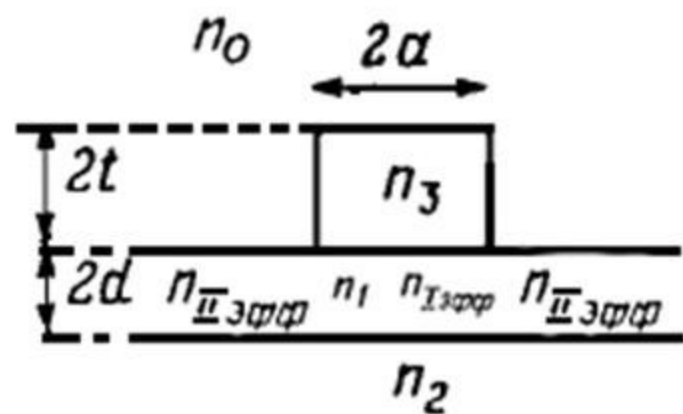
$$b = \frac{N_{eff}^2 - n_2^2}{n_1^2 - n_2^2}$$

$$N_{eff} = \beta / k$$

Полосковые волноводы



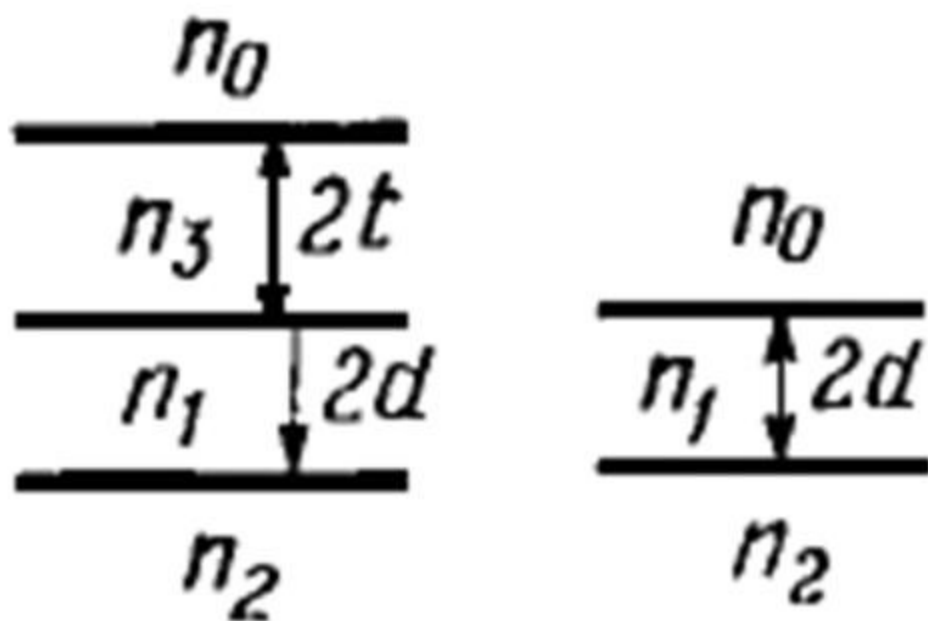
Полосково-нагруженный ВОЛНОВОД



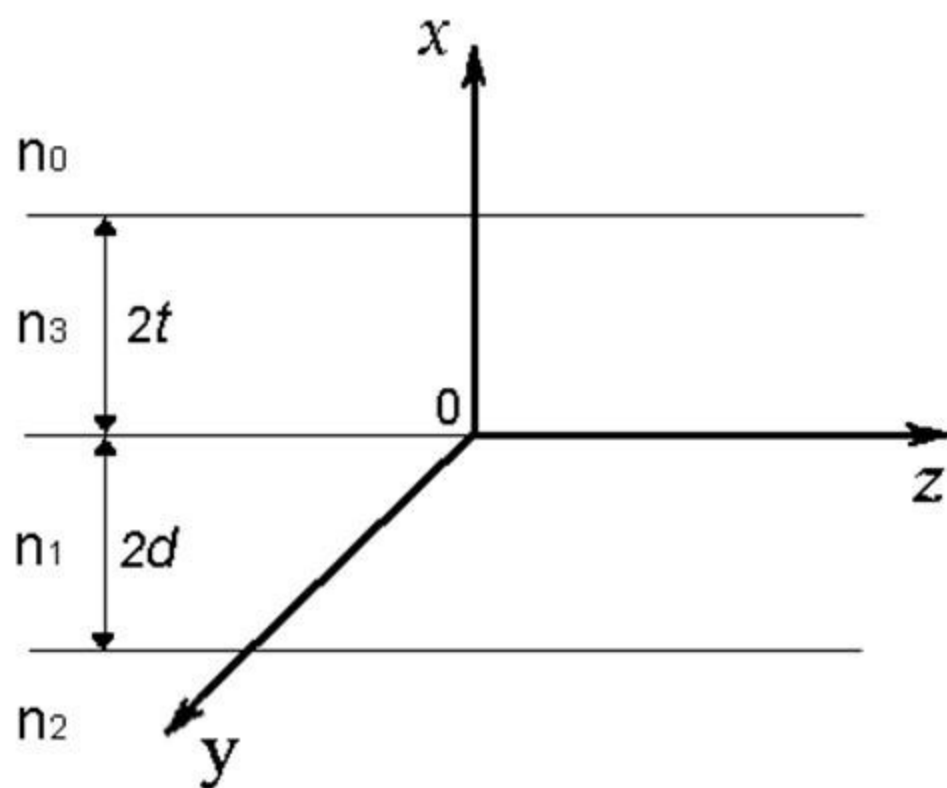
$$n_3 > n_0, \quad n_1 > n_3$$

$$n_{Iэфф} > n_{IIэфф}$$

Четырёхслойный и трёхслойный планарные волноводы



Четырёхслойный волновод



$$n_1 \geq n_3 \geq n_0 \geq n_2$$

Характеристическое уравнение для четырёхслойного волновода

$$2h_1 d = \operatorname{arctg} \left(\frac{h_3}{h_1} \frac{1 - \eta e^{-4h_3 t}}{1 + \eta e^{-4h_3 t}} \right) + \operatorname{arctg} \frac{h_2}{h_1} + \pi M, \quad (1)$$

$$\eta = \frac{h_3 - h_0}{h_3 + h_0}, \quad h_0^2 = \beta^2 - k^2 n_0^2, \quad h_1^2 = k^2 n_1^2 - \beta^2,$$

$$h_2^2 = \beta^2 - k^2 n_2^2, \quad h_3^2 = \beta^2 - k^2 n_3^2.$$

Характеристическое уравнение четырёхслойного волновода при

$$n_2 = n_3$$

$$2v_0 \sqrt{1-x^2} = M\pi + \operatorname{arctg} \left(\frac{x}{\sqrt{1-x^2}} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{x}{\sqrt{1-x^2}} \frac{1 - \eta e^{-4v_0 x t/d}}{1 + \eta e^{-4v_0 x t/d}} \right), \quad (2)$$

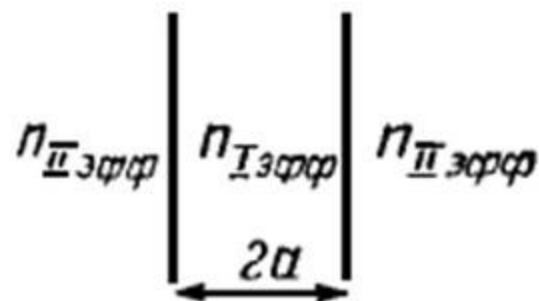
$$v_0^2 = k^2 d^2 (n_1^2 - n_2^2), \quad c_0^2 = \frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 - n_2^2}, \quad w_0^2 = d^2 (\beta^2 - k^2 n_2^2),$$

$$\eta = \frac{x - \sqrt{x^2 - 1 + c_0^2}}{x + \sqrt{x^2 - 1 + c_0^2}}, \quad x = w_0 / v_0.$$

Эффективная нормированная частота

$$v_{eff}^2 = a^2 k^2 \left(n_{Iэфф}^2 - n_{IIэфф}^2 \right) = v^2 (b_I - b_{II}), \quad (3)$$

$$v^2 = a^2 k^2 \left(n_1^2 - n_2^2 \right). \quad (4)$$



Симметричный трёхслойный планарный волновод

$$2h_{1\varepsilon\phi\phi}a = \pi M + 2\arctg \frac{h_{2\varepsilon\phi\phi}}{h_{1\varepsilon\phi\phi}}, \quad (5)$$

$$h_{1\varepsilon\phi\phi} = kn_{I\varepsilon\phi\phi}^2 - \beta^2, \quad h_{2\varepsilon\phi\phi} = \beta^2 - kn_{II\varepsilon\phi\phi}^2, \quad (6)$$

$$\mathbf{b} = 1 - a^2 \left(k^2 n_{I\varepsilon\phi\phi}^2 - \beta^2 \right) / v_{eff}^2. \quad (7)$$

Характеристики волновода

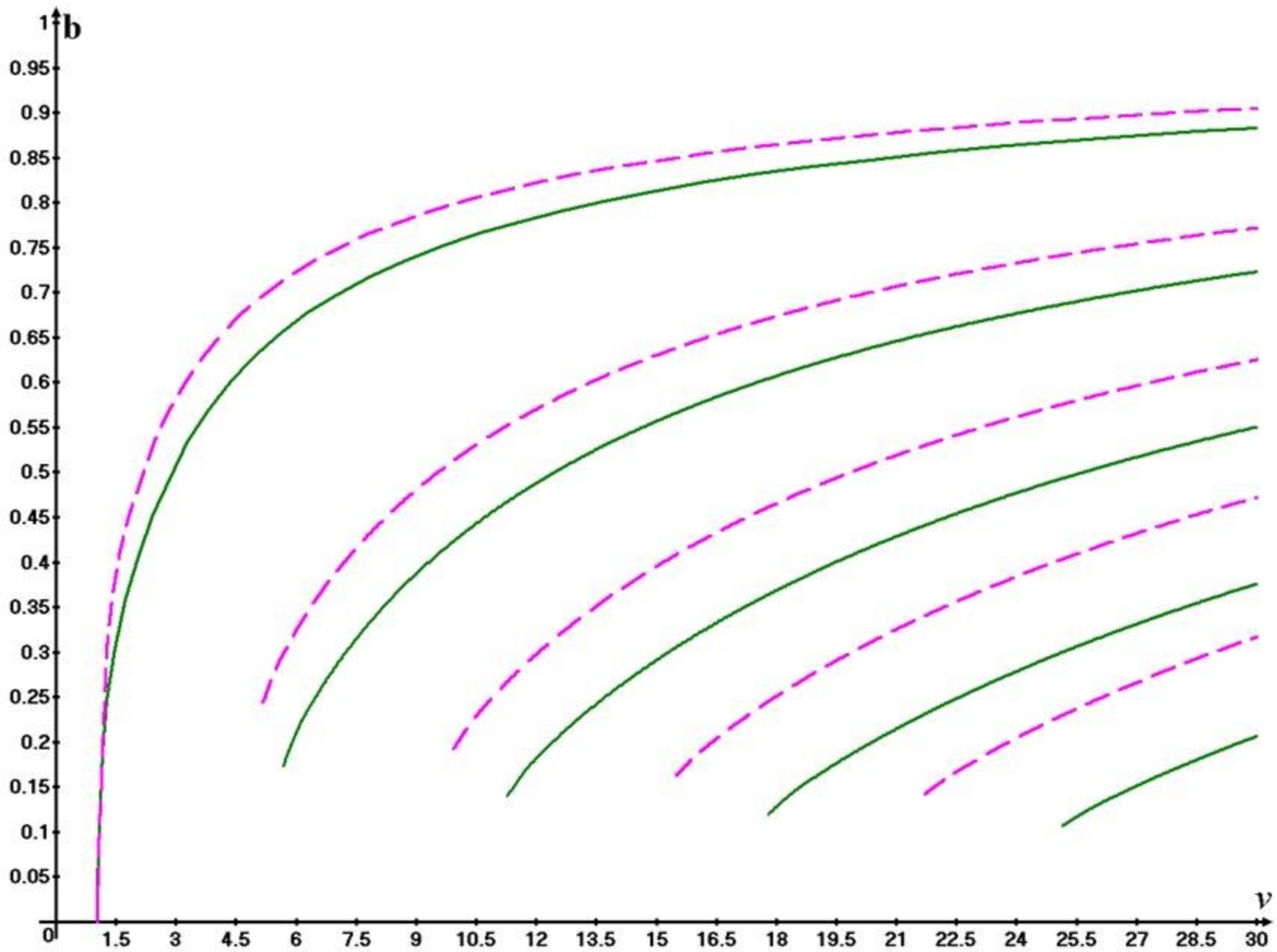
$$n_0 = 1.000;$$

$$n_1 = 2.234;$$

$$n_2 = n_3 = 2.214;$$

$$1) \quad c_0^2 = 4.0;$$

$$2) \quad c_0^2 = 44.8;$$



Заключение

- При выполнении работы была изучена теория многослойных волноводов и написаны программы для вычисления постоянных распространения четырёхслойного планарного волновода, трёхслойных симметричных и асимметричных планарных волноводов.
- Были рассчитаны постоянные распространения полосково-нагруженного волновода.

Список использованной литературы

- Унгер, Х. Планарные и волоконные оптические волноводы / Унгер Х.; Перевод с англ. В.В. Шевченко – М.: Мир, 1980. – 640 с.
- Адамс, М. Введение в теорию оптических волноводов / Адамс М.; Перевод с англ. С.Г. Кривошлыкова – М.: Мир, 1984. – 513 с.
- Лазарев, Ю. М. Моделирование процессов и систем в Matlab / Лазарев Ю. М. – СПб.: Питер, 2005. – 512 с.
- Хансперджер, Р. Интегральная оптика. Теория и технология / Хансперджер Р.; Перевод с англ. В.Ш. Берикашвили – М.: Мир, 1985. – 384 с.

Спасибо за внимание!