



TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP ĐÔNG ĐO

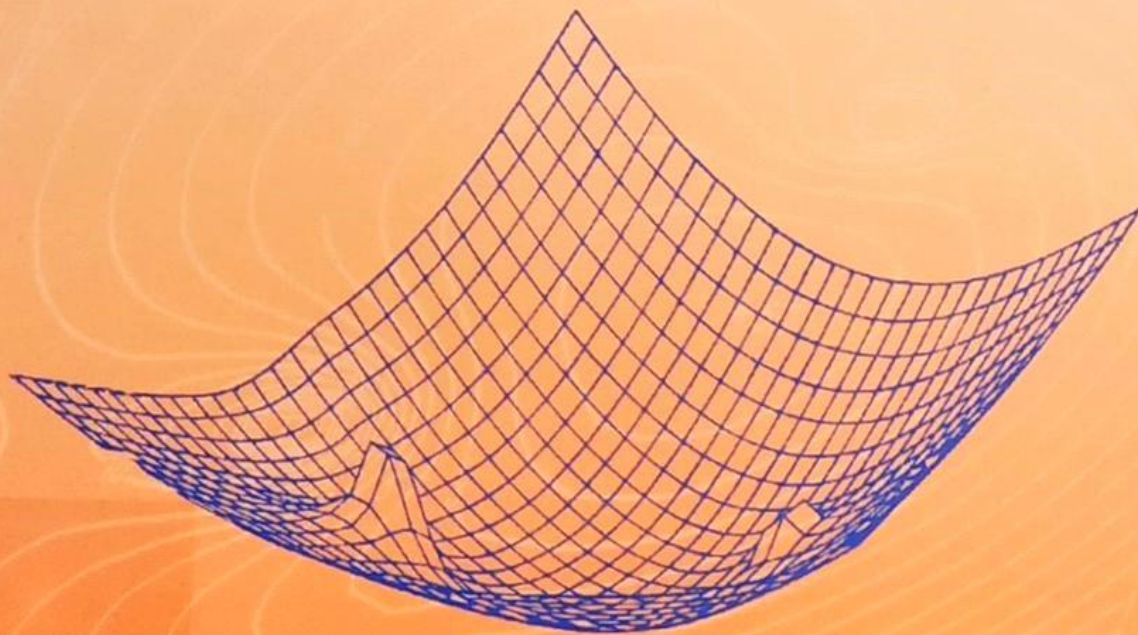


GS.TS. PHAN VĂN HẠP

PHƯƠNG PHÁP TOÁN

ỨNG DỤNG

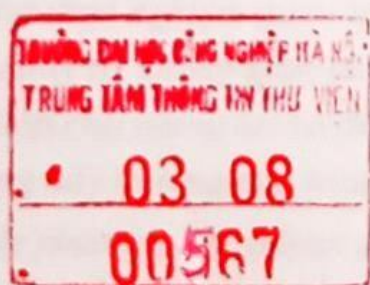
TRONG MÔI TRƯỜNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP DÔNG ĐÓ
GS.TS. PHAN VĂN HẠP

PHƯƠNG PHÁP TOÁN ỨNG DỤNG TRONG MÔI TRƯỜNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2009

LỜI NÓI ĐẦU

"**Toán môi trường**" là tên gọi ngắn gọn của việc ứng dụng toán học để mô hình hoá và để giải các vấn đề nảy sinh trong nghiên cứu môi trường.

Thông thường, tương tự như những bài toán thực nghiệm khác, bài toán môi trường có 2 yêu cầu cơ bản sau đây :

1. Mô tả hiện trạng (tĩnh và động) của môi trường đang được xem xét.
2. Tìm cách xử lý thích hợp, tiết kiệm để đưa một môi trường về điều kiện mong muốn (càng gần điều kiện lý tưởng càng tốt).

Với yêu cầu thứ nhất có 2 phương pháp tiếp cận:

+ Có thể dùng các phương trình Vật lý - Toán để mô tả hiện trạng (tĩnh hoặc động) của môi trường, khi đó hiện trạng được mô hình hoá thành bài toán để có điều kiện biên (tĩnh) hoặc có điều kiện ban đầu (động) hay bài toán hỗn hợp (phụ thuộc cả không gian lẫn thời gian).

Cũng có thể có thêm những ràng buộc (điều kiện) đối với từng thực trạng được xét như những tham số của bài toán.

+ Nhiều trường hợp nhờ thực nghiệm quan trắc ta có những bộ số liệu mô tả thực trạng của môi trường theo vị trí không gian và tại từng thời điểm. Từ những bộ số đó tìm kiếm dự báo thích hợp cho tương lai và điều chỉnh các yếu tố (nếu có thể) cho phù hợp với yêu cầu. Dạng này thường gặp trong các bài toán về dự báo.

Yêu cầu thứ hai là tìm các phương pháp giải tối ưu (theo một nghĩa hay một mức độ phù hợp) để điều chỉnh quá trình diễn biến cho phù hợp yêu cầu nhất là tính bền vững (theo nghĩa rộng) của vấn đề môi trường và kinh tế xã hội.

Với công cụ tính toán hiện nay, lớp các phương pháp giải bài toán thực nghiệm nói chung và bài toán môi trường nói riêng ngày càng được mở rộng, tuy nhiên về mặt Toán học tựu trung vẫn thuộc các nhóm bài toán về phương trình vật lý - toán và xử lý các số liệu thực nghiệm. Bài toán dự báo vẫn là một bài toán dễ gặp phải sai số lớn- thuộc nhóm các bài toán được đặt không chính và phải có cách tiếp cận riêng theo dạng chỉnh - sửa từng bước trong quá trình giải (phương pháp giải các bài toán đặt không chính).

Trong việc giảng dạy tại các trường Đại học, Bộ Giáo dục và Đào tạo quy định chương trình khung (tối thiểu cho ngành Công nghệ - Môi trường) ngoài các

kiến thức toán học đại cương (đại số, giải tích,...) còn có môn học: "Toán ứng dụng trong môi trường" với thời lượng 3 đvht = 45 tiết giảng

Cuốn sách này một mặt đáp ứng yêu cầu giảng dạy, học tập môn học nói trên, mặt khác còn trang bị một số kiến thức rộng hơn về các mô hình và phương pháp giải những bài toán môi trường thường gặp trong thực tiễn. Vì vậy, có thể dùng làm sách tham khảo cho sinh viên, cán bộ kỹ thuật, cán bộ nghiên cứu trong lĩnh vực giải các bài toán môi trường và cả trong lĩnh vực Toán ứng dụng nói chung.

Chúng tôi coi độc giả là những người đã có đủ kiến thức cơ bản của toán học giải tích, (phần đạo hàm và tích phân hàm nhiều biến) đại số (Phần đại cương) thuộc chương trình Đại học của các ngành Toán, Lý hoá, Khí tượng thuỷ văn, công nghệ và môi trường... và các ngành kỹ thuật.

Để tiện theo dõi một số phần chúng tôi có nhắc lại tóm tắt vài khái niệm cần thiết trước khi đi vào nội dung chính.

Với yêu cầu nêu trên, nội dung cuốn sách có thể chia làm 2 phần chính: Phần thứ nhất trình bày các kiến thức toán học (kể cả phương pháp mô hình hoá và phương pháp giải) cần thiết. Phần thứ hai trình bày các mô hình toán học cho những bài toán môi trường. Ngoài ra trong phụ lục trình bày một số vấn đề để bạn đọc có thể tìm hiểu sâu và rộng thêm một số cơ sở, cách giải quyết vấn đề mà không nêu trong phần chính để tránh sự công kênh, mất tập trung của một cuốn sách mang tính giáo khoa.

Các vấn đề về mô hình toán trong hạch toán kinh tế môi trường bạn đọc có thể xem, chẳng hạn, ở [19].

Những khái niệm về quy hoạch tuyến tính, lý thuyết xác suất thống kê, lý thuyết trò chơi và ứng dụng trong bài toán kinh tế liên quan có thể xem, chẳng hạn, ở [20].

Vấn đề được đề cập trong cuốn sách tuy không mới và đã được xem xét từ những góc độ khác nhau trong nhiều tài liệu nhưng dưới dạng tổng hợp theo yêu cầu đề ra ở đây vẫn là rộng và chưa nhiều tiền lệ. Vì lý do đó và trình độ của tác giả nên cuốn sách không thể tránh khỏi những khiếm khuyết. Với mong muốn cuốn sách là một thử nghiệm được sử dụng chắc chắn sự giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi của lãnh đạo trường Đại học DL Đông Đô, của các khoa Khoa học Cơ bản, Công nghệ và Môi trường phòng Đào tạo nhà trường GS. TS Nguyễn Toàn Thắng, Tiến sĩ Phạm Văn Chóng, PGS. TS Bùi Quang Diệu, PGS. TS Hoàng Ngọc Thái, Thạc sĩ Phan Mạnh Toàn là nguồn động viên, khích lệ to lớn đối với tác giả.

Tác giả chân thành cảm ơn Hội đồng thẩm định đã góp những ý kiến quý báu, cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã cho in và xuất bản cuốn sách này.

Tác giả

MỤC LỤC

	<i>TRANG</i>
LỜI NÓI ĐẦU	3

CHƯƠNG I: LÝ THUYẾT TRƯỜNG

§ 1 – Trường vô hướng, trường véctơ	9
--	---

Trường vô hướng, mặt mức. Trường Véctơ Đường sức. Gradient (grad) của trường vô hướng. Toán tử Haminton. Công thức Oxtogradski Divergence (div). Công thức Stokes.

§ 2- Các trường đặc biệt.	14
----------------------------------	----

Trường thế – Trường Solenoid (trường ống).

§ 3- Một vài ứng dụng.	16
-------------------------------	----

Phương trình liên tục. Phương trình cơ bản về chuyển động của chất lỏng lý tưởng. Phương trình truyền nhiệt.

CHƯƠNG II – KHÁI QUÁT VỀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH VẬT LÝ – TOÁN THƯỜNG GẶP

§ 1- Phân loại	21
-----------------------	----

Phương trình loại hyperbolic. Phương trình loại parabolic. Phương trình loại elliptic. Dạng chuẩn tắc.

§ 2- Phương trình loại hyperbolic	25
--	----

Phương trình các dao động ngang, bé của dây. Phương trình dao động dọc của thanh và của dây. Dao động ngang của màng. Điều kiện ban đầu và điều kiện biên. Công thức Đalămbe.

Phương pháp tách biến cho phương trình dao động của dây.

§ 3- Phương trình loại parabolic.

36

Bài toán tuyến tính về lan toả nhiệt. Phương trình khuếch tán. Bài toán truyền nhiệt trong không gian. Bài toán biên. Nguyên lý giá trị cực đại. Phương pháp tách biến cho phương trình truyền nhiệt.

§ 4- Phương trình loại elliptic.

42

Phương trình Laplace. Phương trình Poatxông. Phương trình Laplace trong hệ tọa độ cầu, trong hệ tọa độ trụ. Một số nghiệm riêng của phương trình Laplace. Hàm điều hoà của hàm giải tích biến phức. Phương pháp tách biến cho phương trình Laplace, tích phân Poatxông.

CHƯƠNG III – GIẢI PHƯƠNG TRÌNH ĐẠO HÀM RIÊNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP SAI PHÂN.

§ 1- Sai phân hoá các bài toán bờ của phương trình eliplic.

49

Bài toán bờ Dirichlê. Các bước chính trong sai phân hoá bài toán bờ Dirichlê. Thí dụ – Bài toán biên Nôman. Sai phân hoá điều kiện biên.

§ 2- Phương pháp giải hệ phương trình sai phân của bài toán bờ phương trình eliplic.

56

§ 3- Sự hội tụ của bài toán bờ sai phân của phương trình eliplic

69

§ 4- Sai phân hoá bài toán bờ của phương trình parabolic.

72

§ 5- Sự hội tụ và sự ổn định của bài toán sai phân của phương trình parabolic.

81

§ 6- Giải phương trình Hypecbolic bằng phương pháp sai phân

88

CHƯƠNG IV – PHƯƠNG PHÁP NỘI SUY

§ 1- Bài toán nội suy tổng quát

93

§ 2- Công thức nội suy Lagrange.

94

§ 3- Xây dựng các công thức nội suy bằng sai phân.

97

§ 4- Hàm Splainơ.

100

CHƯƠNG V – PHƯƠNG PHÁP TÍNH ĐẠI SỐ TUYẾN TÍNH

§ 1- Các khái niệm và các ký hiệu cơ bản

105

§ 2- Phương pháp Gaoxơ

106

§ 3- Phương pháp khaletxki

115

§ 4- Phương pháp khai căn bậc hai	117
§ 5- Phương pháp trục giao	120
§ 6- Tính định thức	121
§ 7 - Tính ma trận nghịch đảo	124
§ 8- Phương pháp lập đơn	126
§ 9- Phương pháp Zayden	130
§ 10- Một số phương pháp tính giá trị riêng và vectơ riêng	132

CHƯƠNG VI – LÝ THUYẾT XẤP XỈ VÀ CÁC ỨNG DỤNG

§ 1- Xấp xỉ tốt nhất trong không gian tuyến tính định chuẩn.	143
§ 2- Xấp xỉ đều tốt nhất.	145
§ 3- Đa thức phương sai bé nhất. Xấp xỉ trung bình bình phương.	153
§ 4- Trường hợp dùng cơ sở đại số.	157
§ 5- Trường hợp dùng cơ sở lượng giác.	172
§ 6- Đa thức phương sai bé nhất của hàm hai biến.	178
§ 7- Một số ứng dụng của phương pháp phương sai bé nhất.	180

CHƯƠNG VII – MỘT SỐ BÀI TOÁN THƯỜNG GẶP

§ 1- Bài toán khuếch tán, bài toán thế.	197
§ 2- Sự khuếch tán mây.	201
§ 3- Các phương trình dịch chuyển và khuếch tán.	203

PHỤ LỤC I : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI GẦN ĐÚNG TỔNG QUÁT

§ 1- Những bài toán tuyến tính.	209
§ 2- Phương pháp xấp xỉ liên tiếp.	213
§ 3- Phương pháp thay phương trình bằng phương trình gần đúng.	218
§ 4- Phương pháp bình phương tối thiểu (phương sai bé nhất).	220
§ 5- Phương pháp Niuton (tiếp tuyến).	221
§ 6- Phương pháp đường dốc nhất.	224
§ 7- Phương pháp Ritz.	226

§ 8- Phương pháp Bupnôp – Galoockin. 237

PHỤ LỤC II - ĐẠO HÀM TRUNG BÌNH TÍCH PHÂN

§ 1- Đạo hàm trung bình tích phân. 241

§ 2- Vài khái niệm, phép toán bổ trợ. 242

§ 3- Giải một số bài toán biên có nghiệm không trơn. 246

PHỤ LỤC III – MỘT SỐ VÍ DỤ VÀ CÁC CHƯƠNG TRÌNH GIẢI 251

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH 267