

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.15,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

Решение диссертационного совета от 19.03.2024 № 20

О присуждении Шадфару Давуди, гражданину Исламской республики Иран, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Гибридная интеллектуальная система для оперативного определения свойств бурового раствора на основе машинного обучения»** по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

принята к защите 20 декабря 2023 г., протокол заседания № 19, диссертационным советом ДС.ТПУ.15, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, утвержденным приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 06.12.2018 г.

Соискатель **Давуди Шадфар**, 1990 года рождения, в 2023 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Работает инженером-исследователем Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела Инженерной школы природных ресурсов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Диссертация выполнена в Центре подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета.

**Научный руководитель** – доктор философии в области нефтяного инжиниринга (Ph.D.) Рукавишников Валерий Сергеевич, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», инженерная школа природных ресурсов, доцент.

**Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.15:**

**Гусева Наталья Владимировна**, доктор геолого-минералогических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение геологии на правах кафедры инженерной школы природных ресурсов, заведующий кафедрой - руководитель;

**Шидловский Станислав Викторович**, доктор технических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», научно-образовательный центр И.Н. Бутакова, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Хасанов Марс Магनावиевич**, доктор технических наук, профессор, ПАО «Газпром нефть» (г. Санкт-Петербург), директор по науке;

**Бурнаев Евгений Владимирович**, доктор физико-математических наук, автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Сколковский институт науки и технологий», центр прикладного искусственного интеллекта, директор;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается высокой квалификацией этих специалистов, их достижениями в предметной области, подтверждаемыми наличием публикаций в рецензируемых изданиях, отсутствием совместных проектов и печатных работ.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 9 статей в журналах первого квартиля (Q1), проиндексированных в базах данных Web of Science и Scopus, а также 3 публикации в материалах международных и всероссийских научных конференций; 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Общий объем научных изданий – 5 авторских листов, авторский вклад – 85 %.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Davoodi, S.** Hybridized machine-learning for prompt prediction of rheology and filtration properties of water-based drilling fluids / S. Davoodi, M. Mehrad, D.A. Wood, H. Ghorbani, V.S. Rukavishnikov // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. – 2023. – Vol. 123. – P. 106459. (Q1, WoS, Scopus).
2. **Davoodi, S.** Machine-learning models to predict hydrogen uptake of porous carbon materials from influential variables / S. Davoodi, H.V. Thanh, D.A. Wood, M. Mehrad, M. Al-Shargabi, V.S. Rukavishnikov // *Separation and Purification Technology*. – 2023. – Vol. 316. – P. 123807. (Q1, WoS, Scopus).
3. **Davoodi, S.** Machine-learning predictions of solubility and residual trapping indexes of carbon dioxide from global geological storage sites / S. Davoodi, H.V. Thanh, D.A. Wood, M. Mehrad, V.S. Rukavishnikov, Z. Dai // *Expert Systems with Applications*. – 2023. – Vol. 222. – P. 119796. (Q1, WoS, Scopus).
4. **Davoodi, S.** Prediction of permeability of highly heterogeneous hydrocarbon reservoir from conventional petrophysical logs using optimized data-driven algorithms / A. Sheykhinasab, A.A. Mohseni, A. Barahooie Bahari, E. Naruei, Davoodi, S., A. Aghaz, M. Mehrad // *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*. – 2023. – Vol. 13. – P. 66-689. (Q1, WoS, Scopus).

Кроме отзывов на диссертацию, на автореферат поступило 4 отзыва: 1) АО «ТомскНИПИнефть», к.ф.-м.н., начальник отдела моделирования управления разработки месторождений Мошков В.Ю.; 2) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», к.ф.-м.н., инженер кафедры физической и вычислительной механики Фатеев В.Н.; 3) ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Нефтегазовые технологии» Чернышов С.Е.; 4) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», к.т.н., доцент отделения информационных технологий Савельев А.О.;

Все отзывы положительные, критические замечания сводятся к следующему:

1) В работе не рассмотрены методы предобработки данных, направленные на выявление и исключение аномалий; 2) В четвертой главе приведены результаты прогнозирования для трех целевых параметров, однако не проведен анализ значимости используемых признаков; 3) В автореферате не хватает подробного описания конкретных проблем, связанных с буровым раствором, которые будут рассматриваться в диссертации; 4) В разделе «Актуальность темы исследования» недостаточно подробно описана проблематика работы с буровым раствором; 5) В разделе «Общая характеристика работы» недостаточно подробно описаны методы машинного обучения, которые будут использоваться для создания прогнозных моделей и их преимущества по сравнению с другими методами.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** новая экспериментальная методика, позволившая повысить точность прогнозирования свойств бурового раствора – водоотдачи, пластической вязкости и динамического напряжения сдвига;

**предложена** оригинальная прогнозирующая модель, основанная на многослойном экстремальном обучении, которая обеспечивает повышение точности прогнозирования свойств бурового раствора с применением оптимальной архитектуры и гиперпараметров.

**доказана** перспективность использования разработанных гибридных моделей машинного обучения для определения водоотдачи, пластической вязкости и динамического напряжения сдвига бурового раствора;

**введены** новое понятие гибридизации самостоятельных моделей машинного обучения с глобальными оптимизационными алгоритмами.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения о комбинировании моделей машинного обучения с оптимизационными алгоритмами, вносящие вклад в расширение представлений о применимости полученных результатов;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** методы

машинного обучения, глобальной оптимизации, математического и статистического анализа;

**изложены** доказательства положительного влияния научно обоснованного выбора настроек созданных гибридных моделей на результаты прогнозирования целевых свойств бурового раствора;

**раскрыты** недостатки решения задачи прогнозирования свойств бурового раствора традиционными подходами;

**изучены** степень и характер влияния на эффективность итоговых гибридных моделей предобработки исходных данных, а также влияние значений независимых переменных модели на прогноз целевых параметров бурового раствора;

**проведена модернизация** существующих моделей прогнозирования свойств бурового раствора с помощью моделей машинного обучения.

**Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** программные реализации предложенных в диссертации гибридных моделей машинного обучения для прогноза свойств бурового раствора, которые используются в учебном процессе инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета и в компании ООО "Инновационные Технологии" (г. Тюмень) для нужд мониторинга процесса бурения;

**определены** пределы и перспективы практического использования разработанных гибридных моделей машинного обучения;

**создана** система практических рекомендаций по применению разработанной методики прогнозирования ключевых свойств бурового раствора;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию гибридных моделей машинного обучения для прогнозирования свойств бурового раствора на водяной и углеводородной основе.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

**теория** построена на известных и проверяемых данных, согласуется с опубликованными экспериментальными работами по теме диссертации;

**идея** базируется на детальном анализе существующих подходов к прогнозированию свойств бурового раствора, описанных в открытых отечественных и зарубежных источниках;

**использовано** сравнение авторских результатов и данных, полученных ранее по исследуемой тематике;

**установлено** качественное и количественное совпадение полученных результатов, представленных в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит в:** личном проведении всех описанных исследований, составлении необходимого набора исходных данных, проведении их предварительной обработки и моделировании целевых свойств бурового раствора. Все этапы разработки и оценки предложенного метода прогнозирования свойств бурового раствора выполнены автором лично. Все результаты достигнуты и интерпретированы автором лично. Концептуализация исследования, постановка цели и задач настоящего исследования осуществлялись автором совместно с научным руководителем.

На заседании 19 марта 2024 года диссертационный совет ДС.ТПУ.15 принял решение присудить Давуди Шадфару ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 6 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из 3 человек, входящих в состав совета, и 3 человек, дополнительно введенных в состав совета, проголосовали: за – 6, против нет, воздержались нет.

Председатель

диссертационного совета

ДС.ТПУ.15

Ученый секретарь

диссертационного совета

ДС.ТПУ.15

Дата оформления заключения: 19 марта 2024 г.

 Муравьев Сергей Васильевич

 Пак Александр Яковлевич

