

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

PHẠM THANH NGHỊ

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP PHÂN RÃ VÀ XÂY DỰNG
PHẦN MỀM GIẢI BÀI TOÁN Ô NHIỄM KHÍ QUYỀN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

THÁI NGUYÊN - 2020

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

PHẠM THANH NGHỊ

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP PHÂN RÃ VÀ XÂY DỰNG
PHẦN MỀM GIẢI BÀI TOÁN Ô NHIỄM KHÍ QUYỀN**

Chuyên ngành: Khoa học máy tính

Mã số: 8 48 01 01

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

Giáo viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Đình Dũng

THÁI NGUYÊN - 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận văn này do chính tôi thực hiện, dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Nguyễn Đình Dũng, các kết quả lý thuyết được trình bày trong luận văn là sự tổng hợp từ các kết quả đã được công bố và có trích dẫn đầy đủ, kết quả của chương trình thực nghiệm trong luận văn này được tôi thực hiện là hoàn toàn trung thực, nếu sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Thái Nguyên, tháng năm 2020

Học viên cao học

Phạm Thanh Nghị

Xác nhận của khoa chuyên môn

**Xác nhận của giáo viên
hướng dẫn khoa học**

TS. Nguyễn Đình Dũng

LỜI CẢM ƠN

Luận văn này được hoàn thành tại Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông dưới sự hướng dẫn của TS. Nguyễn Đình Dũng. Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn tới các thầy cô giáo Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông, Đại học Thái nguyên, các thầy cô giáo thuộc Viện Công nghệ Thông tin – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã tạo điều kiện, giúp đỡ tác giả trong quá trình học tập và làm luận văn tại Trường, đặc biệt tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn tới TS. Nguyễn Đình Dũng đã tận tình hướng dẫn và cung cấp nhiều tài liệu cần thiết để tác giả có thể hoàn thành luận văn đúng thời hạn.

Xin chân thành cảm ơn anh chị em học viên cao học và bạn bè đồng nghiệp đã trao đổi, khích lệ tác giả trong quá trình học tập và làm luận văn tại Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông – Đại học Thái Nguyên.

Cuối cùng tác giả xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, những người đã luôn bên cạnh, động viên và khuyến khích tác giả trong quá trình thực hiện đề tài.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2020

Học viên cao học

Phạm Thanh Nghị

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. CÁC MÔ HÌNH TOÁN HỌC TRONG VẤN ĐỀ MÔI TRƯỜNG	5
1.1. Phương trình truyền tải vật chất trong khí quyển, tính duy nhất nghiệm.....	5
1.2. Phương trình truyền tải dừng	10
1.3. Bài toán truyền tải và khuếch tán vật chất, tính duy nhất nghiệm.....	15
1.4. Bài toán liên hợp cho miền ba chiều.....	21
1.5. Tính duy nhất nghiệm của bài toán liên hợp	26
1.6. Kết luận chương 1.....	29
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN RÃ GIẢI BÀI TOÁN KHÔNG DỪNG	31
2.1. Các lược đồ sai phân xấp xỉ cấp hai cho bài toán không dừng với toán tử phụ thuộc thời gian [4]	31
2.1.1. Bài toán thuần nhất	31
2.1.2. Xét bài toán thuần nhất	37
2.2. Phương pháp phân rã	39
2.2.1 Bài toán thuần nhất	39
2.2.2. Bài toán không thuần nhất	40
2.3. Phương pháp phân rã nhiều thành phần.....	44
2.3.1. Bài toán thuần nhất	45
2.3.2. Bài toán không thuần nhất	46
2.4. Kết luận chương 2.....	49
CHƯƠNG 3. ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN RÃ TRONG BÀI TOÁN Ô NHIỄM KHÍ QUYỀN	50
3.1. Bài toán ô nhiễm khí quyển	50
3.2. Sai phân biến không gian.....	51
3.2.1. Cấp xấp xỉ của toán tử sai phân.....	53
3.2.2. Tính không âm của toán tử sai phân	54

3.3. Lược đồ phân rã giải bài toán ô nhiễm khí quyển	55
3.4. Một số kết quả thực nghiệm	58
3.5. Kết luận chương 3.....	60
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	61
TÀI LIỆU THAM KHẢO	63

MỞ ĐẦU

1. Tính khoa học và cấp thiết của đề tài

Thực tế cho thấy, một số lượng khá lớn những bài toán thực tiễn phức tạp có thể được giải quyết nhờ công cụ của phương trình liên hợp. Chẳng hạn, đó là những bài toán về cơ chế lượng tử, năng lượng hạt nhân, những quá trình động lực học phi tuyến trong vật lý, hoá học và nhiều vấn đề khác.

Trong phạm vi luận văn này, chúng tôi đề cập tới những vấn đề về môi trường và khí hậu. Sự tác động qua lại của chúng chính là những vấn đề trọng tâm của khoa học, vì nó ảnh hưởng trực tiếp tới sự sống trên trái đất.

Môi trường quanh ta, đó là môi trường nước (nước mặt: sông hồ, biển, đại dương; nước ngầm: các dòng chảy trong lòng đất), môi trường không khí, môi trường đất và môi trường sinh thái. Các thành phần của môi trường luôn luôn biến đổi, chúng tác động qua lại với nhau và chuyển hoá từ trạng thái này sang trạng thái khác.

Trong môi trường không khí, khí quyển, các thành phần của chúng pha trộn lẫn với nhau (theo một tỷ lệ nào đó), dịch chuyển nhờ gió và khuếch tán.

Khí thải công nghiệp là tác nhân lớn nhất làm ô nhiễm không khí. Để bảo vệ được môi trường sống chúng ta phải hiểu được qui luật khách quan và từ đó có các biện pháp tích cực và hữu hiệu để bảo vệ môi trường.

Các thực thể vật chất bị nhiễm bẩn ở dạng khí (khói nhà máy, lò hạt nhân, núi lửa v.v...) lan truyền và khuếch tán trong khí quyển, tác động với nhau (dưới ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm) trở thành một hợp chất phức tạp, ta gọi chung là hợp chất khí. Trong quá trình chuyển động các thành phần của hợp chất khí tác động với nhau, một số thành phần đang từ không độc hại trở thành độc hại đối với cuộc sống của sinh vật. Quá trình này dẫn đến tình trạng ô nhiễm các lục địa và đại dương.

Để giải quyết được điều đó ta cần phải biết được những quá trình lan truyền và khuếch tán các thực thể nhiễm bẩn trong môi trường, mà khi di chuyển liên tục trong khí quyển chúng có thể được biến đổi từ những thành phần không có hại

thành những thành phần có hại và ngược lại, thường làm ô nhiễm đại dương và các lục địa. Đó là những vấn đề rất đáng quan tâm. Vì thế giới sẽ không ngừng hoàn thiện, nền văn minh nhân loại sẽ ngày một phát triển, điều rất cần thiết là phải dự đoán được xu hướng phát triển của các ngành công nghiệp, để kết hợp với những vấn đề về gìn giữ thiên nhiên, môi trường. Hơn bao giờ hết, chúng ta cần phải tiến hành đầu tư vốn cần thiết để không chỉ điều chỉnh những tiềm năng sẵn có trong thiên nhiên đã bị mất đi, mà còn nâng cao nó, cải thiện môi trường. Tuy nhiên điều đó đòi hỏi một lượng kinh phí rất lớn. Song vấn đề ấy là rất quan trọng và cần được chứng minh bằng sức mạnh toàn cầu. Vấn đề là ở chỗ có thể thoả thuận được việc cấm vũ khí hạt nhân cũng như có thể thoả thuận về việc giữ gìn hệ thống sinh thái đảm bảo sự sống trên trái đất. Vì vậy đây là vấn đề mang tính toàn cầu. Tổ chức các quốc gia thống nhất kêu gọi lập ra thoả hiệp về việc sử dụng thiên nhiên ở mọi quốc gia, trong sự quan tâm của toàn nhân loại. Thiên nhiên là nguồn của cải chính của con người và khi điều đó được tất cả mọi người công nhận, họ có thể sẽ có những phương pháp hành động để giải quyết được những vấn đề đã nêu trên, tạo điều kiện phát triển nền văn minh, gìn giữ và làm tăng thêm sự phong phú của thiên nhiên.

Ở phương diện toán học, nhiệm vụ chủ yếu để giải quyết những vấn đề này là xây dựng được những mô hình toán học phản ánh đúng đắn bản chất tự nhiên khách quan của hiện tượng, tìm ra các mối quan hệ biện chứng về định tính, định lượng và phương pháp hữu hiệu nhằm giải quyết bài toán đặt ra để từ đó định ra chiến lược bảo vệ chất lượng môi trường sống (xem [1]- [3], [6]-[9], [11, 12]). Nội dung đề tài này, học viên trình bày những phương trình liên hợp được phân tích dựa trên các phương trình cơ bản đã được thừa nhận, các điều kiện biên, điều kiện ban đầu, và phương pháp giải các bài toán để thu được kết quả cuối cùng mà nhờ chúng có thể đánh giá được mức độ tác động của thực trạng ô nhiễm trong môi trường của một vùng lãnh thổ (xem [5, 10]).

Được sự gợi ý của thầy giáo hướng dẫn tôi đã chọn đề tài: “Nghiên cứu phương pháp phân rã và xây dựng phần mềm giải bài toán ô nhiễm khí quyển” làm luận văn tốt nghiệp của mình. Mục tiêu chính của luận văn là tìm hiểu về phương pháp phân rã giải bài toán không dừng và xây dựng ứng dụng bài toán ô nhiễm khí quyển.

2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài

Nội dung chính của luận văn đặt vấn đề nghiên cứu 3 vấn đề cơ bản:

- Các mô hình toán học trong vấn đề môi trường;
- Phương pháp phân rã giải bài toán không dừng;
- Xây dựng ứng dụng phương pháp phân rã trong bài toán ô nhiễm khí quyển.

3. Phương pháp luận nghiên cứu

- *Phương pháp nghiên cứu lý thuyết:* Tổng hợp, nghiên cứu các tài liệu về các mô hình toán học trong vấn đề môi trường

- *Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm:* Sau khi nghiên cứu lý thuyết, luận văn sẽ tập trung vào xây dựng chương trình giải bài toán ô nhiễm khí trên môi trường Matlab; Đánh giá kết quả sau khi thử nghiệm

- *Phương pháp trao đổi khoa học:* Thảo luận, xemina, lấy ý kiến chuyên gia.

4. Nội dung và bố cục của luận văn

Ngoài phần mở đầu, kết luận và hướng phát triển, luận văn được bố cục thành ba chương chính như sau:

Chương 1 phân tích các mô hình toán học khác nhau của vấn đề ô nhiễm môi trường. Các phương trình cơ bản được rút ra từ những quy luật bảo toàn (bảo toàn khối lượng và động lượng). Mỗi bài toán cơ bản đều xây dựng được một bài toán liên hợp tương ứng nhờ đẳng thức tích phân Lagrange. Tính duy nhất nghiệm của các bài toán cơ bản và bài toán liên hợp đối với những mô hình chính được chứng minh một cách chặt chẽ nhờ đẳng thức đối ngẫu.

Chương 2 xây dựng phương pháp giải các bài toán đặt ra ở chương 1. Do độ phức tạp của phương trình, với những giả thiết về điều kiện biên, giá trị ban đầu chặt chẽ người ta mới nhận được nghiệm chính xác của bài toán. Thực tế cho thấy các bài toán đặt ra thường rộng hơn, phức tạp hơn. Do đó, việc tìm các phương pháp giải số cho lớp các bài toán trên là một trong những phương pháp hữu hiệu được sử dụng. Tuy nhiên việc sử dụng phương pháp số cũng gặp nhiều khó khăn như số chiều lớn, miền phức tạp v.v... Rất nhiều nhà cơ học, kỹ sư đã đưa ra nhiều phương pháp sai phân cho những bài toán ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên do thiếu

những nền tảng toán học, một số phương pháp sai phân này cho lời giải không phù hợp với thực tiễn. Để khắc phục hạn chế này ta phân rã phương trình khuếch tán truyền tải bằng quá trình vật lý: Tại mỗi bước thời gian giải phương trình truyền tải bởi phương pháp đặc trưng, và tiếp theo giải bài toán khuếch tán bởi phương pháp phân rã. Nội dung chương này trình bày khá chi tiết về sự ổn định, cấp chính xác của phương pháp phân rã trong bài toán tiến hoá thuần nhất và bài toán không thuần nhất, phân tích nhược điểm của phương pháp khi toán tử của bài toán là tổng của hai toán tử không giao hoán. Để khắc phục nhược điểm này chúng tôi đưa ra phương pháp phân rã cho bài toán và chứng minh khá chi tiết tính ổn định vô điều kiện và cấp chính xác 2 theo thời gian. Tiếp theo sẽ trình bày cho trường hợp tổng quát khi toán tử của bài toán là tổng của nhiều toán tử nửa xác định dương.

Chương 3 xấp xỉ toán tử vi phân của bài toán khuếch tán đặt ra ở Chương 1 bằng toán tử sai phân với cấp chính xác hai theo các biến không gian và thoả mãn tính không âm. Cuối cùng đưa ra lược đồ phân rã theo thời gian và cài đặt thuật toán để cho kết quả số của bài toán sai phân xấp xỉ nghiệm của bài toán vi phân đã xây dựng ở Chương 1.