САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет технической кибернетики
Кафедра «Системный анализ и управление»

Анализ характеристик многослойного образца и синтез многомерного оператора для описания его геометрических и физических свойств.

Выполнил студент гр.4082/11 Сорокин Константин Станиславович
Руководитель: к.т.н., доцент Хлопин Сергей Владимирович

Санкт-Петербург
2011 г.

Цели и задачи работы:

- Исследование свойств кусочно-постоянных и кусочно-линейных операторов;
- Разработка методик создания операторов описывающих физические характеристики образца;
- Разработка операторов, описывающих геометрические параметры многослойной конструкции;
- Разработка оператора, способного описывать физические характеристики слоев многослойного образца;
- Синтез многомерного оператора для описания физических свойств многослойной конструкции.

Характеристика работы

В представленной работе проводится оптимизация подготовки данных (имеющих нелинейный характер), используемых в математических расчетах и математическом моделировании процессов.

Проблемы, решаемые в работе:

1. Табличное или графическое представление характеристик материала (коэффициент теплопроводности для разных температур, вязкость, электропроводность и т.д.);
2. Задание геометрических особенностей модели с помощью системы неравенств

1. Математическое представление физических и геометрических характеристик с помощью кусочного оператора.
2. Проведение математических операций (дифференцирование, сглаживание и т.д.) над полученными операторами

Постановка задачи

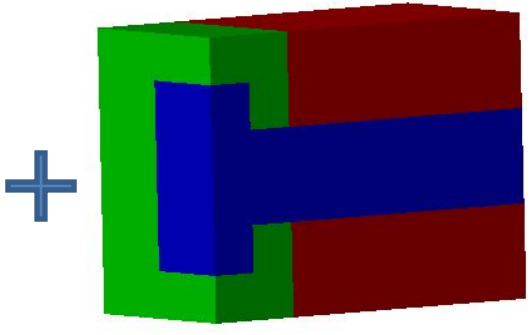
На основании табличных данных о физических характеристиках материала (имеющих кусочно-линейных или кусочно постоянный характер изменения) и неравенств, описывающих геометрические особенности распределения слоев многослойного образца требуется сформировать оператор, способный описать геометрические и физические свойства композитного материала

U1	K1
20	100
50	250
170	50
300	-10
1000	-600

U2	K2
4	700
80	40
160	65
350	120
600	800

U3	K3
8	50
100	90
300	165
370	220
900	500

Синтез операторов, описывающих физические характеристики



Синтез операторов, описывающих геометрические характеристики

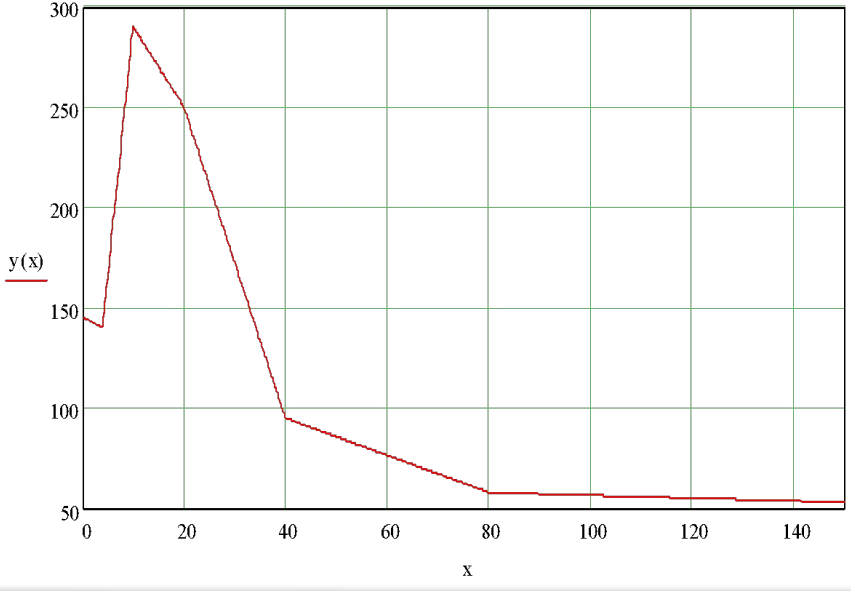
$$\Phi(x, y, z, U)$$

Синтез оператора, описывающего геометрические и физические характеристики многослойного материала

Синтез операторов, описывающих физические характеристики

Кусочно-линейный характер изменения физических характеристик

U, K	4	10	20	40	80	150
Nb λ	140	290	250	95	58	53

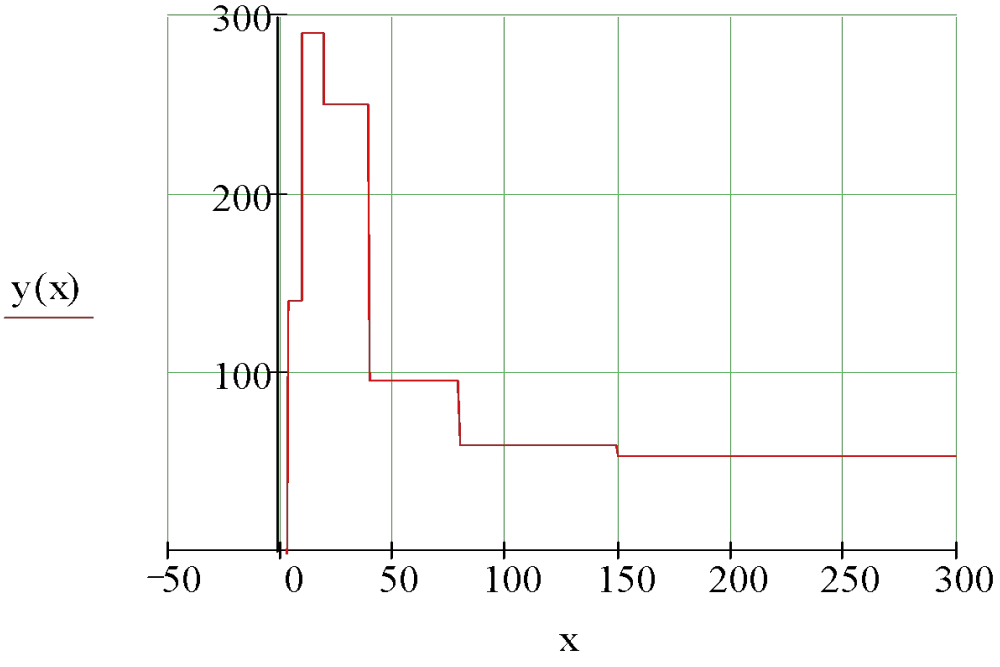


$$y = \phi_1(z) = b_0 + \alpha_0 z + \sum_{j=1}^{s} \alpha_j \left| z - a_j \right|$$

Синтез операторов, описывающих физические характеристики

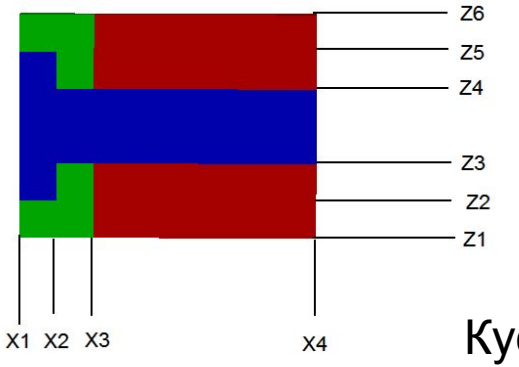
Кусочно-постоянный характер изменения физических характеристик

U, K	4	10	20	40	80	150
Cu λ	16200	24000	10800	2170	560	429



$$y\ (z) = b_0 + \alpha_0 z + \sum_{i=1}^{s} \alpha_i \frac{|z - a_i|}{z - a_i}$$

Синтез операторов, описывающих геометрические характеристики



Система неравенств

```
if ((x<x4) && (x >= x3) && (z>z1) &&
(z <=z3) && (z>z4) && (z <=z6) )
{
   f_material1(U)
}
if (…..)
{
 f_material2(U)
}
….
```

Кусочно-постоянный оператор

$$f2(cX,cX)=\sum_{j=0}^{Ny} f1(j,cX)\frac{|cY-Y_i+\varepsilon|}{cY-Y_i+\varepsilon},$$

$$f1(j,cX)=\sum_{i=0}^{Nx}\alpha_{j,i}\frac{|cX-X_i+\varepsilon|}{cX-X_i+\varepsilon}$$

Синтез оператора, описывающего геометрические и физические характеристики многослойного материала

$$y = \phi_1(X, Y, Z, T) = \sum_{j=1}^{s} \alpha_{j,MAT} \left| T - a_j \right|,$$

$$MAT(x, y, z) = \sum_{j=1}^{Nz-1} \left(f2(x, y, j) \frac{\left| z - Z_j + \varepsilon \right|}{z - Z_j + \varepsilon} \right),$$

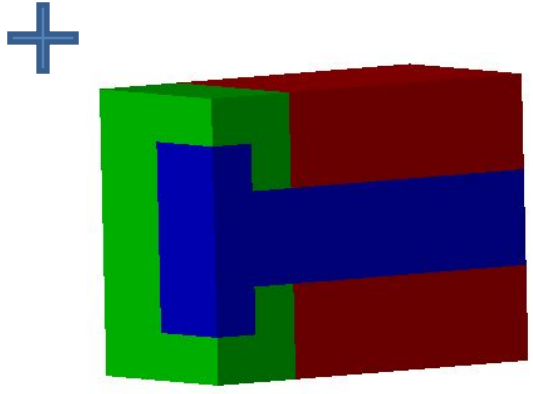
$$f2(x, y, j) = \sum_{i=1}^{Ny-1} \left(f1(x, i, j) \frac{\left| y - Y_i + \varepsilon \right|}{y - Y_i + \varepsilon} \right),$$

$$f1(x, i, j) = \sum_{k=1}^{Nx-1} \left(\alpha 3_{k,i,j} \frac{\left| x - X_k + \varepsilon \right|}{x - X_k + \varepsilon} \right),$$

U1	K1
20	100
50	250
170	50
300	-10
1000	-600

U2	K2
4	700
80	40
160	65
350	120
600	800

U3	K3
8	50
100	90
300	165
370	220
900	500

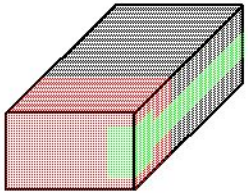


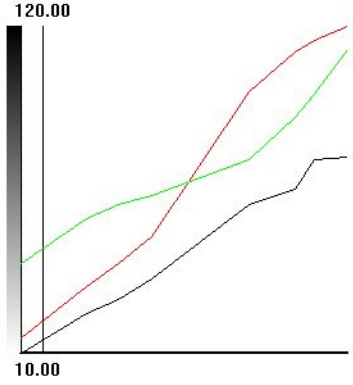
$$\Phi(x, y, z, U)$$

Четырехмерный оператор

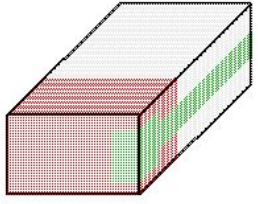
Компьютерное моделирование оператора, описывающего геометрические и физические характеристики многослойного материала

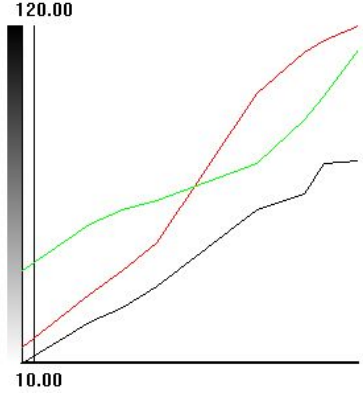
Температура:	3.50
X:	50.00
Y:	60.00
Z:	30.00
Material	0.00
Coefficient	14.55





Температура:	1.80
X:	50.00
Y:	60.00
Z:	30.00
Material	0.00
Coefficient	12.34





Выводы

В результате работы было выполнено:

- Обзор методик учета геометрических и физических характеристик многослойных тел;
- Создана методика синтеза многомерных кусочных операторов;
- Создана программа для синтеза четырехмерного кусочного оператора;
- Проведена серия экспериментов по синтезу многомерных операторов

Спасибо за внимание!