

**QUYẾT ĐỊNH****Về việc thành lập Ban biên soạn sách chuyên khảo cấp Nhà xuất bản****HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

Căn cứ Luật Giáo dục đại học ngày 18/6/2012 và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Giáo dục đại học ngày 19/11/2018;

Căn cứ Nghị định số 99/2019/NĐ-CP ngày 30/12/2019 về việc quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Giáo dục đại học;

Căn cứ Thông tư liên tịch số 07/2009/TTLT-BGDĐT-BNV ngày 15/4/2009 của Bộ Giáo dục và Đào tạo và Bộ Nội vụ hướng dẫn thực hiện quyền tự chủ, tự chịu trách nhiệm về nhiệm vụ, tổ chức bộ máy, biên chế đối với đơn vị sự nghiệp công lập giáo dục và đào tạo;

Căn cứ Thông tư 35/2021/TT-BGDĐT ngày 06/12/2021 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy định về biên soạn, lựa chọn, thẩm định duyệt và sử dụng tài liệu giảng dạy giáo trình giáo dục đại học;

Căn cứ Nghị quyết số 05/NQ-HĐT ngày 19/01/2021 của Hội đồng Trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất ban hành Quy chế về Tổ chức và Hoạt động của Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

Căn cứ Quyết định số 748/QĐ-MĐC ngày 28/6/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Mỏ - Địa chất về việc ban hành Quy định về biên soạn, lựa chọn, thẩm định, duyệt và sử dụng tài liệu giảng dạy giáo dục đại học tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

Căn cứ Quyết định số 1444/QĐ-MĐC ngày 29/9/2023 của Hiệu trưởng Trường Đại học Mỏ - Địa chất về việc kiện toàn Hội đồng giáo trình Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

Theo đề nghị của Trường phòng Đào tạo sau đại học, Trường Khoa Mỏ,

**QUYẾT ĐỊNH:**

**Điều 1.** Thành lập Ban biên soạn sách chuyên khảo cấp Nhà xuất bản “Ứng dụng mô hình trí tuệ nhân tạo trong khoan - nổ mìn thi công công trình ngầm và mỏ”; là tài liệu tham khảo cho học phần “Công nghệ tiên tiến trong thi công giếng đứng” mã học phần: 8030216, gồm các thành viên:

1. PGS.TS Nguyễn Chí Thành

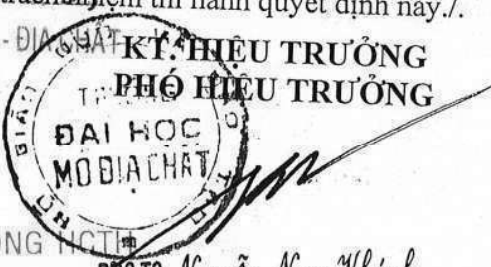
2. TS Bùi Mạnh Tùng (Đồng chủ biên)

**Điều 2.** Ban biên soạn sách chuyên khảo theo đề cương chi tiết đã được Hiệu trưởng phê duyệt; ký hợp đồng biên soạn và chịu trách nhiệm về nội dung khoa học của sách chuyên khảo theo Quy định của Thông tư 35/2021/TT-BGDĐT; được hưởng các quyền lợi khác theo quy định hiện hành. Hội đồng tự giải thể sau khi hoàn thành nhiệm vụ.

**Điều 3.** Trường phòng Đào tạo sau đại học, Trường Khoa Mỏ, Trường các đơn vị có liên quan và Ban biên soạn có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành quyết định này./.

**Nơi nhận:**

- Như Điều 3 (để t/hiện);
- Hiệu trưởng (để báo cáo);
- Lưu: HCTH, SDH.



ThS. Trần Anh Dũng  
PGS.TS Nguyễn Ngọc Khánh

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

Số: 682 /QĐ-MĐC

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Hà Nội, ngày 01 tháng 5 năm 2025

### QUYẾT ĐỊNH

Về việc thành lập Hội đồng thẩm định sách chuyên khảo cấp Nhà xuất bản

#### HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

Căn cứ Luật Giáo dục đại học ngày 18/6/2012 và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Giáo dục đại học ngày 19/11/2018;

Căn cứ Nghị định số 99/2019/NĐ-CP ngày 30/12/2019 về việc quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Giáo dục đại học;

Căn cứ Thông tư liên tịch số 07/2009/TTLT-BGDĐT-BNV ngày 15/4/2009 của Bộ Giáo dục và Đào tạo và Bộ Nội vụ hướng dẫn thực hiện quyền tự chủ, tự chịu trách nhiệm về nhiệm vụ, tổ chức bộ máy, biên chế đối với đơn vị sự nghiệp công lập giáo dục và đào tạo;

Căn cứ Thông tư 35/2021/TT-BGDĐT ngày 06/12/2021 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành Quy định về biên soạn, lựa chọn, thẩm định duyệt và sử dụng tài liệu giảng dạy giáo trình giáo dục đại học;

Căn cứ Nghị quyết số 05/NQ-HĐT ngày 19/01/2021 của Hội đồng Trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất ban hành Quy chế về Tổ chức và Hoạt động của Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

Căn cứ Quyết định số 748/QĐ-MĐC ngày 28/6/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Mỏ - Địa chất về việc ban hành Quy định về biên soạn, lựa chọn, thẩm định, duyệt và sử dụng tài liệu giảng dạy giáo dục đại học tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

Căn cứ Quyết định số 1444/QĐ-MĐC ngày 29/9/2023 của Hiệu trưởng Trường Đại học Mỏ - Địa chất về việc kiện toàn Hội đồng giáo trình Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

Căn cứ Quyết định số /QĐ-MĐC ngày /12/2024 của Hiệu trưởng Trường Đại học Mỏ - Địa chất về việc thành lập Ban biên soạn sách giáo trình cấp Nhà xuất bản;

Theo đề nghị của Trưởng phòng Đào tạo sau đại học, Trưởng Khoa Mỏ,

### QUYẾT ĐỊNH:

**Điều 1.** Thành lập Ban biên soạn sách chuyên khảo cấp Nhà xuất bản “Ứng dụng mô hình trí tuệ nhân tạo trong khoan - nổ mìn thi công công trình ngầm và mỏ”; là tài liệu tham khảo cho học phần “Công nghệ tiên tiến trong thi công giếng đứng” mã học phần: 8030216, gồm các thành viên trong danh sách kèm theo.

**Điều 2.** Hội đồng thẩm định sách chuyên khảo cấp Nhà xuất bản tổ chức thực hiện thẩm định sách chuyên khảo theo Quy định của Thông tư 35/2021/TT-BGDĐT và được hưởng các quyền lợi khác theo quy định hiện hành. Hội đồng tự giải thể sau khi hoàn thành nhiệm vụ.

**Điều 3.** Trưởng phòng Đào tạo sau đại học, Trưởng Khoa Mỏ, Trưởng các đơn vị có liên quan và Hội đồng thẩm định, có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như Điều 3 (để thi hành);
- Hiệu trưởng (để báo cáo);
- Lưu: HCTH, SDH.

KT. HIỆU TRƯỞNG  
PHÓ HIỆU TRƯỞNG

ThS. Trần Anh Dũng



**DANH SÁCH HỘI ĐỒNG THẨM ĐỊNH SÁCH CHUYÊN KHẢO**  
**CẤP NHÀ XUẤT BẢN**

**“Ứng dụng mô hình trí tuệ nhân tạo trong khoan - nổ mìn thi công công trình ngầm và mỏ”**

(Kèm theo QĐ số: 682/QĐ-MĐC, ngày 07/5/2025 của Hiệu trưởng Trường Đại học Mỏ - Địa chất)

TT	Chức danh, họ và tên	Đơn vị công tác	Nhiệm vụ trong HE
1	PGS.TS Phạm Văn Hòa	Trường ĐH Mỏ - Địa chất	Chủ tịch
2	TS Vũ Thái Tiến Dũng	Trường ĐH Mỏ - Địa chất	Thư ký
3	TS Trần Minh Nguyên	Trung tâm Hỗ trợ tiến bộ Kỹ thuật mỏ	Phản biện 1
4	TS Phạm Quang Nam	Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin	Phản biện 2
5	PGS.TS Phạm Văn Luận	Trường ĐH Mỏ - Địa chất	Ủy viên
6	TS Nguyễn Cao Khải	Trường ĐH Mỏ - Địa chất	Ủy viên
7	PGS.TS Lương Quang Khang	Trường ĐH Mỏ - Địa chất	Ủy viên





**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**PGS. TS. Nguyễn Chí Thành; TS. Bùi Mạnh Tùng (Đồng chủ biên)**



**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO  
TRONG KHOAN - NỔ MÌN  
THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ**  
*(Sách chuyên khảo)*



**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**PGS. TS. Nguyễn Chí Thành; TS. Bùi Mạnh Tùng (Đồng chủ biên)**

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO  
TRONG KHOAN - NỔ MÌN  
THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ**

*(Sách chuyên khảo)*

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI  
HÀ NỘI - 2025**



## MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU .....	15
CHƯƠNG 1: CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG CÔNG TRÌNH	
NGẦM VÀ MỎ .....	17
1.1. KHÁI QUÁT CHUNG.....	17
1.2. PHÂN LOẠI CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ .....	17
1.2.1. Theo công dụng.....	20
1.2.2. Theo vị trí, thể nằm .....	22
1.2.3. Theo diện tích tiết diện đào .....	22
1.2.4. Theo tương quan giữa chiều dài và chiều rộng công trình ngầm, đường lò... 23	
1.3. TỔNG QUAN THI CÔNG VÀ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH	
NGẦM VÀ MỎ .....	23
1.3.1. Khái quát chung các phương pháp thi công công trình ngầm và mỏ .....	23
1.3.2. Phương pháp thi công ngầm.....	26
1.4. PHƯƠNG PHÁP KHOAN - NỔ MÌN ĐỂ PHÁ VỠ ĐẤT ĐÁ	
KHI THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ .....	32
THẢO LUẬN CHƯƠNG 1 .....	35
CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP KHOAN - NỔ MÌN KHI THI CÔNG	
CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ .....	36
2.1. KHÁI QUÁT CHUNG.....	36
2.2. THUỐC NỔ .....	36
2.2.1. Đặc điểm thuốc nổ.....	37
2.2.2. Phân loại thuốc nổ .....	37
2.2.3. Cân bằng oxy và phản ứng biến đổi thuốc nổ .....	38
2.2.4. Thuốc nổ công nghiệp .....	39
2.3. CÁC PHƯƠNG TIỆN NỔ MÌN .....	41
2.3.1. Kíp nổ thường.....	41
2.3.2. Kíp nổ điện .....	41
2.3.3. Kíp nổ điện vi sai .....	42
2.3.4. Kíp vi sai phi điện .....	43

2.3.5. Dây cháy chậm .....	43
2.3.6. Dây nổ .....	44
2.3.7. Máy nổ mìn .....	45
2.4. YÊU CẦU TRONG CÔNG TÁC NỔ MÌN .....	46
2.5. CÁC KỸ THUẬT NỔ MÌN SỬ DỤNG TRONG PHƯƠNG PHÁP KHOAN - NỔ MÌN THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ .....	46
2.5.1. Kỹ thuật nổ mìn bằng dây cháy chậm .....	46
2.5.2. Kỹ thuật nổ mìn điện .....	48
2.5.3. Kỹ thuật nổ mìn bằng dây nổ .....	49
2.5.4. Kỹ thuật nổ mìn phi điện .....	50
2.6. MỘT SỐ NỘI DUNG TRONG HỘ CHIẾU KHOAN - NỔ MÌN KHI SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP KHOAN - NỔ MÌN THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ .....	50
2.6.1. Khái niệm về hộ chiếu khoan - nổ mìn .....	50
2.6.2. Các thông số kỹ thuật khoan - nổ mìn .....	50
2.6.3. Các phương pháp bố trí lỗ mìn trên gương công trình ngầm và mỏ .....	51
2.7. CÁC PHƯƠNG THỨC THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ KHI SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP KHOAN - NỔ MÌN ĐỂ PHÁ VỢ ĐẤT ĐÁ ..	54
2.7.1. Sơ đồ thi công đào toàn gương .....	55
2.7.2. Sơ đồ thi công đào chia gương .....	56
2.7.3. Sơ đồ thi công đào chia bậc .....	63
2.7.4. Thi công giếng đứng .....	63
2.8. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HIỆU QUẢ VÀ CHẤT LƯỢNG THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHOAN - NỔ MÌN .....	66
2.8.1. Ảnh hưởng của yếu tố thành phần vật chất .....	67
2.8.2. Ảnh hưởng của cấu trúc khối đất đá xung quanh công trình ngầm và mỏ ..	68
2.8.3. Ảnh hưởng của yếu tố tính chất công nghệ .....	70
2.9. CÁC CHỈ TIÊU QUAN TRỌNG TRONG HỘ CHIẾU KHOAN - NỔ MÌN ..	72
2.9.1. Tiến độ khoan - nổ mìn .....	72
2.9.2. Chỉ tiêu thuốc nổ .....	77
2.9.3. Lượng lỗ khoan đơn vị hay chi phí khoan đơn vị .....	83
2.9.4. Khoảng cách giữa các lỗ mìn $a_{lm}$ .....	85
2.9.5. Đường kính lỗ khoan .....	86
2.9.6. Đường kính thời thuốc .....	86



2.10. ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ KHOAN - NỔ MÌN TRONG THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ.....	86
2.10.1. Điều chỉnh chỉ tiêu thuốc nổ .....	86
2.10.2. Điều chỉnh đường kính lỗ khoan, đường kính thổi thuốc .....	87
2.10.3. Điều chỉnh cách thức kích nổ.....	87
2.10.4. Điều chỉnh công tác khoan.....	87
2.10.5. Điều chỉnh số lượng đợt nổ.....	88
2.10.6. Điều chỉnh tiến độ khoan - nổ mìn.....	88
2.11.7. Hiệu quả sử dụng lỗ khoan.....	89
2.11.8. Đóng đá tạo thành sau khi phá nổ .....	89
THẢO LUẬN CHƯƠNG 2 .....	91
CHƯƠNG 3: TRÍ TUỆ NHÂN TẠO VÀ MỘT SỐ MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG THỰC TẾ.....	92
3.1. KHÁI QUÁT CHUNG.....	92
3.2. ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM .....	92
3.2.1. Việc sử dụng trí tuệ nhân tạo trong các lĩnh vực khoa học kỹ thuật và đời sống trên thế giới và ở Việt Nam .....	93
3.2.2. Xu hướng ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong lĩnh vực khai thác khoáng sản, xây dựng công trình ngầm trên thế giới và Việt Nam.....	98
3.3. MỘT SỐ MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG THỰC TẾ .....	105
3.3.1. Mô hình mạng nơ ron thần kinh nhân tạo ANN .....	105
3.3.2. Mô hình hàng xóm KNN.....	118
3.3.3. Mô hình ANFIS.....	119
3.3.4. Mô hình Random Forest.....	124
3.3.5. Mô hình SVM.....	128
THẢO LUẬN CHƯƠNG 3 .....	134
CHƯƠNG 4. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ KHI SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP KHOAN - NỔ MÌN .....	135
4.1. KHÁI QUÁT CHUNG.....	135
4.2. DỰ BÁO DIỆN TÍCH GUỒNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ SAU KHI NỔ SỬ DỤNG THUẬT TOÁN ANN VÀ ANFIS .....	136

4.2.1. Các loại mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng để xây dựng mô hình dự báo, tính toán diện tích gương hầm sau khi nổ .....	137
4.2.2. Xây dựng các mô hình trí tuệ nhân tạo ANN và ANFIS để dự báo giá trị diện tích gương hầm sau khi nổ mìn.....	142
4.3. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HÀNG XÓM KNN DỰ BÁO DIỆN TÍCH GƯƠNG CÔNG TRÌNH NGẦM SAU KHI NỔ MÌN.....	147
4.3.1. Nội dung của thuật toán KNN.....	149
4.3.2. Xử lý dữ liệu cho mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng thuật toán KNN .....	149
4.4. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ANN VÀ SVR ĐỂ DỰ BÁO DIỆN TÍCH GƯƠNG CÔNG TRÌNH NGẦM SAU KHI NỔ MÌN.....	154
4.4.1. Mạng máy vector hỗ trợ (SVM).....	155
4.4.2. Dữ liệu để xây dựng mô hình ANN và SVR.....	157
4.4.3. Xây dựng mô hình ANN và SVR dự báo diện tích gương công trình ngầm sau khi nổ mìn .....	158
4.4.4. Kết quả dự báo diện tích mặt gương hầm sau khi nổ mìn thu được từ các mô hình tối ưu.....	166
4.5. ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH THƯỚC DỮ LIỆU ĐẾN SỰ CHÍNH XÁC CỦA MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO ANN ĐƯỢC XÂY DỰNG ĐỂ DỰ BÁO DIỆN TÍCH GƯƠNG CÔNG TRÌNH NGẦM SAU KHI NỔ MÌN ..	172
4.5.1. Một số mô hình sử dụng mạng nơ ron thần kinh nhân tạo ANN để dự báo diện tích gương hầm sau khi nổ mìn .....	173
4.5.2. Mô hình trí tuệ nhân tạo ANN để dự báo diện tích gương hầm sau khi nổ mìn .....	174
4.5.3. Kết quả thu được từ các mô hình trí tuệ nhân tạo đã xây dựng .....	183
4.6. XÂY DỰNG MÔ HÌNH DỰ BÁO DIỆN TÍCH GƯƠNG HẦM SAU KHI NỔ MÌN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRÍ TUỆ NHÂN TẠO VÀ PHƯƠNG PHÁP HỒI QUY TUYẾN TÍNH (MLRA).....	185
4.6.1. Giới thiệu về nội dung các mô hình được xây dựng .....	185
4.6.2. Xử lý dữ liệu xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo .....	187
4.6.3. Phương pháp dự báo diện tích mặt hầm sau khi nổ mìn .....	188
4.6.4. So sánh hiệu suất của mô hình ANFIS và MLRA .....	196
THẢO LUẬN CHƯƠNG 4 .....	199
LỜI KẾT.....	200
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	202