



## Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



# Fuzzy logic in controlling the forest fire - level forecast warning signage



Quyen Thi Vu <sup>1,\*</sup>, Minh Ngoc Pham <sup>1</sup>, Chinh Manh Dang <sup>1</sup>, Hoang Huy Vuong <sup>1</sup>, Hung Duc Duong<sup>1</sup>, Them Thi Bui <sup>2</sup>, Trung Thanh Dang <sup>3</sup>, Minh Tien Vu <sup>4</sup>, Duc Minh Vu <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Information Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

<sup>2</sup> Faculty of Electro - Mechanics, Quang Ninh University of Industry, Vietnam

<sup>3</sup> Faculty of Electrical Engineering, Electric Power University, Vietnam

<sup>4</sup> HUS High School for gifted students - Vietnam National University, Hanoi, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 02<sup>nd</sup> June 2020

Accepted 03<sup>rd</sup> Aug. 2020

Available online 31<sup>st</sup> Aug. 2020

#### Keywords:

Automatic controller,  
Forecast of forest fires,  
Forecasting system,  
Fuzzy logic.

### ABSTRACT

*Forest fires are always a problem around the world because of its great harm. Especially in Vietnam, the prevention and detection of forest fires are mainly based on the patrolling forest rangers; the warning board is not automatically controlled. In this article, we will present the design of an automatic controller, which was applied fuzzy logic to control the forest fire - level forecast warning signage. The controller relies on regional meteorological information to control the signage on the spot, and to directly inform the manager about the forest fire forecasting situation via text message. The experienced results of some forest protection units in Thai Nguyen prove that the application of fuzzy logic has met the requirements of the forest protection sector in improving the forest fire forecasting system.*

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

\*Corresponding author

E - mail: vtquyen@ioit.ac.vn

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(4).14



**Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất**

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



# Ứng dụng logic mờ vào điều khiển biến báo hiệu cấp dự báo cháy rừng

Vũ Thị Quyên <sup>1,\*</sup>, Phạm Ngọc Minh <sup>1</sup>, Đặng Mạnh Chính <sup>1</sup>, Vương Huy Hoàng <sup>1</sup>, Dương Đức Hùng <sup>1</sup>, Bùi Thị Thêm <sup>2</sup>, Đặng Thành Trung <sup>3</sup>, Vũ Tiến Minh <sup>4</sup>, Vũ Minh Đức <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Viện Công nghệ Thông tin, Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

<sup>2</sup> Khoa cơ điện, Trường Đại học công nghiệp Quảng Ninh, Việt Nam

<sup>3</sup> Khoa Kỹ thuật điện, Trường Đại học Điện lực, Việt Nam

<sup>4</sup> Trường THPT chuyên Khoa học Tự nhiên Hà Nội, Việt Nam

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**TÓM TẮT**

*Quá trình:*

Nhận bài 02/6/2020  
 Chấp nhận 03/8/2020  
 Đăng online 31/8/2020

*Từ khóa:*

Bộ điều khiển tự động,  
 Dự báo cháy rừng,  
 Hệ thống dự báo,  
 Logic mờ.

*Cháy rừng luôn là vấn đề nan giải trên toàn thế giới bởi tác hại rất lớn mà cháy rừng để lại. Đặc biệt là ở Việt Nam, phòng chống cháy rừng chủ yếu dựa vào lực lượng kiểm lâm tuần tra giám sát; biến báo không được điều khiển tự động. Trong khuôn khổ bài viết này, nhóm tác giả sẽ trình bày thiết kế bộ điều khiển tự động và ứng dụng logic mờ cho điều khiển kim chỉ thị biến báo hiệu cấp dự báo cháy rừng. Bộ điều khiển dựa vào các thông tin nhiệt độ và độ ẩm của vùng để điều khiển biến báo hiệu cấp dự báo cháy rừng tại chỗ, đồng thời thông báo trực tiếp cho người quản lý về tình hình cấp dự báo cháy rừng qua tin nhắn điện thoại. Kết quả thực nghiệm tại một số hạt kiểm lâm ở Thái Nguyên cho thấy việc ứng dụng logic mờ đã đáp ứng được yêu cầu của ngành kiểm lâm trong việc nâng cao hệ thống dự báo cháy rừng.*

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

**1. Mở đầu**

Cháy rừng đã gây ra những thiệt hại to lớn về người và của, làm ảnh hưởng đến môi trường sống. Sự ô nhiễm không khí mà nó gây ra còn lớn gấp nhiều lần so với khí thải công nghiệp. Điển hình là cháy rừng ở nước Úc vào cuối năm 2019, đã làm 25 người thiệt mạng, hơn 2000 ngôi nhà đã bị phá hủy, hơn 7.3 triệu ha đất đã bị thiêu rụi, một

tỷ động vật đã chết (Vnexpress.net, 2020). Ở Việt Nam, theo số liệu của Tổng cục Thống kê cho thấy, từ năm 1963 đến năm 2002, tổng số vụ cháy rừng là trên 47.000 vụ, diện tích thiệt hại khoảng 633.000 ha. Ngày 28/6/2019, cháy rừng ở Hà Tĩnh đã thiêu rụi hơn 30 ha rừng thông, keo, bạch đàn. Bởi vậy mà những hệ thống cảnh báo cháy rừng luôn là vấn đề được ưu tiên hàng đầu (Số liệu thống kê lâm nghiệp, 2002).

Trên thế giới, giải pháp cảnh báo cháy rừng phổ biến là các hạ tầng máy chủ, phần mềm và internet để lưu trữ, phân tích và cảnh báo nguy cơ cháy rừng. Các dữ liệu được thu thập qua vệ tinh.

*\*Tác giả liên hệ*

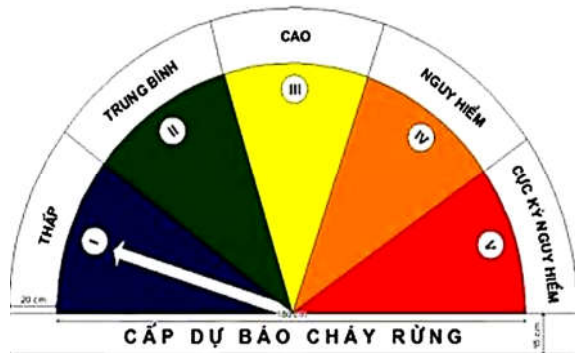
E - mail: [vtquyen@ioit.ac.vn](mailto:vtquyen@ioit.ac.vn)

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(4).14

Ở Việt Nam, công tác dự báo cháy rừng nói chung chủ yếu dựa vào phương pháp thủ công, sử dụng lực lượng kiểm lâm tuần tra giám sát các khu vực rừng nên với phương pháp này, hiệu quả giám sát không cao; phạm vi theo dõi bị giới hạn do yếu tố địa hình, quy mô lực lượng nên khả năng dự báo cháy kém.

Theo “Điều 46 - Nghị định 156/2018/NĐ-CP ngày 16/11/2018 Quy định chi tiết một số điều của Luật Lâm nghiệp” thì biển báo hiệu cấp dự báo cháy rừng phải có dạng kim quay như Hình 1. Biển báo này phải được đặt ở hạt kiểm lâm của huyện - nơi gần bìa rừng tập trung dân cư và có nhiều người qua lại. Nhằm mục đích cảnh báo cháy rừng và tăng ý thức của người dân.

Các “biển báo hiệu cấp dự báo cháy rừng” ở Việt Nam chưa có bộ điều khiển tự động, mọi cảnh báo còn thô sơ và đạt hiệu quả không cao.



Hình 1. Biển báo hiệu cấp dự báo cháy rừng.

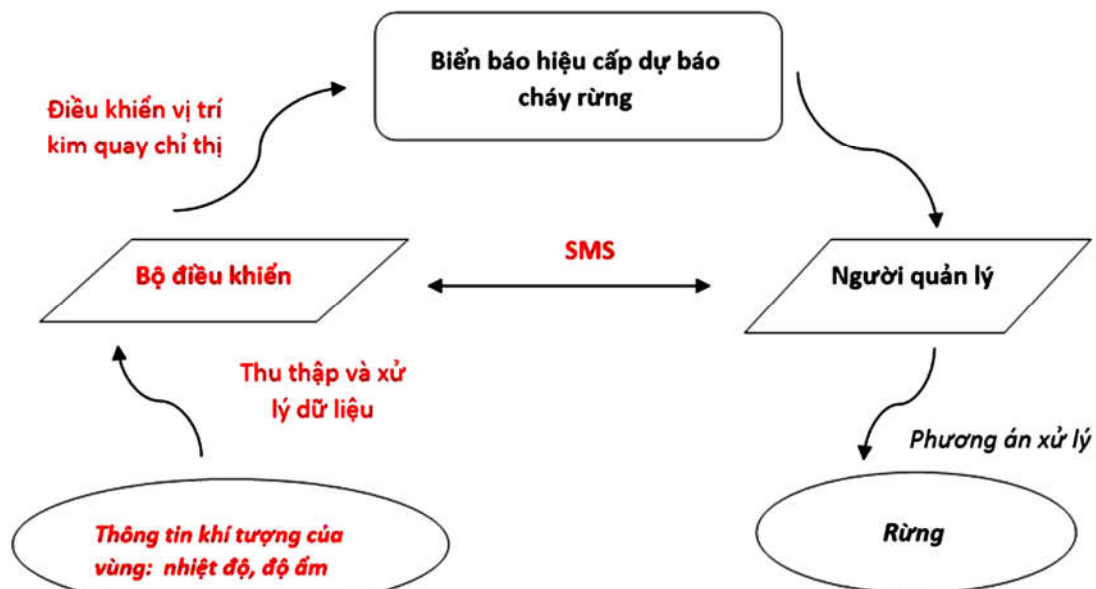
Theo yêu cầu cấp thiết của ngành kiểm lâm, cần khắc phục các nhược điểm của biển báo hiệu thủ công được dùng trước đây vì các lý do sau: Tốn thời gian, công sức, không đảm bảo tính kịp thời thông tin cấp dự báo cháy rừng trong công tác phòng chống cháy rừng. Bộ điều khiển tự động chỉ thị cấp dự báo cháy rừng rất cần được xây dựng để thu thập và xử lý dữ liệu thông tin khí tượng (nhiệt độ, độ ẩm) kịp thời đưa ra cấp cảnh báo. Đặc biệt trong những trường hợp khẩn cấp có thể kịp thời cảnh báo. Dưới đây nhóm nghiên cứu sẽ trình bày mô hình bộ điều khiển tự động chỉ thị cấp dự báo cháy rừng và kết quả thực nghiệm tại một số đơn vị hạt kiểm lâm ở tỉnh Thái Nguyên.

## 2. Nghiên cứu, thiết kế bộ điều khiển tự động chỉ thị cấp dự báo cháy rừng

### 2.1. Xây dựng mô hình hệ thống

Qua quá trình khảo sát về hoạt động của biển báo hiệu cấp dự báo cháy rừng, mô hình tự động điều khiển báo hiệu cấp dự báo cháy rừng (Hình 2). Theo như Hình 2 thì bộ điều khiển sẽ được thiết kế để thực hiện 3 công việc chính:

- Nhận thông tin nhiệt độ, độ ẩm và tính toán cấp dự báo cháy rừng.
- Điều khiển vị trí kim quay vào vị trí chính xác của các cấp dự báo cháy rừng.
- Gửi tin nhắn cho người quản lý, người có thẩm quyền. Người điều khiển biển có thể sử dụng



Hình 2. Mô hình tự động điều khiển báo hiệu cấp dự báo cháy rừng.

tin nhắn điều khiển biến và kim quay trong những trường hợp khẩn cấp.

Hoạt động của bộ điều khiển gồm 2 chế độ:

- Tự động điều khiển theo thời tiết (Chế độ tự động): Biến báo được tích hợp cảm biến nhiệt độ và độ ẩm. Sau một khoảng thời gian nhất định biến báo sẽ lấy giá trị trung bình nhiệt độ và độ ẩm từ cảm biến ở thời điểm hiện tại để tính toán cấp dự báo cháy rừng.

$$I = f(T, R) \quad (1)$$

Trong đó:  $I$  - chỉ số đánh giá mức độ cháy rừng;  $T$  - nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ );  $R$  - độ ẩm (%).

Khi  $I > 4,0$  kim quay của biến báo chỉ Cấp I; Khi  $2,5 < I \leq 4,0$  kim quay của biến báo chỉ Cấp II; Khi  $2,0 < I \leq 2,5$  kim quay của biến báo chỉ Cấp III; Khi  $1,5 < I \leq 2,0$  kim quay của biến báo chỉ Cấp IV; Khi  $I \leq 1,5$  kim quay của biến báo chỉ Cấp V.

Sau khi tính toán được cấp dự báo cháy rừng, bộ điều khiển sẽ điều khiển động cơ quay kim dừng ở đúng vị trí chính giữa của ô chỉ cấp dự báo cháy rừng. Khi cấp dự báo thay đổi thì gửi thông tin: nhiệt độ, độ ẩm và cấp dự báo đến những người liên quan.

- Bán tự động bằng cú pháp tin nhắn (Chế độ tin nhắn). Ở chế độ này, người quản lý chính có thể nhắn tin điều khiển vị trí cấp dự báo trên biến báo nếu có lệnh từ cấp trên hoặc khi tuần tra thực tế trong rừng thấy có khả năng cháy rừng. Lệnh này luôn được ưu tiên.

## 2.2. Thiết kế thiết bị nhúng cho mạch điều khiển

Trong phần này, nhóm tác giả sẽ trình bày chi tiết giải pháp thiết kế bo mạch điều khiển, các vấn đề kỹ thuật cũng như các module chính của bo mạch.

Theo Hình 3, mạch điều khiển sẽ bao gồm:

- Đầu tiên là khối nguồn cung cấp nguồn 24V cho mạch điều khiển, các cảm biến, module chức năng và động cơ điều khiển kim chỉ thị của biến báo. Sử dụng nguồn ắc quy dự phòng cho cả hệ thống trong các trường hợp bị mất điện.

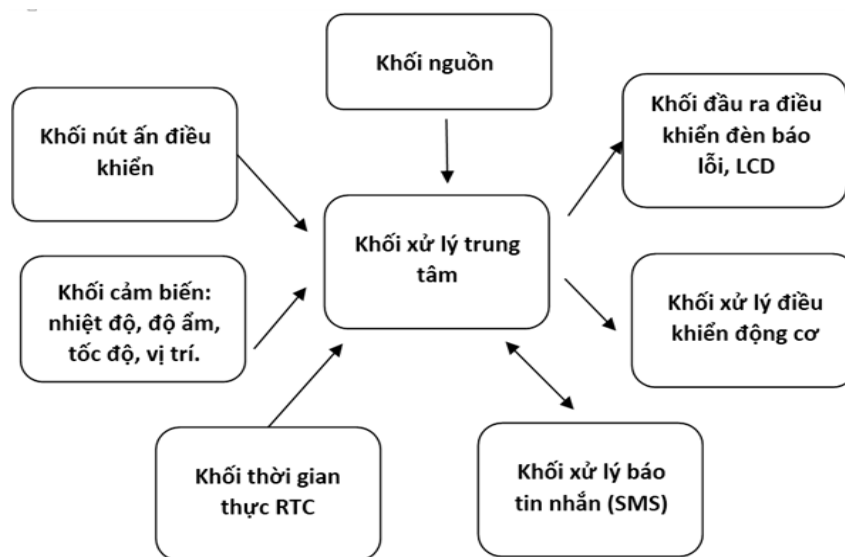
- Khối thời gian thực có chức năng cung cấp cho hệ thống mạch thời gian giống như 1 chiếc đồng hồ thông thường. Do đó, mạch có thể gửi tin nhắn báo cáo vào những giờ cố định trong ngày, trong tuần, trong tháng,...

- Khối cảm biến: cảm nhận nhiệt độ và độ ẩm truyền về bộ điều khiển. Đồng thời các dữ liệu mà cảm biến tốc độ, cảm biến vị trí đo được sẽ tham gia vào quá trình điều khiển động cơ.

- Khối đầu vào số là các nút ấn điều khiển: Đây là phần tương tác của người vận hành, người sửa chữa với mạch điều khiển. Sẽ có các nút ấn bật/tắt, reset hệ thống,...

- Khối đầu ra điều khiển hệ thống đèn báo lỗi, LCD, báo các lỗi sự cố khi hệ thống gặp phải như: lỗi sim, nguồn điện dự phòng có vấn đề, lỗi cảm biến, lỗi động cơ, đèn báo nguồn, ... Đồng thời hiện thị các thông số trên màn hình LCD. Màn hình này được ở mặt ngoài của tủ điều khiển.

- Khối xử lý trung tâm được xây dựng trên vi xử lý STM32F405RGT6 của STMicroelectronics. Đây là vi xử lý 32 bit thuộc dòng vi xử lý hiệu năng



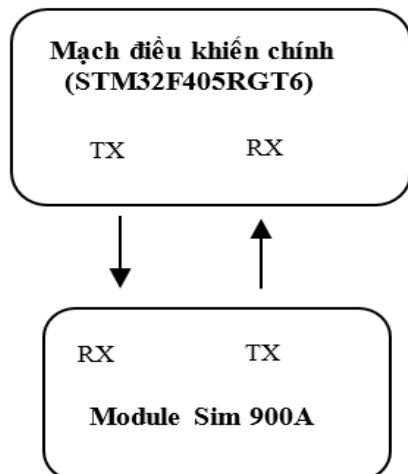
Hình 3. Sơ đồ khối mạch điều khiển.

cao của STM, hỗ trợ xung nhịp lên tới 168 MHz, bộ nhớ Flash 1 Mbyte mạnh mẽ, đảm bảo hoạt động ổn định trong thời gian dài. Bộ nhớ ROM được tích hợp thêm để đảm bảo dữ liệu lưu lại trong trường hợp mất điện hoặc nguồn điện dừng đột ngột, đảm bảo độ tin cậy và chính xác của bộ điều khiển. STM32F405RGT6 có tích hợp bộ điều xung PWM trên chân I/O. Mỗi PWM được cung cấp bởi một kênh được kết nối với timer. Và có độ phân giải 16 bit. Đồng thời, trong nghiên cứu này, vi xử lý cần đảm bảo hiệu năng tính toán đủ mạnh để tính toán logic mờ (Mục 2.3).

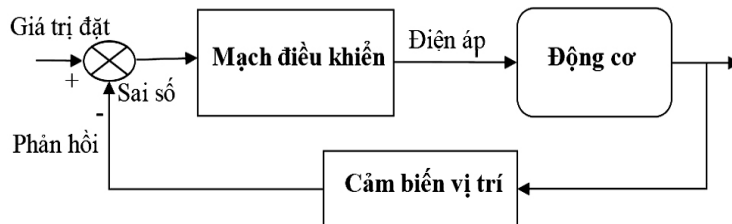
- Khối xử lý tin nhắn (SMS): Đây là một khối quan trọng của hệ thống điều khiển. Các tính năng của khối này đã được trình bày ở phần chế độ tin nhắn trong mục 2.1.

Cấu tạo là module Sim900 A giao tiếp với mạch điều khiển chính qua cổng UART như Hình 4. Bằng tập lệnh "AT command" dữ liệu được truyền nhận từ mạch điều khiển tới module và ngược lại.

+ Mạch điều khiển truyền thông tin nhiệt độ, độ ẩm và cấp cảnh báo tới module sim. Module sim sẽ gửi thông tin đó tới các số điện thoại đã được cài đặt trên module.



Hình 4. Khối xử lý tin nhắn.



Hình 5. Sơ đồ điều khiển động cơ (Nguyễn Doãn Phước, 2004).

+ Trong trường hợp khẩn cấp cần điều chỉnh cấp cảnh báo: Người quản lý sẽ nhấn tin tới số điện thoại được lắp đặt trong module. Nội dung tin nhắn này sẽ được module sim truyền tới mạch điều khiển, để xử lý dữ liệu đó thành giá trị đặt mới cho vòng điều khiển động cơ (Hình 5) - chính là điều khiển vị trí kim quay chỉ cấp cảnh báo.

- Khối xử lý điều khiển động cơ: quay kim chỉ thị đúng vị trí trên biển báo.

Hệ thống quay kim chỉ thị trên biển báo gồm:

- Trục quay kim chỉ thị (trục này được thiết kế 1 đầu gắn với bánh răng, tiếp xúc với trục truyền động của động cơ).

- Động cơ servo (24 V, công suất 30 W). Động cơ servo có trục truyền động có dạng xilanh điện.

Khi trục của động cơ quay thì trục truyền động sẽ chuyển động tiến hoặc lùi tùy theo chiều quay thuận hay nghịch của động cơ. Trục truyền động này chuyển động (tiến/ lùi) sẽ tác động vào trục quay kim chỉ thị làm quay kim chỉ thị. Bởi vậy, để điều khiển kim quay sẽ chỉ cần điều khiển trục truyền động tiến hoặc lùi. Tín hiệu cảm biến truyền về dạng analog, cho biết quãng đường dịch chuyển của trục này.

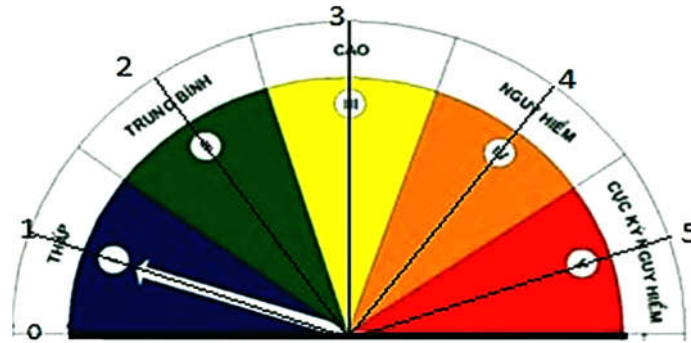
Sơ đồ điều khiển động cơ như Hình 5.

Các giá trị đặt của sơ đồ điều khiển được tính toán như Hình 6. Hình 6 đã minh họa vị trí góc quay và vị trí dừng của kim chỉ thị khi hệ thống hoạt động. Trong đó: 1, 2, 3, 4, 5 là các vị trí kim chỉ thị của biển báo sẽ chỉ các cấp cảnh báo I, II, III, IV, V.

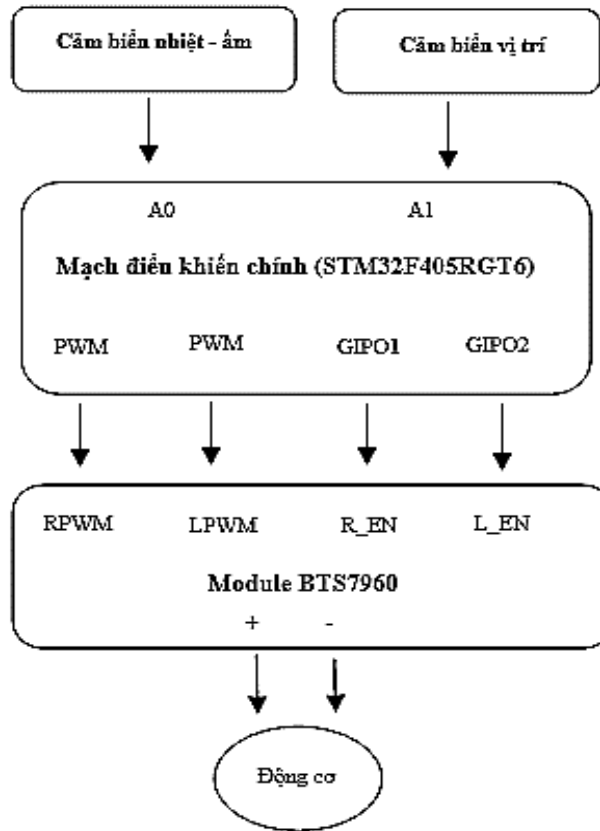
Từ vị trí 0÷1, kim quay 1 góc 18°. Và kim quay 1 góc là 36° khi dịch chuyển từ vị trí 1÷2 ; 2÷3 ; 3÷4 và 4÷5. Sự dịch chuyển này sẽ tương ứng với quãng đường dịch chuyển của trục truyền động từ 0÷40 cm.

Giá trị quãng đường dịch chuyển ở Bảng 1 là các ngưỡng giá trị đặt ứng với các mức cảnh báo: I, II, III, IV, V.

Mạch điều khiển động cơ có sơ đồ khối như Hình 7.



Hình 6. Góc quay và vị trí dừng của kim chỉ thị.



Hình 7. Sơ đồ khối của mạch điều khiển.

Bảng 1. Các giá trị đặt của vòng điều khiển động cơ.

Góc quay (độ)	Quãng đường dịch chuyển (cm)	Cấp cảnh báo
18	8	I
54	16	II
90	24	II
126	32	IV
162	40	V

Trong đó: *PWM*, *GIPO1*, *GIPO2*: là các chân xuất tín hiệu điều khiển; *R\_EN*: là chân điều khiển nửa

cầu *H* phải; *L\_EN*: là chân điều khiển nửa cầu *H* trái; *R\_PWM* và *L\_PWM*: là chân điều khiển đảo chiều (chiều thuận/ nghịch tương ứng với sự hoạt động của nửa cầu *H* phải/trái); *A0*, *A1*: là các chân analog của mạch điều khiển. Chân này sẽ nhận các tín hiệu từ cảm biến sẽ truyền về.

+ Module *BTS7960* là mạch băm xung áp 1 chiều có đảo chiều, dạng mạch cầu *H*. Đây là bộ biến đổi điện áp một chiều thành xung điện áp. Điều chỉnh độ rộng xung điện áp là điều chỉnh được trị số trung bình điện áp cấp cho động cơ. Từ

đó điều chỉnh được tốc độ của của động cơ (Trần Xuân Minh, Đỗ Trung Hải, 2016; Vũ Tiên Sinh và nnk., 2020).

+ Mạch điều khiển chính: Tại đây bộ điều khiển sẽ được lập trình xử lý tín hiệu và xuất ra tín hiệu điều khiển là độ rộng xung. Từ đó chip vi điều khiển trên mạch sẽ xử lý và xuất xung điều khiển tới mạch công suất.

Để giải quyết bài toán điều khiển tốc độ động cơ DC và dừng kim quay đúng vị trí xác định, nhóm nghiên cứu sẽ thực hiện xây dựng bộ điều khiển logic mờ.

Hoạt động: Dữ liệu nhận từ cảm biến nhiệt - ẩm xác định được giá trị đặt cho vòng điều khiển động cơ. Cảm biến vị trí đo quãng đường dịch chuyển của trục quay kim chỉ thị trên biển báo. Từ sai số quãng đường dịch chuyển với giá trị đặt, bộ điều khiển logic mờ sẽ đưa ra giá trị tỷ lệ phần trăm mức cao của xung điều khiển. Vi điều khiển sẽ tính toán và xuất ra xung điều khiển PWM (có dạng như Hình 8) tới Module BTS7960. Từ đó điều khiển được vận tốc chạy phù hợp cho động cơ.

$$D = \frac{T_{on}}{Period} \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó:  $D$ - tỷ lệ phần trăm mức cao của xung điều khiển;  $Period$ - chu kỳ xung;  $T_{on}$  - giá trị mức cao so với  $Period$ .

Chi tiết về bộ điều khiển logic mờ, nhóm tác giả sẽ trình bày ở mục 2.3.

### 2.3. Ứng dụng logic mờ cho bộ điều khiển.

Để xây dựng bộ điều khiển này, phần mềm Matlab sẽ được sử dụng để minh họa các giá trị vào ra, luật hợp thành (Sivanandam, và nnk., 2007), sau đó sẽ được nhóm thực hiện lập trình trên Chip STM32 qua phần mềm Keil C.

Bộ điều khiển có sơ đồ cấu trúc như Hình 9 bao gồm:

- 1 biến vào “ $E$  vị trí”: là sai số quãng đường dịch chuyển của trục quay kim chỉ thị của biển báo với giá trị đặt.

- 1 biến ra “Độ rộng xung”: là tỷ lệ phần trăm mức cao của xung điều khiển.

#### 2.3.1. Thiết kế tập mờ cho biến đầu vào “ $E$ vị trí”

Dải giá trị đầu vào của “ $E$  vị trí” (sai số quãng đường dịch chuyển) là  $-40 \div 40$  cm. Giá trị 40 cm là quãng đường dịch chuyển của trục điều khiển kim quay. Và giá trị  $-40 \div 40$  cm sẽ tương đương với giá trị của phép tính:  $S_{\text{đặt}} - S_{\text{phản hồi}} = \text{Sai số vị trí}$ .

- Khi kim chỉ thị quay theo chiều thuận từ cấp 1  $\rightarrow$  cấp 2  $\rightarrow$  cấp 3  $\rightarrow$  cấp 4  $\rightarrow$  cấp 5, thì động cơ sẽ quay theo chiều thuận. Trục truyền động sẽ tịnh tiến từ  $0 \div 40$  cm, sai số vị trí sẽ nằm trong khoảng (0 cm; 40 cm).

- Khi kim chỉ thị quay theo chiều ngược từ cấp 5  $\rightarrow$  cấp 4  $\rightarrow$  cấp 3  $\rightarrow$  cấp 2  $\rightarrow$  cấp 1, thì động cơ sẽ quay theo chiều nghịch. Trục truyền động sẽ lùi từ 40 cm về gần 0 cm, sai số vị trí sẽ nằm trong khoảng (40 cm; 0 cm). Mỗi tín hiệu sẽ được chuyển đổi thành tập giá trị mờ với 11 giá trị hàm liên thuộc ( $S_0, S_1, \dots, S_{10}$ ) (Himanshu và Yunis, 2019) và được phân chia theo các khoảng giá trị như Hình 10.

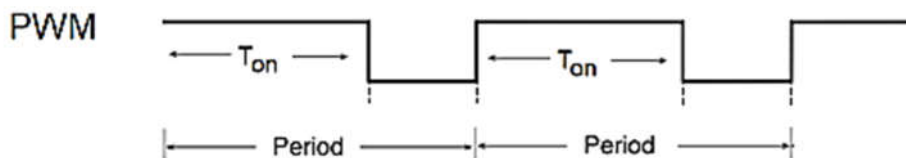
Với tập mờ các dữ liệu đầu vào là sai số quãng đường dịch chuyển, sẽ tập trung chia khoảng nhỏ ở gần vị trí sai số bằng 0. Vì khoảng giá trị sai số quãng đường gần 0, bộ điều khiển sẽ cần điều khiển chính xác giảm tốc động cơ dần về 0 để dừng đúng vị trí.

#### 2.3.2. Thiết kế tập mờ cho biến đầu ra “độ rộng xung”

Biến ra “Độ rộng xung”: là tỷ lệ phần trăm mức cao của xung điều khiển. Dải giá trị là từ  $0 \div 100\%$  (theo công thức (2)).

Trong lập trình vi điều khiển xuất xung PWM để điều khiển tốc độ động cơ:

Chu kỳ xung và tần số PWM được tính toán và đặt giá trị không đổi. Khi đó độ rộng xung PWM xuất ra càng lớn thì điện áp đặt lên tải (động cơ) sẽ càng lớn, làm cho tốc độ động cơ tăng (Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễu, 2007).



Hình 8. Xung điều khiển động cơ.

Do vậy, để giảm tốc độ động cơ và dừng đúng vị trí thì tập mờ các tín hiệu đầu ra “Độ rộng xung” sẽ cần chia khoảng như Hình 11.

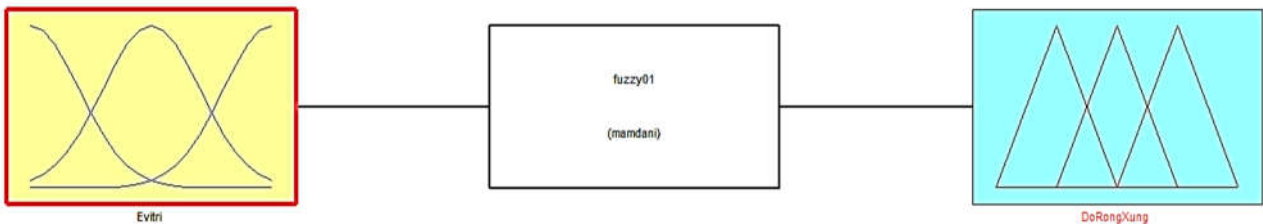
2.3.3. Thiết kế luật mờ:

Động cơ quay kim chỉ thị trong bài báo này được điều khiển theo nguyên tắc:

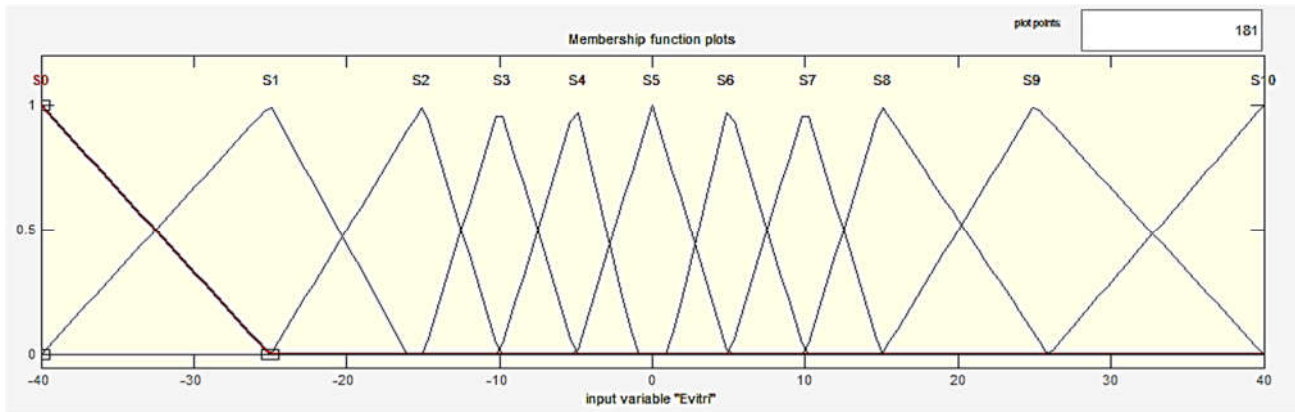
- Khi kim chỉ thị quay theo chiều tăng cấp từ cấp I đến cấp V. Sai số vị trí sẽ nằm trong khoảng (0 cm; 40 cm). Nếu sai số càng lớn thì cần tăng tốc độ động cơ - độ rộng xung điều khiển PWM lớn dần. Khi sai số càng gần về 0 thì cần giảm tốc độ động cơ - độ rộng xung điều khiển PWM nhỏ dần.

- Khi kim chỉ thị quay theo chiều giảm cấp từ cấp V về cấp I. Sai số vị trí nằm trong khoảng (-40 cm; 0 cm). Nếu sai số càng nhỏ thì cần tăng tốc độ động cơ - độ rộng xung điều khiển PWM lớn dần. Khi sai số càng lớn dần về 0 thì cần giảm tốc độ động cơ - độ rộng xung điều khiển PWM nhỏ dần.

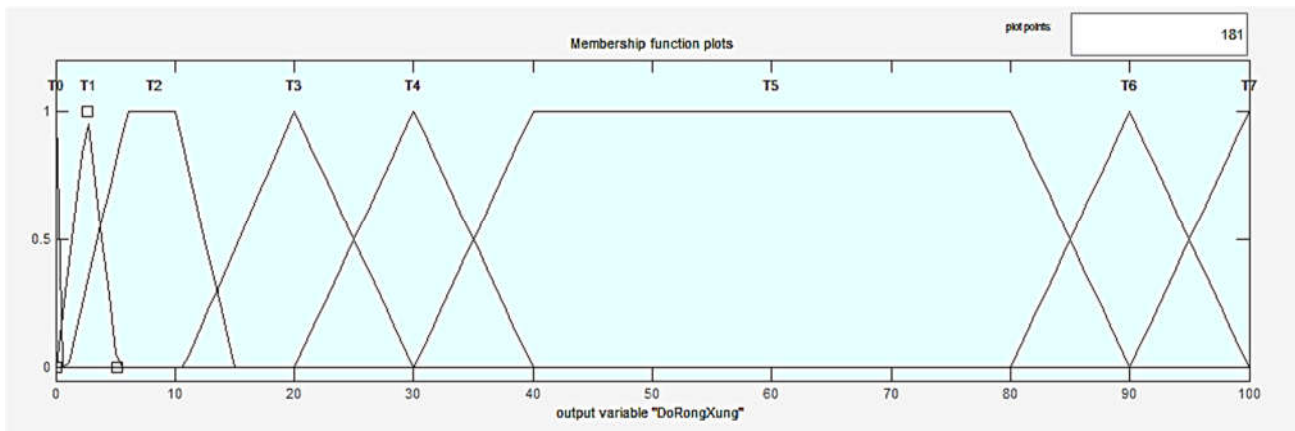
Dựa trên nguyên tắc đó, luật mờ được thiết kế: Khi giá trị “E vị trí” càng xa giá trị 0 thì “độ rộng xung” càng lớn. Khi giá trị “E vị trí” càng gần về 0 thì “độ rộng xung” càng giảm. Khi giá trị “E vị trí” bằng 0 thì “độ rộng xung” = 0. Và xây dựng được 19 luật mờ như Hình 12.



Hình 9. Sơ đồ hệ thống tính toán mờ (Phan Xuân Minh và Nguyễn Doãn Phước, 1997).



Hình 10. Tập mờ các dữ liệu đầu vào “vị trí”.

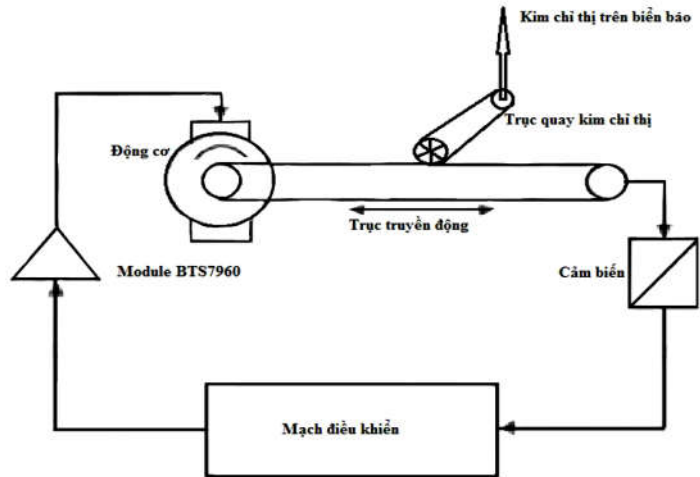


Hình 11. Tập mờ tín hiệu đầu ra.



1. If (Evitri is S0) then (chuky is T7) (1)
2. If (Evitri is S0) then (chuky is T6) (1)
3. If (Evitri is S1) then (chuky is T5) (1)
4. If (Evitri is S2) then (chuky is T4) (1)
5. If (Evitri is S2) then (chuky is T3) (1)
6. If (Evitri is S3) then (chuky is T2) (1)
7. If (Evitri is S4) then (chuky is T1) (1)
8. If (Evitri is S6) then (chuky is T1) (1)
9. If (Evitri is S7) then (chuky is T2) (1)
10. If (Evitri is S8) then (chuky is T3) (1)
11. If (Evitri is S8) then (chuky is T4) (1)
12. If (Evitri is S9) then (chuky is T5) (1)
13. If (Evitri is S10) then (chuky is T6) (1)
14. If (Evitri is S10) then (chuky is T7) (1)
15. If (Evitri is S5) then (chuky is T0) (1)
16. If (Evitri is S4) then (chuky is T0) (1)
17. If (Evitri is S6) then (chuky is T0) (1)
18. If (Evitri is S3) then (chuky is T1) (1)
19. If (Evitri is S7) then (chuky is T1) (1)

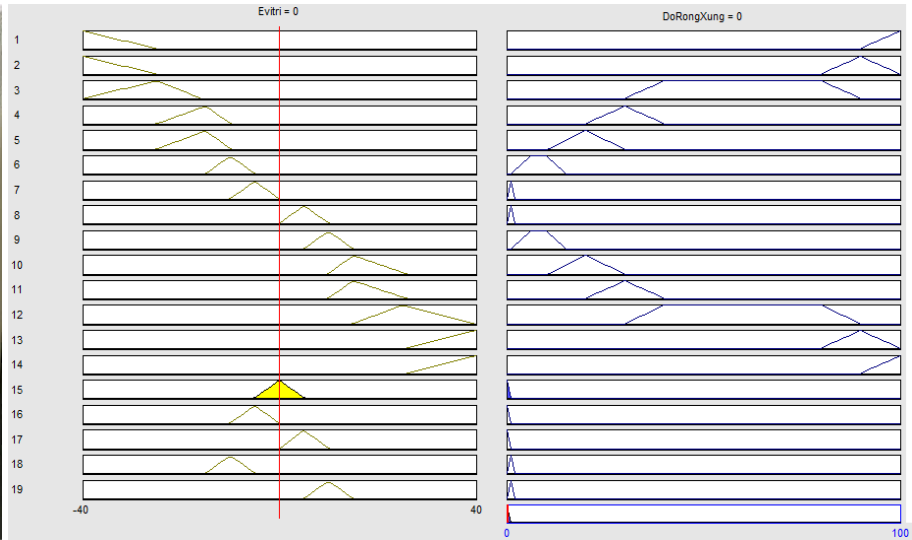
Hình 12. Luật hợp thành mờ.



Hình 13. Mô hình hệ thống điều khiển.



Hình 14. Hình ảnh tủ điều khiển.



Hình 15. Kết quả mô phỏng bộ điều khiển logic mờ trên phần mềm Matlab.

### 2.4. Mô hình thực nghiệm

Để kiểm nghiệm bộ điều khiển logic mờ, nhóm tác giả đã tiến hành thiết kế và lắp đặt mô hình hệ thống chạy thử nghiệm tại một số khu vực hạt kiểm lâm như Hình 13.

Hình 14 là hình ảnh tủ điều khiển đã lắp đặt hoàn thiện trước khi đưa vào vận hành thực tế. Sau khi hoàn thiện, tủ điều khiển được đưa đi lắp đặt chạy thử nghiệm tại hạt kiểm lâm - nằm trên địa phận của các huyện Phú Lương, Đồng Hỷ, Đại Từ, Võ Nhai - tỉnh Thái Nguyên.

### 3. Kết quả

Dưới đây là kết quả thu được từ tính toán mờ được mô hình hóa trong phần mềm Matlab nhằm

trực quan hơn cho việc bộ điều khiển logic mờ. Bộ điều khiển logic mờ được xây dựng trên nguyên lý luật hợp thành mờ max - min, giải mờ bằng phương pháp điểm trọng tâm.

Hình 15 là hình ảnh minh họa kết quả mô phỏng bộ điều khiển logic mờ trên phần mềm Matlab. Từ kết quả trên phần mềm Matlab ta có kết quả Bảng 2 là giá trị tỷ lệ phần trăm mức cao của xung điều khiển.

Nhận xét: Tại các giá trị “E vị trí” gần bằng 0 là khoảng (-5; 5), các giá trị “Độ rộng xung” đã được giảm nhanh chóng về 0 để đảm bảo được kim chỉ thị trên biển báo dừng đúng vị trí. Đặc biệt khoảng giá trị “E vị trí” (-1; 1): theo bộ điều khiển fuzzy thì tại các giá trị - 1 và 1 độ rộng xung phải bằng 0 để tốc độ động cơ phải bằng 0. Do trên thực tế động cơ phải giảm tốc từ từ và còn mất 1 khoảng

thời gian quay trục quay theo quán tính. Vì vậy, chúng tôi thử nghiệm và tính toán giá trị “độ rộng xung” bằng 0 trong khoảng (- 1; 1) để đảm bảo được kim chỉ thị trên biển báo dừng đúng vị trí.

Khi áp dụng bộ điều khiển logic mờ vào điều khiển kim quay chỉ thị, nhóm nghiên cứu đã thực hiện đo đạc được kết quả như Bảng 3.

Nhận xét: Từ các số liệu trên Bảng 3, bộ điều khiển logic mờ đã đạt được yêu cầu đề ra, với sai số quãng đường dịch chuyển  $\pm 0,7$  cm, sai số góc quay của kim chỉ thị  $\pm 1^\circ$ . Đây là sai số cho phép khi

quay kim chỉ thị biển báo.

Như vậy: Bộ điều khiển logic mờ đã đạt yêu cầu đề ra. Việc điều khiển thay đổi vị trí cấp cảnh báo qua sim điện thoại chạy ổn định.

**4. Kết luận.**

Trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung xây dựng giải pháp tự động hóa bộ điều khiển chỉ thị cấp dự báo cháy rừng. Bộ điều khiển tự động đã thay thế hệ thống điều khiển biển báo trước đây.

*Bảng 2. Bảng số liệu lấy từ bộ điều khiển logic mờ.*

TT	Giá trị biến “E vị trí” (cm)	Giá trị biến “Độ rộng xung” (%)
1	- 40	92
2	- 30	63, 5
3	- 20	49, 4
4	- 10	7, 3
5	- 5	0, 5
6	- 4	0, 5
7	- 3	0, 5
8	- 2	0, 294
9	- 1	0
10	0	0
11	1	0
12	2	0, 294
13	3	0, 5
14	4	0, 5
15	5	0, 5
16	10	7, 3
17	20	49, 8
18	30	63, 1
19	40	92

*Bảng 3. Kết thử nghiệm bộ điều khiển logic mờ.*

TT	Chiều quay động cơ	Cấp cảnh báo	Vị trí góc quay kim chỉ thị cần đạt được (độ)	Vị trí trục truyền động cần dừng (cm)	Vị trí trục truyền động dừng trên thực tế (cm)	Vị trí góc quay kim chỉ thị trên thực tế (độ)
1	Thuận	I	18	8	8, 6	19
2	Thuận	II	54	16	16	54
3	Thuận	III	90	24	23, 9	90
4	Thuận	IV	126	32	31, 3	125
5	Thuận	V	162	40	40, 5	163
6	Nghịch	V	162	40	40, 5	163
7	Nghịch	IV	126	32	31, 8	126
8	Nghịch	III	90	24	24	90
9	Nghịch	II	54	16	16, 08	54
10	Nghịch	I	18	8	7, 9	18

Đặc biệt là chức năng cảnh báo bằng tin nhắn đã góp phần nâng cao công tác dự báo cháy rừng.

Việc nghiên cứu ứng dụng logic vào bộ điều khiển những bước đầu đang chạy rất ổn định và đảm bảo yêu cầu đặt ra.

### Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của đề tài “Thiết kế bộ điều khiển tự động chỉ thị cấp dự báo cháy rừng”, Viện Công nghệ thông tin - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mã số: CS20.16.

Chúng tôi cũng xin chân thành cảm ơn Công ty cổ phần Hệ thống thông tin lâm nghiệp (FIS) đã hợp tác và tạo điều kiện nghiên cứu, lắp đặt thử nghiệm hệ thống này.

### Tài liệu tham khảo

Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, (2007). *Cơ sở truyền động điện*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội.

Himanshu Singh, Yunis Ahmad Lone, (2019). *Deep Neuro - Fuzzy Systems with Python: With Case Studies and Applications from the Industry*. Apress.

Nguyễn Doãn Phước, (2004). Lý thuyết điều khiển tuyến tính. *Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật*. Hà Nội.

Phan Xuân Minh và Nguyễn Doãn Phước, (1997). Lý thuyết điều khiển mờ. *Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật*. Hà Nội.

Sivanandam, S. N., Sumathi, S., & Deepa, S. N. (2007). *Introduction to fuzzy logic using MATLAB (Vol. 1)*. Berlin: Springer.

Số liệu thống kê lâm nghiệp, (2002). *Tổng cục thống kê*.

Trần Xuân Minh và Đỗ Trung Hải, (2016). Điện tử công suất. *Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật*. Hà Nội.

Vnexpress, (2020). <https://vnexpress.net/vi-sao-chay-rung-australia-toi-te-nhat-nhieu-thap-ky-4038674.html>

Vũ Tiên Sinh, Vũ Thị Quyên, Đặng Văn Đức, Lê Ngọc Huân, Phạm Ngọc Minh, Trương Thị Hương, (2020). Thiết kế hệ thống IoT hỗ trợ định hướng thông tin cho người dùng. *Tap chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất* 61(1), 37 - 46.