

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

Ngô Thị Thu Hương

**MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP GIẢI SỐ
PHƯƠNG TRÌNH VÀ HỆ PHƯƠNG TRÌNH
VI PHÂN CẤP CAO**

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Thái Nguyên - 2017

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

Ngô Thị Thu Hương

**MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP GIẢI SỐ
PHƯƠNG TRÌNH VÀ HỆ PHƯƠNG TRÌNH
VI PHÂN CẤP CAO**

Chuyên ngành: Toán ứng dụng

Mã số: 60.46.01.12

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. Vũ Vinh Quang

Thái Nguyên - 2017

Mục lục

Bảng ký hiệu	1
Danh sách bảng	2
Danh sách hình vẽ	3
Mở đầu	4
1 Một số kiến thức cơ bản	6
1.1 Một số khái niệm cơ bản của Giải tích hàm	6
1.1.1 Không gian metric	6
1.1.2 Ánh xạ co	6
1.1.3 Nguyên lí ánh xạ co	7
1.2 Phương pháp sai phân	7
1.2.1 Lưới sai phân	7
1.2.2 Hàm lưới	7
1.2.3 Công thức Taylor	7
1.2.4 Một số công thức xấp xỉ đạo hàm	8
1.3 Thuật toán truy đuổi 3 đường chéo	10
1.4 Phương pháp lưới giải bài toán biên cho phương trình cấp 2 . .	12
2 Phương pháp số giải phương trình vi phân phi tuyến cấp cao và hệ phương trình vi phân với hệ điều kiện đầu	16
2.1 Cơ sở lý thuyết về phương pháp Runge-Kutta	16
2.1.1 Phương pháp Euler 1	17
2.1.2 Phương pháp Euler 2	18
2.1.3 Thuật toán RK4	19
2.2 Phương pháp Runge-Kutta đối với hệ phương trình vi phân phi tuyến	20
2.3 Phương pháp Runge-Kutta đối với phương trình vi phân cấp cao	21
2.4 Giới thiệu thư viện QH_2015	23

3 Phương pháp lập giải mô hình các bài toán biên phi tuyến cấp 4	26
3.1 Giới thiệu	26
3.2 Nghiên cứu các tính chất của nghiệm	27
3.3 Phương pháp xây dựng sơ đồ lặp	30
3.3.1 Cơ sở lý thuyết	30
3.3.2 Sơ đồ lặp tìm nghiệm số	33
3.3.3 Một số kết quả thực nghiệm	36
Kết luận	44
Tài liệu tham khảo chính	45

Lời cảm ơn

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy tôi TS. Vũ Vinh Quang, người đã trực tiếp hướng dẫn luận văn, đã tận tình chỉ bảo và hướng dẫn tôi tìm ra hướng nghiên cứu, tìm kiếm tài liệu, giải quyết vấn đề... nhờ đó tôi mới có thể hoàn thành luận văn cao học của mình. Từ tận đáy lòng, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc nhất tới Thầy của tôi và tôi sẽ cố gắng hơn nữa để xứng đáng với công lao của Thầy.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu, phòng Đào tạo trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên đã quan tâm và giúp đỡ tôi trong suốt thời gian học tập tại trường. Tôi xin cảm ơn quý thầy cô Khoa Toán - Tin và đặc biệt là PGS.TS. Nguyễn Thị Thu Thủy, trưởng Khoa Toán - Tin, đã luôn quan tâm, động viên, trao đổi và đóng góp những ý kiến quý báu trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn.

Cuối cùng, tôi muốn bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới những người thân trong gia đình, đặc biệt là bố mẹ. Những người luôn động viên, chia sẻ mọi khó khăn cùng tôi trong suốt thời gian qua và đặc biệt là trong thời gian tôi theo học khóa thạc sỹ tại trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên.

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2017

Tác giả luận văn

Ngô Thị Thu Hương

Bảng ký hiệu

\mathbb{R}	Trường số thực.
\mathbb{R}_+	tập số thực không âm
$\mathbb{R} \cup \{\pm\infty\}$	tập số thực mở rộng
\mathbb{R}^n	Không gian Euclide n -chiều.
Ω_h	Không gian lưới.
$C^1[0; L]$	Không gian của hàm có đạo hàm liên tục.
$A \cup B$	hợp của hai tập A và B
$A \cap B$	giao của hai tập A và B
$\langle x, y \rangle$	tích vô hướng của hai véc-tơ $x, y \in H$
$[x, y]$	đoạn thẳng nối x và y
l^2	không gian các dãy số vô hạn
$f^{(n)}$	đạo hàm cấp n
Δa	sai số tuyệt đối của a

Danh sách bảng

2.1	Kết quả kiểm tra sai số đối với lược đồ QH_m	24
2.2	Kết quả kiểm tra sai số đối với lược đồ QH_m	25
3.1	Trường hợp biết trước nghiệm đúng (Tofuma_moi.m)	37
3.2	Trường hợp biết trước nghiệm đúng (Tofuma_moi.m)	38
3.3	Trường hợp không biết trước nghiệm đúng (Tofuma_moi_xx.m)	39
3.4	Trường hợp biết trước nghiệm đúng (Tofuma_tq.m)	40
3.5	Trường hợp không biết trước nghiệm đúng (Tofuma_tp_xx.m)	42

Danh sách hình vẽ

3.1	Đồ thị sai số giữa nghiệm đúng và nghiệm gần đúng	37
3.2	Đồ thị sai số giữa nghiệm đúng và nghiệm gần đúng	38
3.3	Đồ thị sai số giữa nghiệm đúng và nghiệm gần đúng	39
3.4	Đồ thị sai số giữa nghiệm đúng và nghiệm gần đúng	41
3.5	Đồ thị sai số giữa nghiệm đúng và nghiệm gần đúng	43

Mở đầu

Phương trình vi phân dạng tuyến tính và phi tuyến tính là một lớp phương trình cơ bản trong lý thuyết phương trình vi phân có ứng dụng quan trọng đối với các bài toán thực tế đặc biệt là lý thuyết điều khiển ổn định. Về mặt lý thuyết tổng quát của lớp phương trình này đã được các nhà toán học nghiên cứu từ rất lâu, tuy nhiên vấn đề tìm nghiệm giải tích của các phương trình này chỉ thực hiện được đối với các phương trình dạng đặc biệt còn chủ yếu là phải xác định nghiệm xấp xỉ qua các phương pháp gần đúng. Đối với phương trình vi phân cấp 2, với các bài toán điều kiện đầu, người ta đã xây dựng các phương pháp giải số dựa trên công thức Runge-Kutta với độ chính xác bậc 4, đối với bài toán biên với hệ điều kiện biên hỗn hợp, sử dụng phương pháp sai phân, chúng ta có thể đưa về hệ phương trình đại số dạng 3 đường chéo và hệ giải được bằng thuật toán truy đuổi. Đối với phương trình vi phân tuyến tính bậc 4, bằng phương pháp phân rã, chúng ta có thể đưa về 2 bài toán cấp hai để xác định nghiệm thông qua các thuật toán đã biết. Tuy nhiên khi phương trình là dạng phi tuyến hoặc điều kiện biên là phi tuyến thì để tìm nghiệm xấp xỉ, chúng ta cần phải xây dựng các sơ đồ lặp tùy từng dạng bài toán để xác định nghiệm xấp xỉ của bài toán.

Nội dung của luận văn là tìm hiểu một số phương pháp giải số phương trình vi phân cấp cao và hệ phương trình vi phân với hệ điều kiện đầu, phương pháp lặp đối với một số dạng bài toán cho phương trình cấp 4 với hệ điều kiện biên dạng phi tuyến, nghiên cứu tính chất hội tụ của các sơ đồ lặp và kiểm tra tính đúng đắn của các sơ đồ lặp trên máy tính điện tử.

Nội dung luận văn chia làm 3 chương

Chương 1: Một số kiến thức cơ bản.

Chương 2: Phương pháp số giải phương trình vi phân phi tuyến cấp cao và hệ phương trình vi phân với hệ điều kiện đầu.

Chương 3: Phương pháp lặp giải mô hình các bài toán biên phi tuyến cấp 4.