

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
VIỆN ĐÀO TẠO SAU ĐẠI HỌC

THÔNG TIN TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Tên đề tài luận án: **Nghiên cứu mô phỏng và dự đoán chuyển động của vệt dầu loang tại vùng biển Việt Nam dựa trên phương pháp mô phỏng 3D**

Nghiên cứu sinh: **Đỗ Trung Kiên**

Ngành: Khoa học Hàng hải

Mã ngành: 9840106

Chuyên ngành: Khoa học Hàng hải

Khóa năm: 2022 (đợt tháng 6/2022)

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS. Nguyễn Mạnh Cường

2. TS. Đỗ Văn Cường

TÓM TẮT NỘI DUNG

1. Mục đích nghiên cứu

Luận án xây dựng mô hình mô phỏng quá trình di chuyển của các hạt dầu trên biển, với quá trình mở rộng và trôi dạt, có tính đến các yếu tố đầu vào như gió, sóng, dòng chảy, nhiệt độ nước biển, các yếu tố địa hình khu vực vùng biển Hải Phòng, đáp ứng được các yêu cầu độ chính xác về mặt toán học, đồng thời mô hình có thể nâng cao độ chính xác thông qua việc điều chỉnh các dữ liệu đầu vào thủy động lực; bên cạnh đó, quang cảnh khu vực mô phỏng cũng được nâng cấp dưới dạng 3D.

2. Phương pháp nghiên cứu

Luận án sử dụng kết hợp các phương pháp phân tích, tổng hợp, thống kê; giải thích; tính toán và mô phỏng thực hiện bởi máy tính; phương pháp kiểm nghiệm đánh giá độ chính xác của mô hình với phần mềm thương mại và trường hợp tràn dầu thực tế. Cụ thể như sau:

- Phương pháp tổng hợp, thống kê: những nghiên cứu đã thực hiện về mô phỏng và dự đoán tràn dầu ở trong nước và trên thế giới, từ đó chỉ ra những hạn chế của các nghiên cứu đã thực hiện, để làm nổi bật tính mới của luận án.

- Phương pháp giải thích: trình bày nguyên lý của thuật toán được lựa chọn, diễn giải các phương trình và các thành phần của phương trình để tối ưu hóa chương trình mô phỏng.

- Phương pháp GIS: số hóa và xử lý số liệu địa hình từ các bản đồ địa hình tỷ lệ 1:100.000 và 1:25.000 ở vùng cửa sông ven biển Hải Phòng. Các phần mềm GIS cũng được dùng để lồng ghép số liệu địa hình ở vùng ven biển.

- Phương pháp tính toán và mô phỏng trên máy tính: sử dụng mô-đun MIKE Hydrauldynamic để tính toán mô phỏng thủy động lực làm yếu tố đầu vào cho mô hình MIKE 21/3 Coupled FM và mô hình tự xây dựng dựa trên phương pháp mô phỏng Lagrange.

- Phương pháp phân tích và so sánh: với phần mềm thương mại và sự cố tràn dầu thực tế đã xảy ra.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: thực hiện mô phỏng một sự cố tràn dầu trên biển tại vùng biển Việt Nam. Từ đó đánh giá, so sánh tính chính xác của mô hình mô phỏng với các chương trình mô phỏng thương mại đã được kiểm chứng.

- Phạm vi nghiên cứu: mô phỏng và dự đoán chuyển động của vệt dầu loang trên biển, thí điểm tại vùng biển Hải Phòng tại các kịch bản tràn dầu đặt ra năm 2022 và trường hợp tràn dầu thực tế xảy ra năm 2023.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

- **Ý nghĩa khoa học:** Xây dựng được chương trình mô phỏng và dự đoán chuyển động của vệt dầu loang dựa trên phương pháp Lagrange tại khu vực biển Hải Phòng, Việt Nam. Chương trình do nghiên cứu sinh tự xây dựng có thể dự đoán được một cách chính xác chuyển động của vệt dầu loang, từ đó làm phong phú thêm đóng góp khoa học trong lĩnh vực nghiên cứu về mô phỏng tràn dầu ở trong nước và trên thế giới.

- **Ý nghĩa thực tiễn:** Kết quả nghiên cứu của luận án sẽ góp phần nội địa hóa các chương trình mô phỏng tràn dầu ở trong nước, từng bước làm chủ công nghệ mô phỏng tràn dầu, có thể nâng cao độ chính xác thông qua việc điều chỉnh các tham số đầu vào của chương trình tính toán thủy động lực.

5. Các đóng góp mới của luận án

Luận án có các đóng góp mới sau đây:

- Luận án đã xây dựng mô hình mô phỏng tràn dầu dựa trên phương pháp Lagrange, phù hợp với điều kiện tự nhiên tại vùng biển Việt Nam, thí điểm tại vùng biển Hải Phòng. Mô hình cho phép linh hoạt điều chỉnh các tham số đầu vào thủy động lực và kiểm soát độ tin cậy kết quả đầu ra thông qua các chỉ tiêu đánh giá sai số đảm bảo độ tin cậy;

- Ngoài ra, kết quả mô phỏng đã được tích hợp hiển thị quang cảnh 3D, kết hợp bản đồ địa hình GIS, thể hiện rõ hình ảnh vệt dầu loang và bám dính vào bờ biển. So với các mô hình 2D truyền thống, mô hình 3D do NCS tự xây dựng cho phép nhận diện chính xác khu vực dầu bám dính. Mô hình 3D mang lại độ chính xác và hỗ trợ hiệu quả trong việc ra quyết định ứng phó sự cố.

6. Bố cục của luận án

Luận án được trình bày bao gồm phần mở đầu và 4 chương, phần kết luận, danh mục các công trình đã công bố liên quan đến đề tài luận án, tài liệu tham khảo và 1 phụ lục.

Chương 1. Tổng quan tình hình nghiên cứu các mô hình và phương pháp mô phỏng sự phát triển của màng dầu trên biển

Chương 2. Cơ sở phương pháp luận và cơ sở dữ liệu phục vụ nghiên cứu

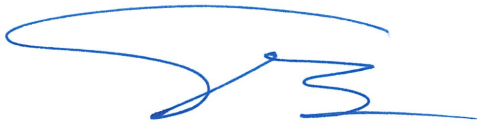
Chương 3. Thực hiện mô phỏng sự cố tràn dầu trên biển bằng mô hình MIKE 21/3 Coupled FM

Chương 4. Thực hiện mô phỏng sự cố tràn dầu dựa trên phương pháp đồ họa 3D và so sánh độ chính xác của mô hình.

Hải Phòng, ngày 16 tháng 6 năm 2025

Tập thể người hướng dẫn khoa học

Người hướng dẫn khoa học
thứ nhất



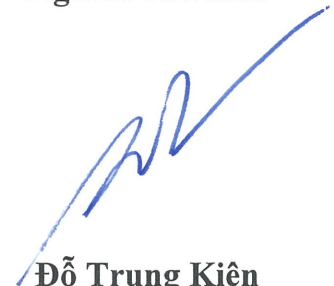
PGS.TS. Nguyễn Mạnh Cường

Người hướng dẫn khoa học
thứ hai



TS. Đỗ Văn Cường

Nghiên cứu sinh



Đỗ Trung Kiên

VIET NAM MARITIME UNIVERSITY
INSTITUTE OF POSTGRADUATE EDUCATION

THESIS INFORMATION

Dissertation title: **The study on simulation and prediction of oil spill in Vietnamese waters based on a 3D modeling approach.**

PhD student: **Do Trung Kien**

Major: Maritime Science

Major code: 9840106

Educational institution: Vietnam Maritime University

Research supervisions: **1. Assoc. Prof. Dr. Nguyen Manh Cuong**
 2. Dr. Do Van Cuong

SUMMARY OF THESIS

1. Research objectives

The dissertation develops a simulation model for tracking the movement of oil particles at sea, incorporating processes such as spreading and drifting, while taking into account input factors including wind, waves, currents, seawater temperature, and the topographic features of the Hai Phong coastal region. The model meets the required level of mathematical accuracy and can also enhance its precision through the adjustment of hydrodynamic input data. Additionally, the simulated environment is enhanced with 3D visualization of the study area.

2. Research methods

The dissertation employs a combination of analytical, synthetic, statistical, explanatory, computational and simulation-based methods, supported by computer modeling. It also applies validation techniques to assess the model's accuracy by comparing results from commercial software and actual oil spill incidents. Specifically:

- Synthesis and statistical methods: These are used to review previous studies on oil spill simulation and prediction both domestically and internationally, thereby identifying existing limitations and emphasizing the novelty of this dissertation.

- Explanatory method: This involves presenting the theoretical principles of the selected algorithms, interpreting the governing equations and their components in order to optimize the simulation program.

- GIS method: Topographic data of the Hai Phong coastal estuarine area is digitized and processed from 1:100,000 and 1:25,000 scale. GIS method is also used to integrate coastal terrain data into the simulation framework.

Computational modeling and simulation: The MIKE Hydrodynamic module is utilized to calculate hydrodynamic inputs for both the MIKE 21/3 Coupled FM model and a self-developed model based on the Lagrange simulation approach.

- Analytical and comparative method: This is applied by comparing the results from the commercial software and actual oil spill incidents.

3. Research object and scope

- Object: to simulate an offshore oil spill incident in Viet Nam sea. Based on this, the accuracy of the developed simulation model is evaluated and compared with that of verified commercial simulation programs.

- Scope: the study focuses on simulating and predicting the advection and dispersion of an oil slick in the Hai Phong coastal zone. Two test cases are considered: (i) hypothetical oil-spill scenarios defined for 2022 and (ii) the real oil-spill event that occurred in 2023.

4. Scientific and practical significance

- **Scientific:** The dissertation successfully develops a simulation program for predicting the movement of oil slicks based on the Lagrange approach, specifically applied to the Hai Phong sea area in Viet Nam. The program, independently developed by the doctoral student, demonstrates the capability to accurately predict the movement of oil slicks. This contributes meaningfully to the scientific advancement of oil spill modeling research, both domestically and internationally.

- **Practical:** The research outcomes contribute to the localization of oil spill simulation in Viet Nam, serving as a step toward mastering oil spill modeling technology. The model's predictive accuracy can be further enhanced by adjusting the input parameters of the hydrodynamic calculation program.

5. New Contributions

Novel Contributions of the Dissertation:

- The dissertation successfully develops an oil spill simulation model based on the Lagrange approach, adapted to the natural conditions of Viet Nam sea, with the case study in the Hai Phong coastal region. The model enables flexible adjustment of hydrodynamic input parameters and provides mechanisms for evaluating output reliability through validated error metrics, thereby ensuring simulation accuracy and robustness;

- Additionally, the simulation results have been integrated with 3D visualizations and GIS-based topographic mapping, offering a clear depiction of

oil slick movement and shoreline adhesion. In comparison with conventional 2D models, the 3D model developed by the doctoral candidate allows for more precise identification of coastal oil deposition zones. This enhanced 3D capability significantly improves model accuracy and serves as a valuable tool in supporting decision-making for oil spill response.

6. Thesis Structure

The dissertation is organized including an introduction, four main chapters, a conclusion, a list of related publications by the author, references, and one appendix.

Chapter 1. Overview of existing research on models and simulation methods for the development of oil slicks at sea

Chapter 2. Methodological framework and data sources for the study

Chapter 3. Simulation of oil spill incidents using the MIKE 21/3 Coupled FM model

Chapter 4. Simulation of oil spill using 3D visualization techniques and comparison of model accuracy

Haiphong, June 16, 2025

Supervisors

PhD student

The first supervisor

The second supervisor



Assoc. Prof. Dr. Nguyen Manh Cuong

Dr. Do Van Cuong

Do Trung Kien