Федеральное агентство образования и науки Российской Федерации

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**

**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники

Применение методов вычислительной математики

Пояснительная записка к курсовой работе по информатике

|  |  |
| --- | --- |
|   | Студент группы 164\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г. |
|  | РуководительАспирант кафедры \_\_\_\_\_\_\_\_\_«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. |

**РЕФЕРАТ.**

Курсовая работа 26 с., 9 рис., 2 источника, 3 приложения.

МЕТОД ДИХОТОМИИ, ДИСПЕРСИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, НАПРАВЛЯЮЩИЕ УГЛЫ, ПЛАНАРНЫЙ ВОЛНОВОД, ПРОФИЛИ ТЕ-МОД.

Объектом исследования является асимметричный планарный волновод, предназначенный для распространения в нём ТЕ-мод.

Цель работы – разработка програмного обеспечения для расчёта дисперсионной характеристики планарного волновода, нахождения направляющих углов для ТЕ-мод и построения соответствующих им профилей.

В процессе работы реализована программа для расчёта дисперсионной характеристики планарного волновода, отработана методика нахождения корней уравнений численными методами.

В результате исследования получены зависимости количества, направляющих углов и профилей ТЕ-мод от характеристик волновода и длины волны излучения.

Пояснительная записка к дипломной работе выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2002.

"УТВЕРЖДАЮ"

Зав.каф.

\_\_\_\_\_\_\_\_.

"\_\_\_" г.

ЗАДАНИЕ № 9

на курсовую работу по дисциплине "ИНФОРМАТИКА"

студенту гр.

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы: ***применение методов вычислительной математики***
2. Срок сдачи работы на кафедру -
3. Содержание работы и сроки выполнения работы:

3.1. Изучение задания и рекомендованной литературы - *2я неделя.*

3.2. Разработка алгоритма решения и составление схемы алгоритма - *4я неделя*.

3.3. Составление программы для решения задачи в пакете MATHCAD - 7*я неделя*.

3.4. Написание программы и создание пользовательского интерфейса в среде программирования “Borland Delphi”. - *10я неделя.*

3.5. Отладка программы на ПК. - *12я неделя.*

3.6. Выполнение вычислений на ПК. - *14я неделя.*

3.7. Оформление пояснительной записки в соответствии с требованиями к оформлению курсовых работ. - *15я неделя*.

1. Рекомендуемая литература:

4.1. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. - М.: Финансы и статистика, 1990г, - 240с.

4.2. Сергиевский М.В., Шалашов А.В., Турбо Паскаль 7.0., Язык, среда, программирования. - М.: Машиностроение. - 1994. - 254с.

4.3. Мудров А.Е., Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. - Томск : МП "РАСКО", 1991. - 272с.

4.4. Дьяконов В.П. Система MathCAD: Справочник, - М.: Радио и связь, 1993. - 128с.

4.5. Кудрявцев Е.М. Mathcad2000 Pro: - М.: ДМК Пресс, 2001. – 576 с.: ил.

1. Дополнительную литературу студент ищет самостоятельно в зависимости

от темы и сложности задания.

1. Исходные данные:
	1. Определить профили мод ТЕ в планарном волноводе, если профиль компоненты Еу задан в трех слоях как:

, *x*≤0

,

где - поперечные волновые числа 1, 2 и 3-й сред соответственно.

6.2.Дисперсионная характеристика для ТЕ-мод в планарном волноводе задается выражением:

где n1, n2, n3 – показатели преломления трех сред;

m – порядок моды;

θ – угол падения луча на границу раздела сред;

d – толщина волноводного слоя;

λ - длина волны света в вакууме.

- Построить семейство диспесионных характериситик для заданных значений n1, n2, n3, λ;

- Для заданного значения d определить количесвто направляемых мод и соответствующие углы ввода для каждой из них;

- Построить профили ТЕ мод распрастроняющихся в волноводе с заданными конструктивными параметрами.

6.3. Пункт 6.1.-6.2. повторить на пакете MATHCAD.

- Точность вычислений обеспечить не хуже 10-3.

- Ввод исходных данных организовать с помощью меню.

1. Состав пояснительной записки:

7.1. Титульный лист.

7.2. Аннотация.

7.3. Лист задания с подписью преподавателя.

7.4. Содержание.

7.5. Введение. Постановка задачи.

7.6. Математическое описание используемого метода для решения задачи. Кратко, понятно, лаконично изложение теории.

7.7. Описание алгоритма решения задачи и схема алгоритма.

7.8. Описание программы. Результаты решения.

7.9. Интерпретация результатов и выводы по проделанной работе.

7.10. Список используемой литературы.

7.11. Распечатка программы с комментариями (в виде приложения).

1. Отчетность по работе:

8.1. В ходе выполнения работы - отчетность по фактическому материалу в рабочей тетради ( в соответствии со сроками выполнения основных этапов, указанных в п.3).

8.2. Пояснительная записка, в обязательном порядке со всеми разделами по п.7. без исключения.

8.3. На дискете - передается: файл программы, подробное описание программы.

8.4. После оформления пояснительной записки - защита на кафедре.

Дата выдачи задания .

Подпись руководителя \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись студента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

#  Содержание:

### *РТФ КР.201129.001 ПЗ*

# Изм Лист № Документа Подпись Дата

#  *Разраб*.

*Проверил*

#  Лит. Лист Листов

 *5 26*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Введение | 6 |
| 2 | Математическое описание использованного для решения задачи метода | 7 |
| 3 | Описание алгоритма решения задачи и схема алгоритма | 8 |
| 4 | Описание программы | 15 |
| 5 | Результаты решения, их интерпретация и выводы по проделанной работе | 10 |
|  | 5.1 | Результаты работы программы | 10 |
|  | 5.2 | Результаты проверки в пакете «MathCAD» | 12 |
|  | 5.3 | Интерпретация результатов и выводы по проделанной работе | 13 |
| 6 | Список использованной литературы | 14 |
| 7 | Приложение А | 15 |
| 8 | Приложение В | 18 |
| 9 | Приложение С | 25 |

1. **Введение**

В этой работе перед нами ставится цель научиться применять некоторые численные методы при решении метематических задач при помощи ПК. Математическое моделирование процессов и явлений в различных областях науки и техники является одним из основных способов получения новых знаний и технологических решений. Для решения поставленной в этом курсовом проекте задачи необходи иметь основные навыки программирования на языке «Pascal» и в объектно-ориентированной среде «Delphi». Эти знания могут пригодиться и в будущем, при написании каких-либо программ вычислительного характера.

В данной работе необходимо написать программу, которая бы рассчитала дисперсионную характеристику планарного волновода и построила профили направляемых в нём ТЕ-мод. Для нахождения направляющих углов был использован метод дихотомии (половинного деления). Он наиболее прост в реализации, имеет относительно быструю сходимость и позволяет легко контролировать погрешность вычислений.

**2. Математическое описание использованного**

**для решения задачи МЕТОДА.**

**Нажождение корня уравнения методом дихотомии.**

Считаем, что на отрезке [а, b] расположен один корень, который необходимо уточнить с погреш­ностью .

Метод дихотомии, или половинного деления, заключается в следующем. Определяем середину отрезка [а, b]

Х= (а + b)/2

и вычисляем функцию f(Х). Далее делаем выбор, какую из двух частей отрезка взять для дальнейшего уточнения корня. Если левая часть уравнения *f(x)* есть непрерывная функция аргумента *х,* то корень будет находиться в той половине отрезка, на концах которой *f(x)* имеет разные знаки.Это будет отрезок [а, Х], т.е. для очередного шага уточнения точку b перемещаем в середину отрезка Х и продолжаем процесс деления как с первоначальным отрезком [а,b].

Итерационный (повторяющийся) процесс будем продолжать до тех пор, пока интервал [а,b] не станет меньше заданной погрешности .

Следует учитывать, что функция *f(x)* вычисляется с некоторой абсолютной погрешностью . Вблизи корня значения функции *f(x)* малы по абсолютной величине и могут оказаться сравнимыми с погрешностью ее вычисления. Другими словами, при подходе к корню мы можем попасть в полосу шумов  и дальнейшее уточнение корня окажется невозможным. Поэтому надо задать ширину полосы шумов и прекратить итерационный процесс при попадании в нее. Также необходимо иметь в виду, что при уменьшении интервала [а,b]увеличивается погрешность вычисления его длины (b – а) за счет вычитания близких чисел.

Метод дихотомии позволяет значительно уменьшить объем вычислений по сравнению с графическим методом. Так как за каждую итерацию интервал, где расположен корень, уменьшается в два раза, то через n итераций интервал будет равен (b - а)/2n. За 10 итераций интервал уменьшится в 2 10 =1024 раз, за 20 итераций - в 220=1048576 раз.

## **3. Описание алгоритма решения задачи и схема алгоритма.**

Основная задача, которая решается в этой программе, это решение приведённого далее уравнения относительно :

, (3.1)



|  |  |
| --- | --- |
| где |  - толщина волновода; |
|  |  - длина волны запускаемого пучка света; |
|  |  - направляющий угол; |
|  |  - порядок моды; |
|  |  - показатели преломления волновода и окружающих его веществ. |

В программе решение данного уравнения реализавано методом дихотомии, схема которого приведена ниже.

|  |
| --- |
| Рисунок 3.1 – блок-схема метода дихотомии. |

Далее, используя полученные значения направляющих углов, строится график, отображающий профили ТЕ-мод. График, отображающий правую часть уравнения (3.1), практической ценности для решения задачи не имеет и носит чисто иллюстративный характер.

## **ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.**

Вид программы представлен на рисунке 4.1. По своей внешней форме она представляет собой 4 закладки, расположенные на 1 форме. На первой закладке осуществляется ввод исходных данных, на второй строится график дисперсионной характеристики волновода, на третьей выводятся значения направляющих углов, а на чётвертой строятся профили ТЕ-мод.

|  |
| --- |
| Рисунок 4.1 - Основной вид программы, закладка для ввода исходных данных. |

Все вычисления и построения графиков производятся при смене закладки с первой на любую другую (событие объекта TPageControl «OnChange»). Перед сменой (событие «OnChanging») осуществляется проверка на полноту исходных данных: если хоть в одном из окон осталось стоящее по умолчанию число «0», то смены закладки не произойдёт, зато возникнет информационное окно, которое укажет пользователю на его ошибку. При повторном переходе с первой закладки на другую будет произведён перерасчёт.

Вычисление направляющих углов осуществляется с указанной в задании точностью – 0,001.

Полная схема и листинг программы находятся в приложении А и В соответственно.

**5. Результаты решения, их интерпретация и выводы по проделанной работе.**

**5.1. результаты работы программы.**

Расчёты проводились при следующих исходных данных:

|  |
| --- |
| Рисунок 5.1 – ввод исходных данных в программу. |

При таких введённых параметрах программа рассчитала следующую дисперсионную характеристику:

|  |
| --- |
| Рисунок 5.2 – дисперсионная характеристика волновода. |

Подсчитанные направляющие углы составили:

|  |
| --- |
| Рисунок 5.3 – направляющие углы ТЕ-мод. |

И при этих углах программа построила вот такие профили ТЕ-мод:

|  |
| --- |
| Рисунок 5.4 – профили ТЕ-мод. |

**5.2. Результаты проверки в пакете «MathCAD».**

При аналогичных исходных данных «MathCAD» выдал следующие результаты:

|  |
| --- |
| Рисунок 5.5 – график дисперсионной характеристики, полученный при помощи пакета «MathCAD». |
|   |
| Рисунок 5.6 – график с профилями ТЕ-мод, полученный при помощи пакета «MathCAD» |

Полный листинг решения поставленной задачи в пакете «MathCAD» приведён в приложении С.

**5.3. Интерпретация результатов и выводы по проделанной работе.**

Проведя сравнительный анализ результатов, полученных при помощи написанной в «Delphi» программы и пакета «MathCAD», мы видим их полное совпадение в пределах заданной погрешности. Кроме того, конечные результаты, а именно профили ТЕ-мод, совпадают со справочными:

|  |
| --- |
| Рисунок 5.7 – три низшие ТЕ-моды асимметричного планарного волновода и соответствующие им зигзагообразные лучи. |

Из этого можно сделать вывод, что поставленная задача была решена мною верно и в полном объёме. Я не только создал конечный програмный продукт, ограниченно пригодный для практического использования, но и получил практические навыки программирования в объектно ориентированной среде «Delphi».

**6. Список используемой литературы:**

1. «Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль». А.Е.Мудров – МП «Раско», Томск, 1992г, 270с.
2. «Оптические волны в кристаллах». А. Ярив, П. Юх – издательство «Мир», Москва, 1987г, 616с.

**Приложение А.**

**Блок-схема тела основной программы.**

|  |
| --- |
| Рисунок А.1 – блок-схема тела основной программы. |

nn1,nn2,nn3 – показатели преломления, исходные данные, вводимые пользователем;

dd – толщина волновода, вводится пользователем;

wll – длина волны используемого света, вводится пользователем.

**Блок-схема Процедуры «OnChanging».**

|  |
| --- |
| Рисунок А.2 – блок-схема процедуры «OnChanging». |

AllowChange – свойство объекта TPageControl, отвечающее за разрешение/неразрешение смены закладки;

mtInformation – информационное окно, уведомляющее пользователя о том, что он ввёл не все исходные данные.

**Блок-схема Процедуры «OnChange».**

|  |
| --- |
| Рисунок А.3 – блок-схема процедуры «OnChange». |

i – переменная типа boolean, которая отвечает за то, будет ли при смене закладки осуществлён пересчёт;

chart1 – график, отображающий дисперсионную характеристику волновода;

chart2 – график, отображающий профили ТЕ-мод;

stringgrid1 – таблица, которая по ходу выполнения программы заполняется значениями направляющих углов;

n – переменная типа byte, соответствующая порядку моды;

a, b – переменные, задающие диапазон, на котором производится уточнение направляющих углов;

dwl – функция, задающая дисперсионную характеристику волновода (численно равна правой части уравнения (3.1));

dix – процедура, осуществляющая одну итерацию метода дихотомии;

k – вспомогательная переменнная типа integer, используемая для построения графика;

f(k), g(k) – функции от k, выступающие в роли аргумента для других функций;

e1, e2, e3 – функции, определяющие профиль моды в различных средах.

**Блок-схема процедуры «dix».**

|  |
| --- |
| Рисунок А.4 – блок схема процедуры «dix». |

х1, х2, хm – крайние и среднее значения интервала, на котором производится уточнение корня;

y1, y2 ym – значения уточняемой функции от x1, x2 и xm соответственно;

xx1, xx2 , xxm – новые крайние и среднее значения интервала, полученные после его уменьшения вдвое.

**Приложение В.**

**Модуль формы Form1.**

unit Unit1;

interface

uses

 Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,

 Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, jpeg, ComCtrls, TeEngine, Series, TeeProcs,

 Chart,math, Grids, Menus;

type

 TForm1 = class(TForm)

 PageControl1: TPageControl;

 TabSheet1: TTabSheet;

 TabSheet2: TTabSheet;

 Label1: TLabel;

 Label2: TLabel;

 Label3: TLabel;

 Label4: TLabel;

 Label5: TLabel;

 Label6: TLabel;

 Image1: TImage;

 Image2: TImage;

 Edit1: TEdit;

 Edit2: TEdit;

 Edit3: TEdit;

 Edit4: TEdit;

 Edit5: TEdit;

 TabSheet3: TTabSheet;

 Chart1: TChart;

 TabSheet4: TTabSheet;

 Chart2: TChart;

 StringGrid1: TStringGrid;

 MainMenu1: TMainMenu;

 File1: TMenuItem;

 Exit1: TMenuItem;

 Help1: TMenuItem;

 About1: TMenuItem;

 Label7: TLabel;

 Label8: TLabel;

 Label9: TLabel;

 Label10: TLabel;

 Label11: TLabel;

 Label12: TLabel;

 procedure Edit1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

 procedure Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

 procedure Edit3KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

 procedure Edit4KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

 procedure Edit5KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

 procedure PageControl1Changing(Sender: TObject;

 var AllowChange: Boolean);

 procedure PageControl1Change(Sender: TObject);

 procedure FormActivate(Sender: TObject);

 procedure Exit1Click(Sender: TObject);

 procedure About1Click(Sender: TObject);

 private

 { Private declarations }

 public

 i:boolean;

 nn1,nn2,nn3,dd,wll:real;

 { Public declarations }

 end;

var

 Form1: TForm1;

implementation

uses Unit4;

{$R \*.dfm}

procedure TForm1.Edit1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

begin

case key of

'0'..'9', chr(8): ;

'-': if length(edit1.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(45);

'.': if pos(',',edit1.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

',': if pos(',',edit1.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

else key:=chr(0);

end;

end;

procedure TForm1.Edit2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

begin

case key of

'0'..'9', chr(8): ;

'-': if length(edit2.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(45);

'.': if pos(',',edit2.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

',': if pos(',',edit2.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

else key:=chr(0);

end;

end;

procedure TForm1.Edit3KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

begin

case key of

'0'..'9', chr(8): ;

'-': if length(edit3.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(45);

'.': if pos(',',edit3.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

',': if pos(',',edit3.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

else key:=chr(0);

end;

end;

procedure TForm1.Edit4KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

begin

case key of

'0'..'9', chr(8): ;

'-': if length(edit4.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(45);

'.': if pos(',',edit4.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

',': if pos(',',edit4.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

else key:=chr(0);

end;

end;

procedure TForm1.Edit5KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

begin

case key of

'0'..'9', chr(8): ;

'-': if length(edit5.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(45);

'.': if pos(',',edit5.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

',': if pos(',',edit5.text)<>0 then key:=chr(0) else key:=chr(44);

else key:=chr(0);

end;

end;

procedure TForm1.PageControl1Changing(Sender: TObject;

 var AllowChange: Boolean);

begin

allowchange:= tschng(strtofloat(edit1.text),strtofloat(edit2.text),strtofloat(edit3.text),strtofloat(edit4.text),strtofloat(edit5.text));

end;

procedure TForm1.PageControl1Change(Sender: TObject);

//основная процедура программы, привязанная к смене закладки

//по её ходу и осуществляются все вычисления и построение графиков

var

n:byte;

k:integer;

a,b,c,f:real;

begin

nn1:=strtofloat(edit1.text);

nn2:=strtofloat(edit2.text);

nn3:=strtofloat(edit3.text);

dd:=strtofloat(edit4.text)/1000000;

wll:=strtofloat(edit5.text)/1000000000;

if pagecontrol1.activepage=(tabsheet1) then

begin

i:=false;

chart1.RemoveAllSeries;

chart2.RemoveAllSeries;

stringgrid1.rowcount:=(2);

stringgrid1.Height:=(52);

stringgrid1.Cells[0,1]:=(' ');

stringgrid1.Cells[1,1]:=(' ');

end

else

begin

 if i=false then

 begin

 n:=0;

 while dwl(n,(arcsin(nn1/nn2)+0.00005),nn1,nn2,nn3)<(dd/wll) do

 begin

 a:=(arcsin(nn1/nn2)+0.001);

 b:=(pi/2-0.001);

 c:=(a+b)/2;

 while (abs(dwl(n,a,nn1,nn2,nn3)-dwl(n,b,nn1,nn2,nn3))>0.001) or (abs(a-b)>0.001) do

 begin

 dix(a,b,c,(dwl(n,a,nn1,nn2,nn3)-(dd/wll)),(dwl(n,b,nn1,nn2,nn3)-(dd/wll)),(dwl(n,c,nn1,nn2,nn3)-(dd/wll)),a,b,c);

 end;

 stringgrid1.Cells[0,n+1]:=floattostr(n);

 stringgrid1.Cells[1,n+1]:=floattostr(a);

 stringgrid1.RowCount:=(stringgrid1.RowCount+1);

 if n<14 then stringgrid1.Height:=(stringgrid1.Height+26);

 n:=n+1;

 end;

 stringgrid1.RowCount:=(stringgrid1.RowCount-1);

 stringgrid1.Height:=(stringgrid1.Height-26);

 for n:=0 to (stringgrid1.RowCount-2) do

 begin

 Chart1.AddSeries( TlineSeries.Create( Self ) );

 chart1.Serieslist[n].SeriesColor:=chart1.getfreeseriescolor(false);

 for k:=0 to 269 do

 begin

 f:=(arcsin(nn1/nn2)+k\*(((pi/2)-0.001-arcsin(nn1/nn2))/300));

 chart1.Series[n].AddXY(k,dwl(n,f,nn1,nn2,nn3),'',clteecolor);

 end;

 end;

 Chart1.AddSeries( TlineSeries.Create( Self ) );

 for k:=1 to 269 do

 begin

 chart1.Series[chart1.SeriesCount-1].AddXY(k,(dd/wll),'',clteecolor);

 end;

 for n:=0 to (stringgrid1.RowCount-2) do

 begin

 Chart2.AddSeries( TlineSeries.Create( Self ) );

 chart2.Serieslist[n].SeriesColor:=chart2.getfreeseriescolor(false);

 for k:=(-99) to 0 do

 begin

 chart2.Series[n].AddXY(k,e1(wll,dd,nn1,nn2,nn3,strtofloat(stringgrid1.Cells[1,n+1]),(k\*dd/100)),'',clteecolor);

 end;

 for k:=0 to 99 do

 begin

 chart2.Series[n].AddXY(k,e2(wll,dd,nn1,nn2,nn3,strtofloat(stringgrid1.cells[1,n+1]),(k\*dd/100)),'',clteecolor);

 end;

 for k:=100 to 199 do

 begin

 chart2.Series[n].AddXY(k,e3(wll,dd,nn1,nn2,nn3,strtofloat(stringgrid1.Cells[1,n+1]),(k\*dd/100)),'',clteecolor);

 end;

 end;

label7.Caption:=floattostrf(arcsin(nn1/nn2),ffgeneral,3,3);

label8.caption:=floattostrf((pi/2-0.001-(pi/2-arcsin(nn1/nn2))/300),ffgeneral,3,3);

label10.Caption:=floattostr(-dd\*1000000);

label11.Caption:=floattostr(2\*dd\*1000000);

i:=true;

end;

end;

end;

procedure TForm1.FormActivate(Sender: TObject);

begin

i:=false;

stringgrid1.Cells[0,0]:=('Порядок');

stringgrid1.Cells[1,0]:=('Угол (рад)');

end;

procedure TForm1.Exit1Click(Sender: TObject);

begin

close;

end;

procedure TForm1.About1Click(Sender: TObject);

begin

messagedlg('Курсовая работа по информатике, ТУСУР,'

+#13+' 1 курс, специальность 210405.'

+#13+' Выполнил студент группы 164'

+#13+' Филатов Александр.', mtinformation, [mbOK],0);

end;

end.

**Вспомогательный модуль, содержащий математические процедуры и функции.**

unit Unit4;

interface

uses

 Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,

 Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, jpeg, ComCtrls, TeEngine, Series, TeeProcs,

 Chart,math;

function tschng(n1,n2,n3,d,wl:real):boolean;

function dwl(m:byte; tetta,n1,n2,n3:real):real;

function q(wl,tetta,n2,n1:real):real;

function h(wl,tetta,n2:real):real;

function p(wl,tetta,n2,n3:real):real;

function e1(wl1,d1,n11,n21,n31,tetta1,x1:real):real;

function e2(wl2,d2,n12,n22,n32,tetta2,x2:real):real;

function e3(wl3,d3,n13,n23,n33,tetta3,x3:real):real;

procedure dix(x1,x2,xm,y1,y2,ym:real; var xx1,xx2,xxm:real);

implementation

function tschng(n1,n2,n3,d,wl:real):boolean;

//осуществляет проверку исходных данных на полноту

begin

if (n1=0) or (n2=0) or (n3=0) or (d=0) or (wl=0) then

begin

messagedlg('Вы должны ввести значения всех параметров!', mtinformation, [mbOK],0);

tschng:=(False);

end

else

tschng:=(True);

end;

function dwl(m:byte; tetta,n1,n2,n3:real):real;

//функция дисперсионной характеристики волновода

var

aa,bb,cc,dd: real;

begin

aa:= sqrt(1-sqr(sin(tetta)));

aa:= 1/(2\*pi\*n2\*aa);

bb:= sqrt(sqr(n2\*sin(tetta))-sqr(n3));

cc:= sqrt(sqr(n2\*sin(tetta))-sqr(n1));

dd:= n2\*sqrt(1-sqr(sin(tetta)));

dwl:=aa\*(arctan(bb/dd)+arctan(cc/dd)+pi\*m);

end;

function q(wl,tetta,n2,n1:real):real;

//функция, вычисляющая волновое число q

begin

q:=(2\*pi\*sqrt(sqr(n2\*sin(tetta))-n1\*n1))/wl;

end;

function h(wl,tetta,n2:real):real;

//функция, вычисляющая волновое число h

begin

h:=(2\*pi\*cos(tetta)\*n2)/wl;

end;

function p(wl,tetta,n2,n3:real):real;

//функция, вычисляющая волновое число p

begin

p:=(2\*pi\*sqrt(sqr(n2\*sin(tetta))-n3\*n3))/wl;

end;

function e1(wl1,d1,n11,n21,n31,tetta1,x1:real):real;

//функция, задающая профиль Еу ТЕ моды при условии х<=0

begin

e1:=exp(q(wl1,tetta1,n21,n11)\*x1);

end;

function e2(wl2,d2,n12,n22,n32,tetta2,x2:real):real;

//функция, задающая профиль Еу ТЕ моды при условии 0<х<d

begin

e2:=(q(wl2,tetta2,n22,n12)/h(wl2,tetta2,n22))\*(sin(x2\*h(wl2,tetta2,n22))+(h(wl2,tetta2,n22)/q(wl2,tetta2,n22,n12))\*cos(h(wl2,tetta2,n22)\*x2));

end;

function e3(wl3,d3,n13,n23,n33,tetta3,x3:real):real;

//функция, задающая профиль Еу ТЕ моды при условии х>=d

begin

e3:=(q(wl3,tetta3,n23,n13)/h(wl3,tetta3,n23))\*(sin(d3\*h(wl3,tetta3,n23))+(h(wl3,tetta3,n23)/q(wl3,tetta3,n23,n13))\*cos(h(wl3,tetta3,n23)\*d3))\*exp(-p(wl3,tetta3,n23,n33)\*(x3-d3));

end;

procedure dix(x1,x2,xm,y1,y2,ym:real; var xx1,xx2,xxm:real);

//процедура, осуществляющая 1 итерацию метода дихотомии

begin

if (y1\*ym)<0 then

begin

 xx1:=x1;

 xx2:=xm;

 xxm:=(x1+xm)/2;

end;

if (ym\*y2)<0 then

begin

 xx1:=xm;

 xx2:=x2;

 xxm:=(xm+x2)/2;

end;

end;

end.

**Приложение c.**

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |