



LIÊN DOANH VIETSOVPETRO

**TUYỂN TẬP BÁO CÁO**  
**HỘI NGHỊ KHOA HỌC – CÔNG NGHỆ**  
**CHÀO MỪNG SỰ KIỆN**  
**KHAI THÁC TẤN DẦU THỨ 250 TRIỆU**

**TẬP I**

**250**  
TRIỆU TẤN DẦU *Giữ lửa cho Tương lai.*



**VỮNG TÀU 2024**

TUYÊN TẬP BÁO CÁO  
HỘI NGHỊ KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ

**CHÀO MỪNG SỰ KIỆN  
LIÊN DOANH VIETSOVPETRO  
KHAI THÁC TẤN DẦU THỨ 250 TRIỆU**

LIÊN DOANH VIETSOVPETRO

# TUYỂN TẬP

HỘI NGHỊ KHOA HỌC – CÔNG NGHỆ  
CHÀO MỪNG SỰ KIỆN KHAI THÁC TẤN DẦU THỨ 250 TRIỆU

TẬP MỘT

VŨNG TÀU – 2024

**CHỈ ĐẠO THỰC HIỆN:**

**Ban Tổng giám đốc Liên doanh Vietsovpetro**

**BIÊN TẬP:**

- Viện Nghiên cứu khoa học và thiết kế Dầu khí biển;
- Hội Dầu khí Vũng Tàu

## PREDICTING FORMATION LITHOLOGY FROM REAL TIME DRILLING DATA

Hung Tien Nguyen, Duong Hong Vu, Vinh The Nguyen  
Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology

### ABSTRACT

*Building stratigraphic columns is a crucial step in both the exploration of valuable minerals and the study and restoration of the historical evolution of geological processes. Furthermore, pinpointing the limits of lithological layers is crucial for reducing the possibility of drilling-related issues and mishaps and for boosting drilling productivity. The primary focus of this study is the use of machine learning algorithms to stratigraphy identification, lithology classification, and direct construction of stratigraphic columns using real-time drilling data. The proposed model has high accuracy and the application of this method is clearly superior and very effective. Precisely estimating the depth of lithological strata will aid in organizing and choosing the best drilling parameters, reducing the amount of time and money needed to drill wells and reducing potential problems. Thus, it can be said that this is a research avenue that is also worthwhile to fund and implement in Vietnamese oil and gas wells.*

**Keywords:** Drilling, Stratigraphic column, Real-time data, Ca Tam oil field, Machine learning.

### 1. Introduction

Building stratigraphic columns is a crucial step in both the exploration of valuable minerals and the study and restoration of the historical evolution of geological processes. Furthermore, pinpointing the limits of lithological layers is crucial for reducing the possibility of drilling-related issues and mishaps and for boosting drilling productivity. In Vietnam, the construction of stratigraphic columns for wells is often carried out using traditional methods, which is based on core sample analysis or interpretation of well geophysical data. In 2009, Nguyen Xuan Nha introduced a program to build automatic stratigraphic columns for drill holes from well geophysical data in the area between Tien River and Hau River. Based on the experimental relationship between lithology types with clay content and gamma radiation intensity, the author has provided an expected stratigraphic column for the well, resulting in an accurate distinction between sand and clay layers. , however, there is no clear distinction between fine sand and silty sand or clay and silty clay [1]. The research team of the Vietnam Petroleum Institute, including Tran Thi Thanh Thuy, Nguyen Tien Thinh and others, have published articles in Petroleum Journal presenting the results of classifying lithological groups and determining petrographic characteristics of Pliocene reservoir in the central of the Song Hong basin [2] and Carbonate rocks of Devonian age in North Oshkhotunskoye field, Russian [3]. These studies have all divided the reservoir rock layer into different lithological types by analyzing core samples, FMI and interpretation of well geophysical data. In a 2020 publication, Vu Hong Duong and Kieu Duy Thong used the C-Mean (FCM) fuzzy cluster analysis algorithm and artificial Neural network to classify soil and rock layers by depth based on geophysical measurements data of well set 1143, ocean drilling program (ODP) in the East Sea. The research results have divided in detail according to well depth three common types of lithology in the study area: sand, clay and clayey sand with much higher accuracy than the traditional interpretation method [4]. It can be seen that the common point of the above studies is that the used database is only core sample data and well geophysics, these types of data all are collected after the drilling stage has taken place, leading to time-consuming and cost consumption, especially for core sample collection and analysis. However, domestic authors have not had any research suggesting the use of real-time drilling data to directly identify lithological layers right during the drilling process,

helping to select appropriate methods and technological parameters minimize the risk of complications and incidents, increase efficiency, and maximize time and cost savings.

In the past decade, there have been many publications around the world related to this issue; the authors focus mainly on applying artificial intelligence and machine learning algorithms to classify lithology, identify stratigraphy and build stratigraphic columns directly from drilling data in real time with very high accuracy [5-10]. Thereby, it can be affirmed that this is also a research direction worth investing in and applying to oil and gas wells in Vietnam. The primary focus of this study is the use of machine learning algorithms to stratigraphy identification, lithology classification, and direct construction of stratigraphic columns using real-time drilling data from two wells in the Ca Tam oil field, Vietnam.

The main objectives of this study are:

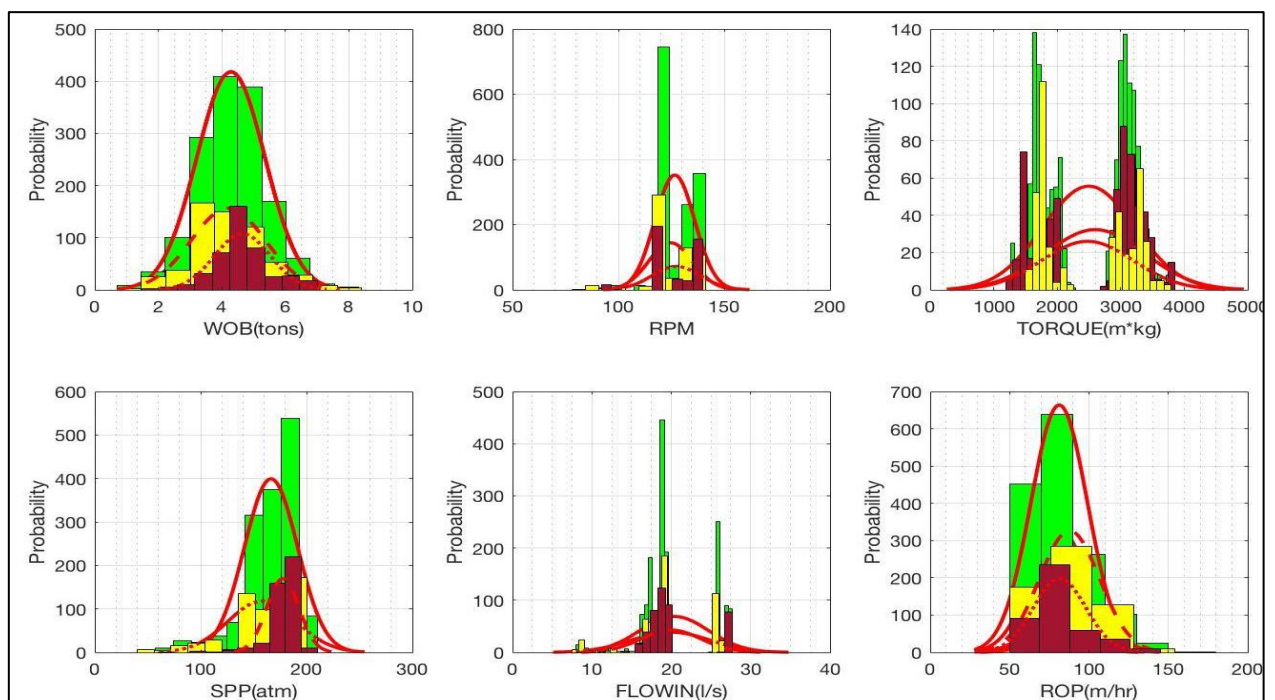
1. Analyze geological-drilling data; integrate drilling data and core sample records.
2. Apply machine learning algorithms to construct stratigraphic column from real-time drilling data for Ca Tam oil field, Vietnam.
3. This article is completed as a result of the project funded by the Hanoi University of Mining and Geology, code T24-11.

## 2. Database

The database of this study includes real time drilling data of two wells in Ca Tam oil field and core sample documents of the two wells, geological documents of the oil field. (figure 1)

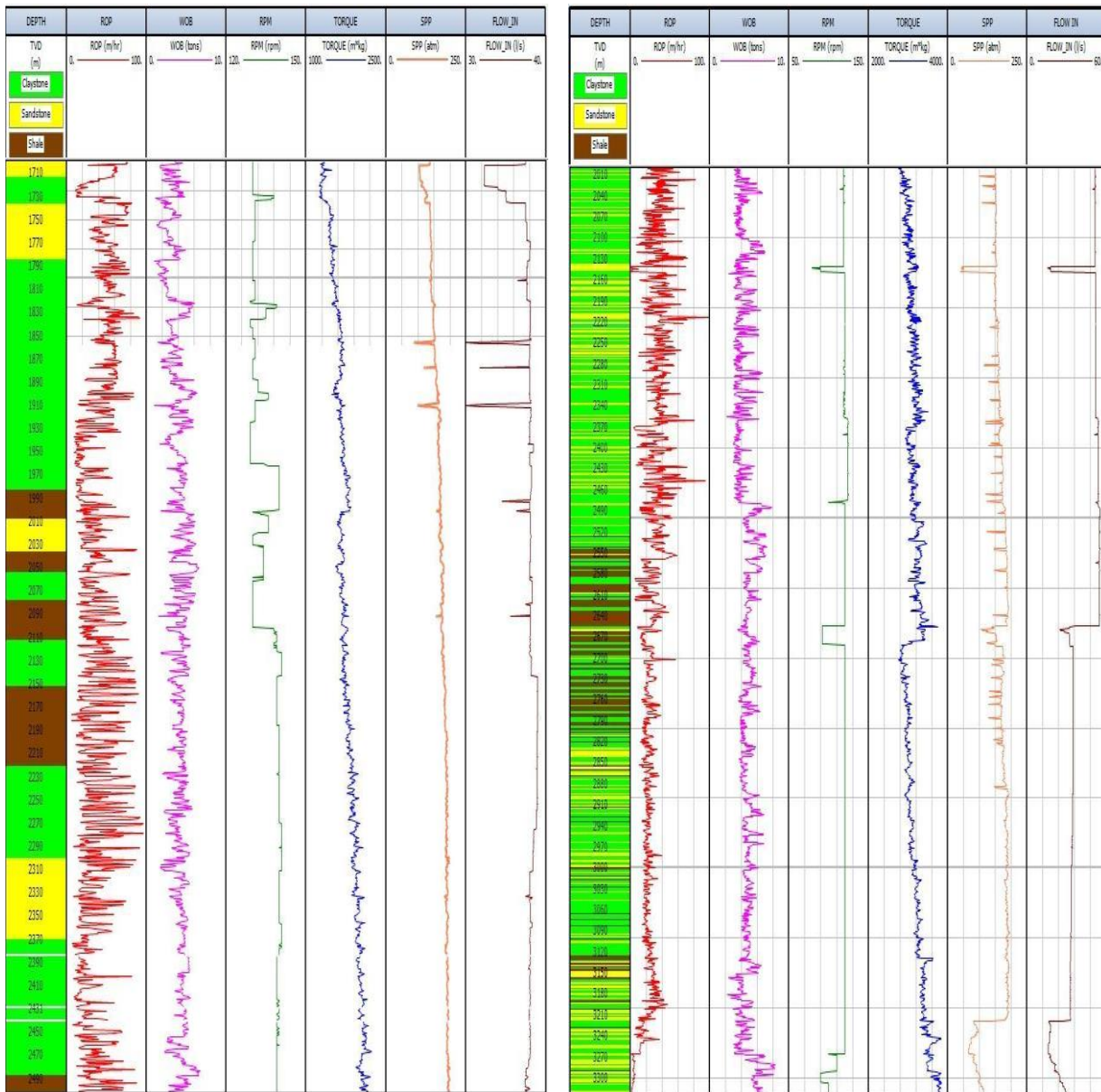
**Table 1.** Summary of database

Well	X	Y
<b>Drilling parameters</b>	Rate of Penetration (ROP) , rotary speed (RPM), the weight on bit (WOB), standpipe pressure (SPP), flow rate (FR), torque (TQ)	Rate of Penetration (ROP) , rotary speed (RPM), the weight on bit (WOB), standpipe pressure (SPP), flow rate (FR), torque (TQ)
<b>Number of core sample</b>	1137	1373



**Figure 1.** Histogram of drilling parameters data in 2 wells X and Y

Based on sample data including 2510 points from 02 well, the rock layers here are classified into 03 main lithological types: Claystone accounts for the majority (59%), Sandstone (24%) and Shale thin layer accounts for a relatively small proportion (17%) (figure 2).



**Figure 2.** Stratigraphic column and drilling parameters of 2 wells X and Y

**3. Apply machine learning algorithms to construct stratigraphic column from real-time drilling data**

In this study, the authors used the K means algorithm to predict and classify lithology into 3 groups: Claystone, Sandstone and Shale from real time drilling data of 2 wells. k-means clustering is a method of vector quantization, originally from signal processing, that aims to partition n observations into k clusters in which each observation belongs to the cluster with the nearest mean (cluster centers or cluster centroid), serving as a prototype of the cluster.

This algorithm divides the elements of the input data into cluster based on the similarity of the elements' properties. The algorithm works as follows: given a database with N data objects and the number of modules to be created, choose at random K objects to be the center of the first K set. Next, find the sample that is closest to the central sample's classification by calculating

the center distance of each set's remaining samples. If there are two adjacent clusters, adjust the new set center of the new class using the average method. The center remains unchanged, signifying the completion of the sample setting and the convergence of the e-function that sets the error criterion. The algorithm has to verify that each sample's classification is accurate before it can be repeated and it needs to be readjusted if it is incorrect. The cluster center will be adjusted based on the items that are currently present in the cluster each time a sample is assigned, this process will be repeated until a termination condition is satisfied that every sample be accurately categorized.

Figure 3 shows the results of prediction and lithology grouping from drilling data of 2 wells in database of this study when using the K-means algorithm. The overall accuracy of the prediction results is 78% and the prediction accuracy for each lithology group is Claystone (88%) respectively; Sandstone (64%) and Shale (67%). It can be seen that the prediction model is capable of accurately detecting and identifying Claystone layers when only classifying wrongly 7% of this group with Sandstone and 5% with Shale. In the two lithology groups Sandstone and Shale, the prediction accuracy stops at 64% and 67%, respectively. This can be explained by the following reasons:

- In the sample set of 2510 points, the proportion of Claystone samples is superior to the other 2 lithology groups, so the probability for the model to predict Claystone results will be higher.
- The more similar hardness and cohesion are, the higher probability that the prediction model will confuse them. Meanwhile, Sandstone has a hardness of 6-7, Shale has a hardness of 2-3 and Claystone has a hardness in the middle, in the range of 3.5 -4, therefore the forecast model will tend to mistakenly predict the two lithological groups Sandstone and Shale as Claystone.

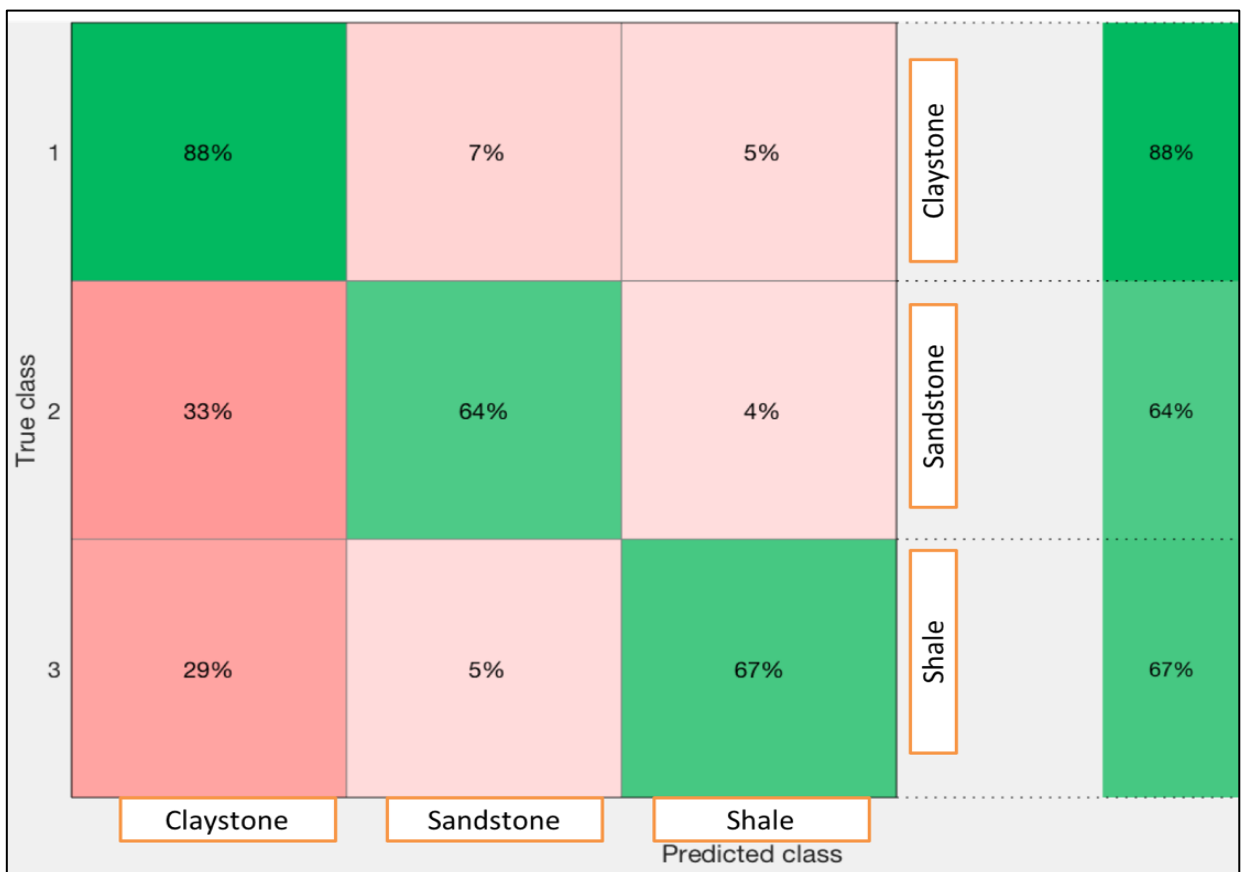


Figure 3. Results of the lithological prediction model



## CONCLUSION

Through this article, the authors have proposed a new approach to solve the task of identifying soil and rock layers directly from drilling data in real time to save a lot of time and costs for wells. The authors have built a petrology prediction model using the K-means algorithm with training data that is drilling parameters of 02 wells in Ca Tam field area. The results show that the model achieves relatively high accuracy (78%) when compared with the actual lithological column of 02 wells X and Y. Thereby, it can be affirmed that this is also a research direction worth investing in and applying to oil and gas wells in Vietnam.

Author's suggestion:

1. To improve the accuracy and reliability of the method, in addition to using the input data as the drilling parameters; geological information should be added or other high resolution well logging curves.
2. Machine learning have very high applicability and its inclusion to solve the oil and gas field tasks is very potential, there needs to be more research that go deeper into this topic.

## REFERENCES

1. Nguyễn Xuân Nhạ, 2009. Chương trình phân tích thạch học theo tài liệu Địa vật lý giếng khoan. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Tập 12, Số 6 – 2009.
2. Trần Thị Thanh Thúy, Nguyễn Tiến Thịnh, Nguyễn Hoàng Anh, Lê Mạnh Hưng, Nguyễn Tuấn Anh, Trần Xuân Quý, 2021. Đặc trưng vật lý, thạch học của đá chứa Carbonate tuổi Devonian mở Bắc Oshkhotynskoye, Liên Bang Nga. Tạp chí Dầu khí, số 3 – 2021, trang 11-21.
3. Trần Thị Thanh Thúy, Nguyễn Tiến Thịnh, Nguyễn Thanh Tùng, Đỗ Quang Đới, Nguyễn Hoàng Anh, Nguyễn Thị Thanh Thủy, 2019. Đặc trưng vật lý, thạch học của đá chứa Pliocene khu vực trung tâm bể Sông Hồng. Tạp chí Dầu khí, số 8 – 2019, trang 21-28.
4. Vũ Hồng Dương, Kiều Duy Thông, 2020. Classification of lithology from well log data using machine learning and artificial intelligence techniques: an example from ODP-1143 site. Earth sciences and natural resources for sustainable development 2020 Conf. (ERSD2020)
5. CHEN Gang, 2020. Study on Real-time Lithology Identification Method of Logging-while-drilling. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 546 (2020) 052007 doi:10.1088/1755-1315/546/5/052007
6. Mikkel Leite Arnø, John-Morten Godhavn, Ole Morten Aamo, 2022. Classification of Drilled Lithology in Real-Time Using Deep Learning with Online Calibration. SPE Drilling & Completion. pp. 26-37.
7. Moazzeni A, Haffar MA, 2015. Artificial Intelligence for Lithology Identification through Real-Time Drilling Data. J Earth Sci Clim Change 6: 265. doi:10.4172/2157-7617.1000265.
8. Tian-Tai Li, Tong Jiao, Rui-Yi Xiang, Xue-Dong Yan, 2022. Research on Intelligent Lithology Identification Method Based on Real-Time Data of Drilling Wells. RICAI 2022, December 16–18, 2022, Dongguan, China, pp. 890-895.
9. Jian Suna, Qi Lia, Mingqiang Chenb, Long Renb, Guihua Huangb, Chenyang Lib, Zixuan Zhang, 2019. Optimization of models for a rapid identification of lithology while drilling - A win-win strategy based on machine learning. Journal of Petroleum Science and Engineering 176, pp. 321-341. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.01.006>
10. Khalifa, H.; Tomomewo, O.S.; Ndulue, U.F.; Berrehal, B.E. Machine Learning-Based Real-Time Prediction of Formation Lithology and Tops Using Drilling Parameters with a Web App Integration. Eng 2023,13,2443–2467. <https://doi.org/10.3390/eng4030139>.

## MỤC LỤC

Lời giới thiệu.....	7
Phát biểu khai mạc Hội nghị của Ông Vũ Mai Khanh -Tổng giám đốc Liên doanh Vietsovpetro.....	9
<b>Phần thứ nhất: Địa chất – Địa vật lý</b>	
1. <b>Nguyễn Hùng Anh, Vũ Nam Hải</b> Kết quả công tác tìm kiếm -thăm dò của LD Vietsovpetro giai đoạn 2010-2023 và kế hoạch trong giai đoạn tiếp theo .....	15
2. <b>Nguyễn Lâm Anh, Vũ Văn Khương, Nguyễn Thái Hợp</b> Địa chấn 3D/4C Lô 09-1, đột phá về công nghệ trong lĩnh vực tìm kiếm thăm dò – khai thác / kết quả áp dụng tại Lô 09-1, kế hoạch giai đoạn tiếp theo .....	23
3. <b>Nguyễn Lâm Anh, Lê Hồng Quân, Phạm Việt Âu</b> Tiếp cận phương pháp địa tầng phân tập mới để tìm kiếm bẫy phi cấu tạo Lô 09-1 .....	29
4. <b>Nguyễn Giang An, Nguyễn Văn Tiến</b> Cơ hội và thách thức của thân dầu Oligocen trên (E2) Lô 09-1 .....	40
5. <b>Nguyễn Giang An, Nguyễn Thái Hợp</b> Phát hiện dầu quy mô nhỏ và công tác tận thăm dò giai đoạn tiếp theo tại Lô 09-1 .....	51
6. <b>Nguyễn Văn Tiến, Lê Minh Hiếu</b> Xác định và dự báo sự tồn tại của bẫy phi cấu trúc trong trầm tích Miocen dưới ở khu vực phía bắc Mỏ Bạch Hồ.....	60
7. <b>Phạm Hồng Khanh, Nguyễn Duy Ngọc, Đặng Xuân Thủy</b> Đặc trưng trầm tích tầng Oligocen dưới và giải pháp nâng cao tận thu hồi trữ lượng dầu khu vực Đông Rồng – Mỏ Rồng .....	67
8. <b>Nguyễn Duy Ngọc, Đặng Xuân Thủy, Đỗ Văn Toàn</b> Sử dụng tài liệu địa vật lý giếng khoan để đánh giá nứt nẻ, hang hốc lát cắt móng khu vực Yên Ngựa Rồng và ứng dụng plt xác định ranh giới dầu nước nâng cao hiệu quả khai thác cho các giếng khoan .....	75
9. <b>Nguyễn Hùng Anh, Nguyễn Trọng Biển, Vũ Văn Hải, Phạm Thị Hồng, Nguyễn Minh Tuấn</b> Bài học kinh nghiệm trong tìm kiếm thăm dò dầu khí Lô 16-1/15, Bể Cửu Long ..	86
10. <b>Nguyễn Xuân Quang, Phạm Hồng Khanh, Nguyễn Duy Ngọc, Trương Ngọc Sang</b> Giải pháp thiết kế và chế tạo hệ thống thiết bị máy giếng gia nhiệt qua cáp địa vật lý .....	94

11.	<b>Phạm Thị Thúy</b> Áp dụng phương pháp thống kê xác định ngưỡng điện trở suất Cutoff từ số liệu địa vật lý giếng khoan để rà soát những khoảng tiềm năng còn lại ở đối tượng Miocen dưới và Oligocen trên, Mỏ Thổ Trắng và Miocen dưới khu vực Nam Trung Tâm Rồng (RC-6,5,9) .....	99
12.	<b>Hoàng Văn Quý, Lê Hồng Quân</b> Cơ chế hình thành và phương pháp luận tìm kiếm, thăm dò thân dầu trong đá Móng magma nứt nẻ - hang hốc.....	113
13.	<b>Hoàng Anh Tuấn, Trịnh Xuân Cường, Nguyễn Linh Thái, Phan Tiến Viễn</b> Đặc điểm thạch học trầm tích và chất lượng đá chứa cát kết tuổi Miocen dưới-giữa khu vực rìa Tây Nam Bể Malay-Thổ Chu, Việt Nam .....	118
14.	<b>Nguyễn Văn Hoàng, Nguyễn Xuân Phong, Lương Thị Thanh Huyền, Đặng Văn Du, Vũ Văn Khương</b> Xây dựng mô hình dự báo nguy cơ sinh cát, áp dụng cho giếng khoan cho Mỏ X, Lô Y, Bể Cửu Long .....	127
15.	<b>Doãn Ngọc San, Nguyễn Diệu Nương, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Ngọc Sơn, Cấn Văn Hùng, Nguyễn Văn Thanh, Tạ Việt Cường, Hoàng Văn Quý, Trần Thị Oanh, Đỗ Thị Thùy Linh</b> Xây dựng hệ thống trí tuệ nhân tạo tích hợp dữ liệu địa chất dầu khí đánh giá triển vọng dầu khí .....	140
16.	<b>Hoàng Đình Tiến, Bùi Thị Luận, Hoàng Thị Xuân Hương</b> Các chỉ tiêu phản ánh hướng di cư hydrocarbon và nguồn cung cấp dầu khí trong Bể Cửu Long .....	146
17.	<b>Рюмкин А.Г.</b> Создание подземных хранилищ газа в выработанных залежах нефтяных месторождений СП «Вьетсовпетро» .....	154
18.	<b>Кувалдин А.П.</b> Повышение эффективности геологоразведочных работ на маргинальных участках СП «Вьетсовпетро» .....	160
19.	<b>Balkanov Sergei, Huy Ho Tan</b> Optimization of technical solutions to improve the efficiency of the TN-HA Project, Block 12/11, SRV .....	165
20.	<b>Hung Tien Nguyen, Duong Hong Vu, Vinh The Nguyen</b> Predicting formation lithology from real time drilling data .....	168
22.	<b>Duong Hong Vu, Hung Tien Nguyen, Vinh The Nguyen</b> Lithology classification from well logging data using machine learning .....	173

21.	<b>Dang Viet Long, Tony Roche, Do Dinh Pha, George Hepler, Bui Huu Phuoc, Le Cong Trung, Nguyen Viet Dung, Le Minh Hai, Duong Bin, Le Quang Dat, Ngo Khanh Dong, Pham Tien Trung, Ho Van Tam, Tran Van Lam, Hoang Van Quy</b>	
	Assessment of hydrocarbon column height in stacked, laminated, thin-bed hydrocarbon bearing reservoirs: a case study In Te Giac Trang Field, Cuu Long Basin .....	180
22.	<b>Le Anh Tuan, Pham Minh Hai, Albi Verba, Suyang Chen</b>	
	Improved seismic image resolution through advanced reprocessing techniques: a case study on legacy 2016 data in offshore Viet Nam.....	191
23.	<b>Nguyen Quang Hoa, Pham Vu Chuong, Sadegh Asadi</b>	
	Solids production prediction in carbonate reservoirs – a case study from ncs basin offshore Viet Nam.....	199
24.	<b>Binh, N., Tonai, S., Yamada, Y., Sano. T., Ikeuchi, H., Otsu, H.</b>	
	A study of secondary shear band formation and related sub-seismic fault patterns in the Central Rang Dong Field, Viet Nam by using sandbox shear experiments .	207
<b>Phần thứ hai: Thiết kế Khai thác mỏ</b>		
1.	<b>Phạm Xuân Sơn, Nguyễn Lâm Anh, Hồ Nam Chung, Phùng Mỹ Anh</b>	
	Tổng quan về hiện trạng các mỏ dầu của Vietsovpetro và định hướng các giải pháp khai thác hiệu quả.....	227
2.	<b>Phùng Đình Thực</b>	
	Khai thác thân dầu trong đá móng mỏ Bạch Hổ: những vấn đề phức tạp chính và các giải pháp công nghệ-kỹ thuật chủ yếu .....	250
3.	<b>Hồ Nam Chung, Phùng Thị Mỹ Anh, Phạm Thị Minh Trang</b>	
	Giải pháp tăng cường thu hồi đối với quỹ giếng tầng Móng đã ngừng khai thác..	264
4.	<b>Nguyễn Lâm Anh, Hồ Nam Chung, Lê Hồng Quân, Phạm Việt Âu, Phạm Thị Minh Trang</b>	
	Nâng cao sản lượng khai thác từ các khối sót, vỉa sót trên Lô 09-1 .....	270
5.	<b>Đào Nguyên Hưng, Phí Mạnh Tùng, Pridannikov D.V</b>	
	Các giai đoạn và định hướng phát triển chính để nâng cao hiệu quả khai thác đối tượng đá Móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ .....	283
6.	<b>Kudin E.V., Aubakirov A.R., Chung Nghiệp Huân</b>	
	Lịch sử phát triển và định hướng nâng cao chất lượng mô hình mô phỏng đối tượng đá Móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ .....	292
7.	<b>Lê Việt Hải, Phạm Thanh Bình</b>	
	Quản lý, kiểm soát và điều chỉnh quá trình khai thác tầng Móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ, thực tế và kinh nghiệm .....	302
8.	<b>Nguyễn Minh Quý, Phạm Trường Giang, Hoàng Long, Đinh Đức Huy, Lê Thị Thu Hương, Cù Thị Việt Nga</b>	
	Áp dụng hệ hóa phẩm VPI SP EOR nâng cao hệ số thu hồi dầu cho khu vực BK-16, đối tượng miocen nam, mỏ bạch hổ, Lô 09-1 Việt Nam .....	308

8.	<b>Hoàng Long, Nguyễn Minh Quý, Đoàn Huy Hiền, Bùi Việt Dũng, Phạm Quý Ngọc và các tác giả VSP</b> Áp dụng phần mềm EOR VPI Screening và cơ sở dữ liệu các dự án EOR để lựa chọn giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho đối tượng trầm tích mở Bạch Hổ, Lô 09-1, thềm lục địa Việt Nam.....	314
10.	<b>Иванов А.Н., Ву Ван Хьонг, Нгуен Куинь Зуь, Нгуен Хай Тьен, Марахов Г.Б., Нгуен Хоанг</b> Особенности планирования геолого-технических мероприятий при разработке месторождениях Блока 09-1 .....	325
11.	<b>Нгуен Лам Ань, Ву Ван Хьонг, Нгуен Куинь Зуь, Кудин Е.В., Нгуен Туан Ань</b> Текущее состояние изучения методов повышения нефтеотдачи и перспективы их реализации для месторождений Блока 09-1 на ближайший период .....	331
12.	<b>Nguyen Kien Trung, Ha Minh Dung</b> Application of assisted history matching for improving production forecast and reservoir management - a case study of Rang Dong Basement reservoir.....	338
<b>Phần thứ ba: Công nghệ Khai thác</b>		
1.	<b>Lê Việt Dũng, Bùi Trọng Hân, Lê Đăng Tâm, Phạm Trung Sơn, Nguyễn Văn Viên, Phan Trần Hải Long</b> Chặng đường phát triển công nghệ và kỹ thuật khai thác dầu ở Liên doanh Vietsovpetro.....	353
2.	<b>Lê Việt Dũng, Trần Quốc Thắng, Tống Cảnh Sơn, Lê Đăng Tâm, Bùi Trọng Hân, Nguyễn Thúc Kháng và Phan Đức Tuấn</b> Nghiên cứu phát triển giải pháp công nghệ vận hành và xây dựng mỏ để khai thác hiệu quả tài nguyên dầu khí ngoài khơi Lô 09 1 .....	360