

**XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

НОВЫЕ ИДЕИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**3 – 4 АПРЕЛЯ 2025 г.
МОСКВА**



ТОМ 3

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Инновационные технологии
геологической разведки
и горного дела**

УДК 082 + [550.8+553] (082)
ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

Новые идеи в науках о Земле: в 9 т. Материалы XI Международной научной конференции «Новые идеи в науках о Земле» - М.: Издательство МГРИ, 2025.

Т. 3: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ И ГОРНОГО ДЕЛА / ред. коллегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. - М.: Издательство МГРИ, 2025 – 346 с.

ISBN 978-5-907595-10-1

УДК 082 + [550.8+553] (082)
ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

ISBN 978-5-907595-03-3 (Том 3)

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ И ГОРНОГО ДЕЛА	8
Подсекция 3.1. Актуальные проблемы автоматизации и энергетики геологической разведки и горного дела	8
Башкуров А.Ю.* Альтернативная энергетика и ее влияние на экологию окружающей среды	8
Гаглов В.Я.*, Стадник Д.А., Стадник Н.М. Использование нейронных сетей для кинематического анализа моделей горно-геологических информационных систем	11
Кормес А.А.* Технологические аспекты автоматизации процессов проходки и оборудования камер для станка 2КВ в горных выработках	15
Мбох Нгома А П Л* Общий анализ влияния новых технологий на горнодобывающую деятельность	19
Меркулов М.В.* Разработка энергетических комплексов буровых установок глубокого бурения на нефть и газ	23
Мухаматов М.Д.*, Подаревский Р.Д.*, Адамова Л. С., Меркулов М.В. Тенденции развития цифровизации и применения искусственного интеллекта в сфере геологоразведки и недропользования	27
Оливетский И.Н. Роль Метрологии в современном горном деле	31
Подаревский Р.Д.*, Адамова Л. С. Перспективы развития во внедрении солнечной энергии в процессы ведения геологоразведочных работ	34
Подаревский Р.Д.*, Меркулов М.В. Исследование потенциала ветроустановок как возобновляемого источника энергии в условиях ведения геологоразведочных работ	38
Барменков Е.Ю.* Цифровые двойники в горном деле	42
Подсекция 3.2. Бурение скважин	46
Белов Н.М.*, Петенев П.Г. Анализ конструкции породоразрушающего инструмента, снижающего гидродинамическое давление бурового раствора при сооружении скважин комплексом ССК	46
Лалетина К.В.*, Нескормных В.В. Совершенствование резцов PDC для армирования буровых долот	50
Севостьянов Д.А.*, Петенёв П.Г. Анализ эффективности систем отбора проб при бурении комплексами ССК	55
Антропов В.С.*, Попова М.С. Компьютерное моделирование в разработке бурового инструмента типа PDC	59
Ильязов Р.Р.*, Шахвердев А.Х. Информативность газового каротажа в современных условиях бурения	63
Маде А.Р.* Соловьев Н.В. Обоснование параметров технологического процессов цементировки обсадных колонн в условиях агрессии на месторождении Доба (республика Чада)	67
Акаласова С.Н.*, Соловьев Н.В. Технология безамбарного бурения с целью повышения экологической безопасности на месторождении Жанажол (РК)	71
Ганин И.П.*, Сердюк Н.И. Мониторинг самоходных буровых установок	75
Дегтярев Н.А.*, Попова М.С. Основные направления совершенствования бурового инструмента типа PDC	79
Сердюк Н.И.*, Ганин И.П. Современные технологии автоматизации спускоподъемных операций буровых установок	83
Махмудов Н.Н.*, Бозорбоева З.Р. Требования к конструкции скважин, их бурению, методам вскрытия пластов и освоению скважин газоконденсатное месторождение Назаркудук	87

Алексеева А.К., Шишкина А.С.*, Хохлова Ю.Н., Иншакова Н.Ю., Тарасенко А.К., Турова А.В. Малоуглубленное стратиграфическое бурение как инструмент геологического изучения осадочного чехла в пределах Александровской зоны поднятий в северо-западной части Баренцева моря.....	91
Петина В.А.*, Соловьёв Н.В. Особенности и результаты параметрической скважины Чумпаловская-1 глубиной 6250 м.....	95
Васильев А.Н.*, Шишляев В.В., Тунгусов С.А. Опыт применения российского специализированного программного обеспечения при проектировании строительства скважин.....	99
Гиниатуллин Р.Р.*, Агзамов Ф.А. Совершенствование конструкций скважин для месторождений Среднего Приобья, оптимизация затрат при их тиражировании.....	103
Кириков Д.В.*, Нескоромных В.В., Петенёв П.Г. Производственные испытания динамически стабилизирующего породоразрушающего инструмента.....	106
Сырчина А.С.* О возможности применения наноглин при бурении скважин в сложных горно-геологических условиях.....	111
Воропаев Е.А.* Применение методов интенсивной пластической деформации, как способ улучшения механических свойств алюминиевых сплавов для изготовления бурильных труб	115
Рявкин Д.А.*, Яхин А.Р. Повышение показателей эффективности бурения скважин на основе автоматизации бурения и осцилляции буровой колонны	119
Черновол Д.В.*, Белов А.П. Уменьшение затрат времени при принятии решений в наклонно направленном бурении.....	123
Черноволот С.Г.*, А.Р. Яхин Износ режущих элементов буровых долот, армированных алмазно-твердосплавными пластинами PDC.....	127
Шаймулин Р.М.*, Тунгусов С.А., Сырчина А.С. Освоение водозаборной скважины с применением эжекторного насоса на примере узла водозабора	131
Попов В.О.*, Соловьёв Н.В., Курамшина Э.Р. Влияние анизотропии на изменения интенсивности искривления скважины.....	135
П.В. Овчинников* Современные технологии повышения качества цементирования скважин.....	139
Румянцев А.Д.*, Тунгусов С.А. Бурение и отбор керна в сложных горно-геологических условиях: анализ и выбор эффективного способа бурения.....	143
Склянов В.И.* Научные основы высокооборотного алмазного бурения на больших глубинах разведочных скважин малого диаметра с применением скважинных преобразователей механической энергии.....	147
Талалаев Р.С.*, Склянов В.И. Применение забойного мультипликатора для интенсификации процесса разрушения горных пород долотами PDC при проведении ЗБС.....	151
Цыганков М.А.*, Вайнерман Б.П. Проектирование профиля наклонно-направленной скважины на Пильтун-Астохском месторождении (шельф о. Сахалин)	155
Данилова К.С.*, Сырчина А.С. Обоснование выбора рациональной рецептуры бурового раствора в условиях потери деформационной устойчивости горных пород на примере месторождения Х.....	159
Башкуров А.Ю.* Опыт использования горизонтальных скважин на месторождении Кенкияк.....	163
Фатьянов А.А.*, Джумаев Э.М., Свечников Д.Ю. Машинное обучение и численное моделирование: новый подход к предотвращению аварий в бурении.....	166
Ионов Е.О.*, Сырчина А.С. Опыт использования телеметрического оборудования при бурении наклонно-направленной скважины на месторождении Х.....	170

Каминский Я.П., Склянов В.И., Сырчина А.С. Обоснование параметров технологии бурения с применением долот PDC при бурении водозаборных скважин.....	174
Крюков Н.А.*, Вайнерман Б.П. Снижение вибрационных нагрузок при бурении наклонно-направленной добывающей скважины (на примере Ярудейского месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции)	178
Курамшина Э.Р.*, Соловьев Н.В. Влияние химического состава глин и вида реагента на фильтрационную характеристику бурового раствора	182
Лукашук Д.Р.*, Сырчина А.С. Опыт отбора проб грунтов и определения их параметров при инженерно- геологических изысканиях в Московской области.....	186
Мартюшин С.А.*, Овчинников П.В. Обеспечение надежности конструкции скважины в интервалах пластичных соленосных отложений.....	190
Мартюшина Е.Е.*, Соловьев Н.В. Супрамолекулярные системы полимерных буровых растворов для эффективного сооружения скважин	194
Мартюшина Е.Е.*, Сырчина А.С. Термостойкие вязкоупругие смеси на основе сшитых полимерных гелей	198
Маслак С.В.*, Сырчина А.С. Особенности бурения добывающий нефтяной скважины на Киньяменском месторождении	202
Мезенцев Д.Ю.*, Соловьев Н.В., Денисов О.В. Разработка и применение роторно-управляемой системы РУС-120-ГТ.....	206
Николаенко В.В.* Способ промывки песчаной пробки и крепления ПЗП в газодобывающей скважине с применением колтубинга.....	210
Заливин В.Г., Соловьёв Н.В.* Способ изоляции зон интенсивного поглощения	214
Заливин В.Г., Соловьёв Н.В.* Эффективные технологии применения пены при бурении геологоразведочных скважин	218
Подсекция 3.3. Горное дело и общинженерные методы решения общегеологических задач	222
Truong Van Tu*, Nguyen Tien Hung, Nguyen The Vinh. Selection of fluids and proppants for hydraulic fracturing in Vietnam	222
Адамова Л.С.*, Дмитрак Ю.В. Тонкое измельчение минерального сырья: влияние и перспективы	226
Борисенко Д.И.* Акустическая диагностика очагов пожаров в угольных пластах.....	230
Боровков Ю.А., Кадыргулов Р.Р., Вильмис А.Л., Шалаева А.А.* Выбор и формирование из техногенного сырья покрытий в почве горных выработок	234
Бочаров И.А.*, Иляхин С.В. Совершенствование технологии отбойки горных пород скважинным методом с применением невзрывчатых расширяющих смесей.	238
Бу Хонг Зуонг*, Нгуен Тьен Хунг, Нгуен Те Винь, Арсентьев Ю.А. Применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа геофизических данных буровых скважин для угольной промышленности	242
Бу Хонг Зыонг*, Некоз С.Ю., Арсентьев Ю.А., Калинин В.Н. Влияние минералов на качество коллектора в миоценовых породах нефтяного месторождения Белый Тигр, Вьетнам.....	246
Даниленко И.С.*, Логачёв В.В. Разработка технологии биовыщелачивания пиритового огарка	250
Демишкан В.Ю.*, Иляхин С.В. Оценка влияния фиброволокн на повышение прочности грунтобетона на разных этапах твердения грунтобетонной смеси	254
Долгополов М.А.*, Брюховецкий О.С. К вопросу повышения эффективности закладочных работ на горных предприятиях	257

Долгополов М.А. *, Брюховецкий О.С., Найдено И.Ю. Рациональный способ приготовления твердеющей закладочной смеси на основе хвостов обогащения при подземной разработке месторождений	261
Енютин В.И. Краткий обзор скважинных гидрораскалывающих устройств и области их применения.....	265
Иванова Е.В. *, Коротаев Д.Н. Исследование влияния технологических режимов электроискрового модифицирования поверхностей деталей горнодобывающего оборудования на основе регрессионного анализа	269
Исайчева Е.А. *, Яшин В.П. Анализ способов контроля за деформацией бортов карьера	273
Каримов Н.М. *, Халимов И.У., Хамидов С.Б. Перспективы применения электрокинетических явлений при добыче урана методом подземного скважинного выщелачивания	277
Комаров Д.П. *, Радченко Д.Н. Биоинспирированные роботизированные технологии подземной добычи руд на больших глубинах: переход к новому технологическому укладу	281
Абрамов А.М. *, Лукин Д.С. *, Дьяченко Е.Н. Метод создания гидроизоляции рудного тела с применением гидрогеологических методов при разработке месторождений с использованием физико-химической геотехнологии	284
Насыров А.А. * О важности преподавания дисциплины «Теория горения и взрыва» для всех направлений подготовки в МГРИ (МГРИ)	288
Нгуен Тьен Хунг *, Ву Хонг Зыонг, Ву Тьет Тхат, Арсентьев Ю.А. Использование машинного обучения и искусственного интеллекта для прогнозирования модуля Юнга с целью оптимизации процесса бурения скважин	292
Нгуен Тьен Хунг *, Дыонг Ву, Арсентьев Ю.А. Прогнозирование проницаемости карбонатных резервуаров месторождений нефти с использованием метода гидравлических единиц потока	296
Романевич К.В. *, Мулев С.Н., Иванов Д.А. Определение области влияния микросейсмического события на массив горных пород в процессе сейсмомониторинга угольных шахт и рудников	300
Савватеев Я.В. *, Иляхин С.В., Корнилов Б.А. Повышение контрастности отраженного сигнала георадиолокационного зондирования под действием фонового поля (поля подсветки) при поисках кристаллосырья	304
Терешин И.А. *, Негурица Д.Л. Моделирование напряженно-деформированного состояния вмещающего грунтово-породного массива при строительстве жилого комплекса в мегаполисе.....	308
Халимов И.У., Шарафутдинов У.З., Юлдашев Ш.Ш., Хамидова М.Н. Геологические аспекты влияния глинистых минералов на процесс подземного выщелачивания урана.....	312
Халимов И.У. *, Каримов Н.М., Муродуллаева М.У. Перспективы отработки остаточных запасов урана из отработанных блоков подземного выщелачивания	316
Хамидов С.Б. *, Аликулов Ш.Ш. Оптимизация расположения геотехнологических скважин при изменении гидродинамического режима растворов в процессе подземного выщелачивания урана	320
Буныкин П.А. *, Яшина В.И., Яшин В.П. Михайловский ГОК - история и направления развития	324
Енина Е.Д. *, Шишляев В.В. Подходы к определению хрупкости угольных пластов для оптимизации параметров проведения гидравлического разрыва пласта.....	328
Подсекция 3.4. Технология и техника освоения континентальных, шельфовых и глубоководных месторождений твердых полезных ископаемых	332
Салахов И.Н. *, Некоз К.С. Учебный стенд подземного выщелачивания.....	332

Салахова К.Н.*, Вильмис А.Л., Чеснова Е.С. Сравнительное исследования по кислотному выщелачиванию в пачуках и массообменных аппаратах	335
Родомысльский Д.В.*, Сурин С.Д.*, Грызлов А.М.*, Чулкова В.В. Разработка континентальных, шельфовых погребенных россыпей методом скважинной гидродобычи.....	339
Чопенко В.А.*, Тушов А.И. Планирование разработки месторождений на основе анализа картограммы коэффициентов вскрыши	343

Использование машинного обучения и искусственного интеллекта для прогнозирования модуля Юнга с целью оптимизации процесса бурения скважин

***Нгуен Тьен Хунг* (Ханойский горно-геологический университет,
nguyentienhung.dk@humg.edu.vn),***

***Ву Хонг Зьонг (Ханойский горно-геологический университет,
vuhongduong@humg.edu.vn),***

***Ву Тьет Тхатъ (Ханойский горно-геологический университет, vuthietthach@humg.edu.vn),
Арсентьев Ю.А. (МГРИ, arsentev1956@yandex.ru)***

Аннотация

Бурение нефтяных (газовых) скважин часто сопровождается большим количеством проблем, таких как аномальные давления, прихваты колонн бурильных и обсадных труб, нарушение целостности стенок ствола скважины, поглощение буровых и тампонажных растворов и осложнения при спуске вспомогательного оборудования на проектную глубину. На практике, отдельные виды осложнений можно предупредить, если геомеханические параметры, такие как модуль Юнга, коэффициент Пуассона, напряжение бокового распора (in-situ) и другие, будут предварительно определены с высокой степенью точности. Тогда можно будет предложить оптимальные стратегии бурения скважин, позволяющие инвесторам сократить материальные затраты на процесс их сооружения. С этой целью авторы разработали модель искусственной нейронной сети (ИНС) для прогнозирования параметра - модуля Юнга - на основе использования данных геофизического каротажа для трех скважин на нефтяном месторождении СТ (Вьетнам). Сведения, полученные из скважин А и В, использовались в качестве обучающего набора маркированных данных с предопределенными результатами, а информация - из скважины С применялась для слепого тестирования и оценки адаптации модели ИНС к конкретным условиям бурения. Прогнозируемый, с помощью модели ИНС, модуль Юнга показал очень высокую степень точности определения, с коэффициентом корреляции около 97%, по сравнению с модулем Юнга, рассчитанным по данным геофизического каротажа скважин или с использованием традиционных методов.

Ключевые слова

Машинное обучение, бурение скважины, модуль Юнга, искусственный интеллект

Теория

Существует несколько методов определения модуля Юнга горных пород, среди которых наиболее распространенным является традиционное испытание лабораторных образцов керна на одноосное сжатие [5,2]. Однако лабораторные работы затратны как во временном, так и в стоимостном отношении. Поэтому некоторые исследователи для оценки модуля Юнга изучили альтернативные методы, основанные на эмпирических корреляциях [6,3]. В последнее десятилетие применение машинного обучения, как направления искусственного интеллекта (ИИ), позволило прогнозировать в реальном времени бурения, например, модуль Юнга горных пород, используя данные геофизического каротажа скважин, демонстрируя при этом эффективность данного подхода по сравнению с традиционными методами. В связи с этим можно обратить внимание на некоторые публикации, описывающие результаты применения ИНС.

В 2019 году Гонг и др. [4] применили сеть ИНС для определения модуля Юнга. Входные данные из сланцевого месторождения Фулин и сланцевого месторождения Утика в Аппалачском бассейне включали информацию о характеристиках трещин, геомеханических параметрах и литологическом составе, которые были собраны с помощью анализа

изображений сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), интерпретации данных геофизического каротажа скважин и анализа образцов керна. Техники кластеризации К-средних, иерархической и РАМ (разбиение вокруг медоидов) использовались для группировки этих данных в три различных литофации. Затем модель сети ИНС использовалась для определения модуля Юнга для каждой литофации. В 2020 году исследование Аджаха и др. [1] предсказало геомеханические параметры (коэффициент Пуассона, горизонтальный модуль упругости, модуль Юнга, объемный модуль упругости) на основе сейсмических и данных каротажа скважин на месторождении АЖАН у побережья дельты Нигера с использованием сети ИНС. Коэффициенты корреляции по прогнозированию геомеханических параметров с использованием модели ИНС были выше 0,65.

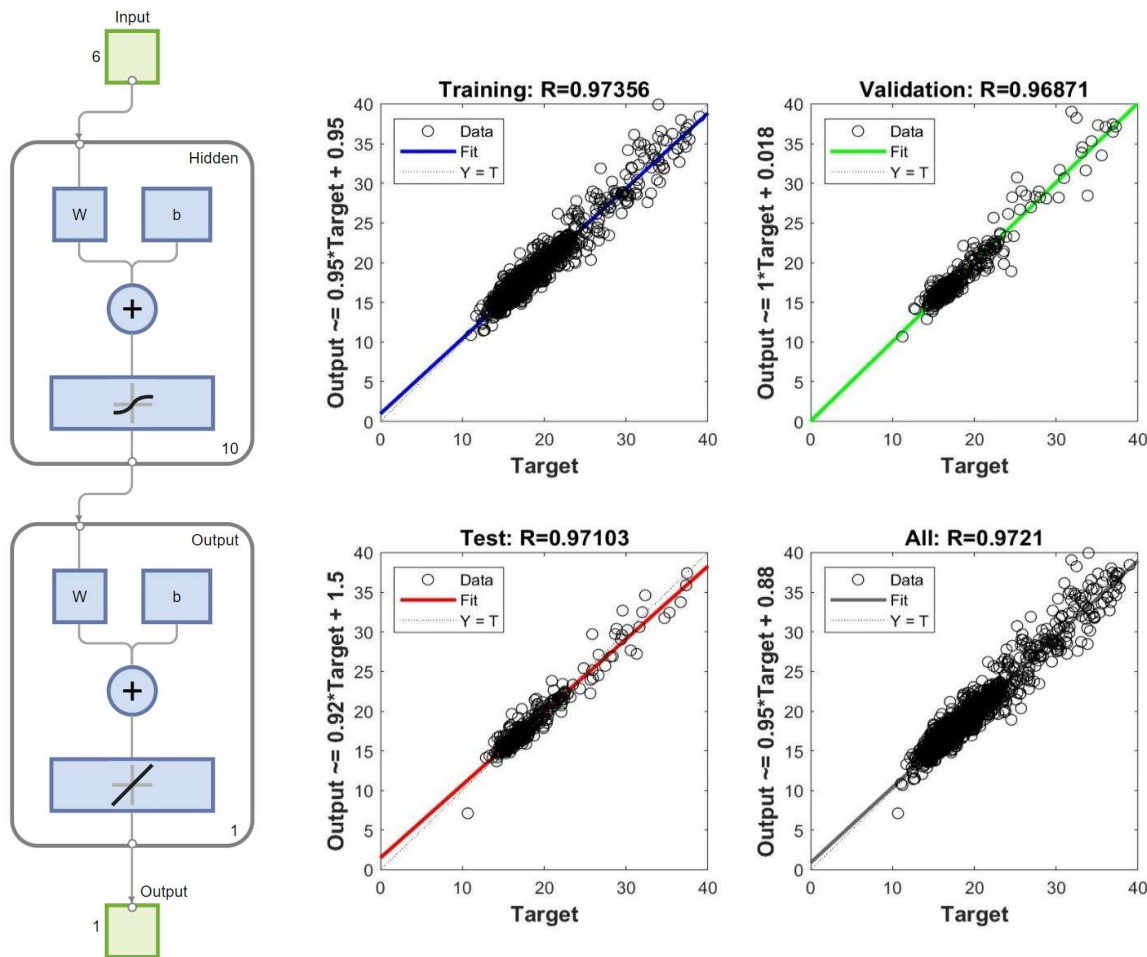


Рисунок 1. Модель ИНС для прогнозирования модуля Юнга

В данном сообщении приводятся результаты применения ИНС с алгоритмом обучения обратного распространения (BPNN) и логсигмоидальной функцией активации для прогнозирования модуля Юнга на основе параметров бурения (Рис. 1). Обучающий набор данных, составленный на основе 986 образцов керна, полученного из 2-х (А и В) скважин на нефтяном месторождении СТ (Вьетнам), был разделен на три отдельно взятых набора. Первый набор составляет 70% образцов керна, используемых для обучения сети; второй набор составляет 15% кернавого материала, предназначенного для тестирования, и третий набор составляет 15% изучаемых образцов для проведения валидации. При этом в качестве входных

данных рассматриваются шесть параметров бурения: механическая скорость бурения (ROP), частота вращения (RPM), нагрузка на долото (WOB), давление в стояке (SPP), расход промывочной жидкости (FLW) и крутящий момент (TQ), а выходного параметра модели ИНС - значение модуля Юнга. Можно наблюдать, что прогнозируемые результаты модуля Юнга из модели ИНС имеют очень высокую корреляцию с набором образцов (R примерно 0.97). Для объективной оценки и подтверждения превосходства модели прогнозирования авторы использовали данные бурения из скважины С (которая не использовалась в процессе обучения сети) для слепого теста. Результаты показывают, что параметр модуля Юнга, прогнозируемый моделью, имеет высокую корреляцию и очень низкую среднюю квадратичную ошибку по сравнению с фактическими значениями модуля Юнга (рисунок 2).

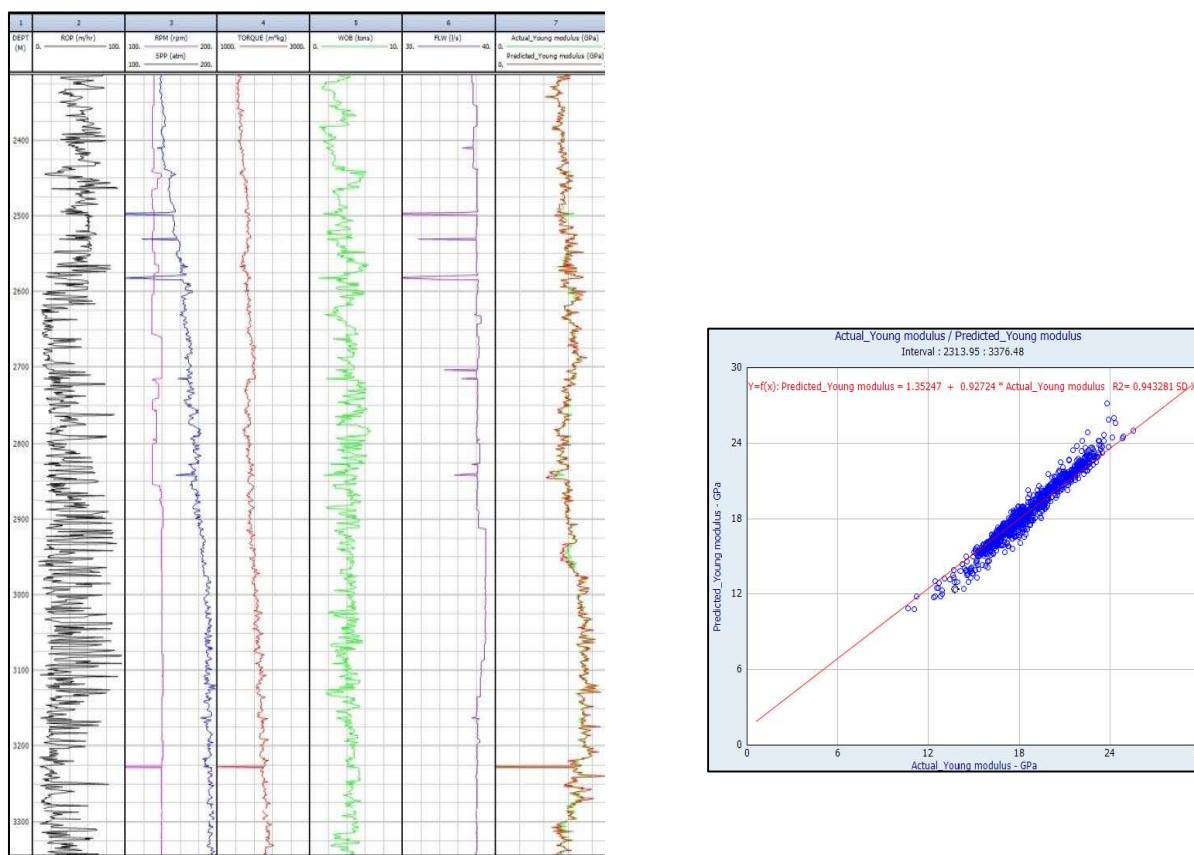


Рисунок 2. Результат слепого теста

Выводы

Анализ результатов исследований показывает, что методы, формируемые на основе ИИ, значительно превосходят традиционные подходы, предлагая более высокую степень точности прогнозирования величины модуля Юнга и других геомеханических параметров с целью оптимизации процесса бурения и минимизации потенциальных осложнений, возникающих при бурении нефтяных скважин.

Благодарности

Это исследование поддержано Ханойским университетом горного дела и геологии в рамках гранта номер T25-09.

Библиография

1. Ajah N.J., Dosunmu A., Akaolisa C.C.Z., et al. (2020). Analysis of Elastic Geomechanical Properties Derived From Well Log and Seismic Data, Using Artificial Intelligence (ANN): A Case Study of “AJAH” Field Offshore Niger Delta. 8(1), 19–27.
5. Brady B.H.G., Brown E.T., 2006. Rock Mechanics for underground mining, Third edition with corrections, Springer, 2006.
6. Castagna, J. P., Batzle, M. L., Kan, T. K., & Backus, M. M. (1993). Rock physics—The link between rock properties and AVO response. Offset-dependent reflectivity—Theory and practice of AVO analysis: SEG, 8, 135-171.
7. Gong Y., Mehana M., Xiong F., et al. (2019). Towards Better Estimations of Rock Mechanical Properties Integrating Machine Learning Techniques for Application to Hydraulic Fracturing. Day 1 Mon, September 30, 2019, Calgary, Alberta, Canada, SPE, D011S017R005, D011S017R005
8. Malkowski, Piotr, and Lukasz Ostrowski, 2017. "The Methodology for the Young Modulus Derivation for Rocks and Its Value." Paper presented at the ISRM European Rock Mechanics Symposium - EUROCK 2017, Ostrava, Czech Republic, June 2017.
9. Mansoor Zoveidavianpoor. An integrated approach in determination of elastic rock properties from well log data in a heterogeneous carbonate reservoir, Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 153, 2017, Pages 314-324, ISSN 0920-4105.