ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 10

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

УДК 550.834:004.8

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОФИЗИКЕ

Краснощекова Анастасия Юрьевна
Студентка 4-ого курса направления «Сейсморазведка» Филиал РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина в г. Ташкенте
ORCID: 0009-0001-4253-6204

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к применению методов машинного обучения при интерпретации карбонатных коллекторов в нефтегазовой геофизике. Выполнен обзор особенностей карбонатных разрезов, осложняющих их изучение традиционными методами, включая литологическую неоднородность, вторичную пористость, трещиноватость и сложный характер распределения фильтрационно-емкостных свойств. Проведен анализ существующих алгоритмов машинного обучения, применяемых для прогнозирования пористости, классификации литотипов, выделения перспективных интервалов и комплексной интерпретации геофизических и сейсмических данных. Рассмотрены перспективы внедрения интеллектуальных методов в практику нефтегазовой геофизики.

Ключевые слова: машинное обучение, карбонатные коллекторы, нефтегазовая геофизика, интерпретация, сейсморазведка, пористость, нейронные сети, геофизические исследования скважин.

Abstract. This paper reviews modern approaches to the application of machine learning methods for carbonate reservoir interpretation in petroleum geophysics. The specific characteristics of carbonate formations complicating traditional interpretation methods are considered, including lithological heterogeneity, secondary porosity, fracturing, and complex distribution of reservoir properties. Existing machine learning algorithms used for porosity prediction, lithotype classification, identification of prospective intervals, and integrated interpretation of well logging and seismic data are analyzed. Prospects for implementing intelligent methods in petroleum geophysics are discussed.

Keywords: machine learning, carbonate reservoirs, petroleum geophysics, interpretation, seismic exploration, porosity, neural networks.

Annotatsiya. Maqolada neft-gaz geofizikasida karbonat kollektorlarini talqin qilishda mashinaviy o‘qitish usullaridan foydalanishning zamonaviy yondashuvlari ko‘rib chiqilgan. Karbonat kesimlarini an’anaviy usullar bilan o‘rganishni murakkablashtiruvchi omillar, jumladan litologik notekislik, ikkilamchi g‘ovaklik, yoriqlilik va filtratsion-sig‘im xossalarining murakkab taqsimlanishi tahlil qilingan. G‘ovaklikni prognozlash, litotiplarni tasniflash,

istiqbolli intervallarni aniqlash va geofizik hamda seysmik ma’lumotlarni kompleks talqin qilishda qo‘llaniladigan mashinaviy o‘qitish algoritmlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: mashinaviy o‘qitish, karbonat kollektorlar, geofizika, seysmik qidiruv, g‘ovaklik, neyron tarmoqlar.

ВВЕДЕНИЕ.

Современный этап развития нефтегазовой отрасли характеризуется постепенным усложнением объектов поисков и разведки углеводородов. Значительная часть перспективных запасов нефти и газа связана с карбонатными резервуарами, в частности нефтегазоносные регионы Узбекистана. В отличие от терригенных объектов, карбонатные породы обладают сложным внутренним строением, высокой неоднородностью и значительным влиянием постседиментационных процессов.

Карбонатные коллекторы характеризуются развитием вторичной пористости, трещиноватости, кавернозности, анизотропностью и изменчивостью литологических свойств. Эти особенности существенно усложняют интерпретацию данных геофизических исследований скважин и сейсморазведки.

В последние годы методы машинного обучения активно внедряются в нефтегазовую отрасль. Они позволяют выявлять сложные нелинейные зависимости между геофизическими параметрами и свойствами пород, что делает их перспективным инструментом при изучении карбонатных разрезов.

Цель работы является обзор современных методов машинного обучения, применяемых при интерпретации карбонатных коллекторов, а также анализ перспектив их применения в нефтегазовой геофизике.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ.

Анализ современных публикаций показывает, что использование методов машинного обучения в нефтегазовой геофизике является одним из наиболее активно развивающихся направлений. В научных исследованиях рассматриваются задачи прогнозирования пористости, определения литотипов, выделения коллекторов и прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств.

Ряд исследований демонстрирует успешное применение искусственных нейронных сетей для оценки пористости на основе данных ГИС. Другие авторы используют алгоритмы Random Forest, Support Vector Machine и методы глубокого обучения для классификации пород и интерпретации сейсмических данных.

ISSN 3030-3907

Отдельное внимание уделяется интеграции скважинной информации и сейсмических атрибутов. Комбинированный подход позволяет повысить достоверность прогнозов и снизить геологические риски.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Настоящая работа носит обзорный характер и основана на анализе отечественных и зарубежных научных публикаций, посвященных применению методов машинного обучения в задачах нефтегазовой геофизики.

В процессе исследования были рассмотрены научные статьи, материалы конференций и публикации, посвященные интерпретации карбонатных коллекторов. Выполнено сравнение подходов, применяемых различными исследователями, а также проанализированы основные алгоритмы машинного обучения.

Основное внимание уделялось следующим направлениям:

– прогнозирование пористости;

– литологическая классификация;

– выделение коллекторов;

– интеграция данных ГИС и сейсморазведки.

В качестве демонстрации был рассмотрен учебный набор данных по месторождению Маркова. Данные ГИС были получены по пяти скважинам. Данные содержали набор следующего типа: GR, RHOB, DTp, TNPH, а целевым параметром выступала пористость (Кп). Сложности интерпретации для данного набора данных заключаются в том, что было мало скважин для изучения, неодинаковые интервалы целевого горизонта по скважинам, широкая вариация Кп по разным скважинам, как следствие слабая связь между амлитудой и пористостью и низкий коэффициент корреляции.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

Анализ литературных источников показывает, что эффективность традиционных методов интерпретации карбонатных резервуаров ограничивается сложностью их строения. В карбонатных объектах наблюдаются существенные нелинейные связи между петрофизическими параметрами и геофизическими характеристиками.

Одним из наиболее распространенных направлений является применение алгоритмов машинного обучения для прогнозирования пористости. В качестве входных параметров обычно используются данные геофизических исследований скважин: гамма-каротаж, плотностной каротаж, нейтронный каротаж, акустические методы и другие.

ISSN 3030-3907

Использование алгоритмов Random Forest позволяет учитывать нелинейные зависимости между параметрами. Алгоритм представляет собой ансамбль большого количества деревьев решений, каждое из которых строится на случайной выборке исходных данных. Итоговый результат определяется усреднением результатов отдельных деревьев.

На первом этапе выполняется предварительная обработка данных, включающая удаление пропусков, нормализацию и анализ аномальных значений. Особое внимание уделяется значениям TNPH. В карбонатных разрезах отрицательные значения нейтронной пористости могут возникать вследствие особенностей литологии, влияния плотных пород или погрешностей измерений и требуют дополнительного анализа.

После подготовки данных выполняется обучение модели Random Forest. Алгоритм строит множество деревьев решений, каждое из которых использует случайную комбинацию признаков. За счет ансамблевого подхода достигается снижение риска переобучения и повышение устойчивости модели.

Для оценки результатов могут использоваться коэффициент детерминации R^2 и среднеквадратическая ошибка RMSE.

Использование метода Random Forest позволяет учитывать сложные взаимосвязи между каротажными параметрами и прогнозируемыми свойствами пород, что особенно важно для неоднородных карбонатных коллекторов.

Преимущество Random Forest заключается в возможности выявления сложных нелинейных зависимостей между входными параметрами и целевыми характеристиками пласта. Для карбонатных резервуаров данный аспект особенно важен, поскольку взаимосвязь между геофизическими параметрами и коллекторскими свойствами часто не подчиняется линейным закономерностям.

Нейронные сети демонстрируют высокую точность при работе с большими объемами данных. Методы глубокого обучения успешно применяются при интерпретации сейсмических изображений и автоматическом выделении геологических объектов.

Также перспективным направлением является комплексирование данных сейсморазведки и ГИС. Интеграция сейсмических атрибутов и скважинных параметров позволяет повысить точность прогнозирования коллекторских свойств.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

Карбонатные коллекторы являются сложными объектами исследования вследствие высокой неоднородности строения.

ISSN 3030-3907

Традиционные методы интерпретации обладают ограничениями при изучении карбонатных разрезов. Методы машинного обучения позволяют выявлять сложные зависимости между геофизическими параметрами и коллекторскими свойствами. Наиболее перспективным направлением является комплексное использование ГИС, сейсморазведки и интеллектуальных алгоритмов. В перспективе внедрение методов машинного обучения на этапе интерпретации может повысить эффективность геологоразведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добрынин В.М. Петрофизика. – М.: Недра, 1991.
2. Киркинская В.Н, Смехов Е.М. Карбонатные породы – коллекторы нефти и газа. – Л.: Недра, 1981. - 255с.
3. Эллис Д., Сингер Дж. Геофизические исследования скважин для специалистов по наукам о Земле / D. Ellis, J. Singer. – Нью-Йорк: Springer Science+Business Media B.V., 2008. – 699 с.
4. Серра О. Основы интерпретации данных геофизических исследований скважин / O. Serra. – Париж, 1984. – 424 с.
5. Исах А., Тарик З., Мустафа А. и др. Обзор применения методов машинного обучения, основанных на данных, в петрофизике резервуаров // Arabian Journal for Science and Engineering. – 2025. – Т. 50. – С. 20343–20377.
6. Хэмпсон Д.П., Шульке Дж.С., Куайрин Дж.А. Использование многоатрибутных преобразований для прогнозирования свойств каротажных диаграмм по сейсмическим данным // Geophysics. – 2001. – Т. 66. – № 1. – С. 220–236.
7. Бишоп К. Распознавание образов и машинное обучение / C. Bishop. – Нью-Йорк: Springer, 2006. – 738 с.
8. Гудфеллоу И., Бенджио Й., Курвилль А. Глубокое обучение / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. – Кембридж: MIT Press, 2016. – 800 с.

ISSN 3030-3907