

ОТЗЫВ

официального оппонента Клячкина В.Н.

на диссертационную работу Кодирова Шахбоза Шарифовича по теме «Алгоритмы обработки данных и нейросетевые модели прогнозирования прихвата технологического бурового инструмента», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности

2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1. Актуальность диссертационной работы

В диссертационном исследовании разработаны алгоритмы обработки данных и методы прогнозирования и распознавания прихватов – ситуации, связанной с невозможностью извлечения из скважины колонны бурильных труб. Как следует из анализа литературы, проведенного автором, доля прихвата составляет от 26 до 60% от общего числа аварий при строительстве скважины; при этом в 40% случаев прихваты не удается ликвидировать, что приводит к бурению нового ствола. Прихват приводит как к непроизводительным затратам времени на простои, так и к экологическому ущербу.

Для предотвращения прихвата необходимо своевременно распознать причины его возникновения в различных ситуациях, что и требует разработки алгоритмов данных и методов прогнозирования прихватов. Существует множество работ, посвященных этой теме, основанных на применении машинного обучения, в частности, с использованием нейронных сетей. При этом ряд важных факторов в этих работах не учитывается и параметры моделей, как правило, не оптимизированы.

Таким образом разработка методов и алгоритмов обработки данных для прогнозирования прихвата технологического инструмента практически значима

и актуальна как для конкретных проблем буровых предприятий нефтегазового комплекса, так и в целом для решения задач системного анализа.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы и их достоверность

Ш.Ш. Кодиров выполнил большой объём теоретических и экспериментальных исследований, сформулировал научные результаты, сделал соответствующие выводы. Автором проведён подробный обзор и анализ современного состояния проблемы, что позволило определить направление исследований, корректно поставить цель и задачи работы.

В диссертационной работе представлен ряд новых научных положений: предложен метод преобразования элементов данных по глубине ствола скважины, нейросетевая модель прогнозирования прихвата технологического инструмента, метод учета дополнительного элемента данных – длины технологического инструмента, находящейся в зоне открытого ствола, метод декомпозиции данных о процессе возникновения и ликвидации прихвата на подпроцессы и ряд критериев распознавания подпроцессов, а также нейросетевая модель прогнозирования прихвата технологического инструмента по времени бурения скважины.

Достоверность и обоснованность этих положений, а также результатов и выводов диссертации определяется адекватной постановкой задач, подтверждается корректностью применения методов системного анализа, теории нейронных сетей и машинного обучения, методов оптимизации, а также экспериментальной проверкой предложенных моделей и алгоритмов на экспериментальных данных реальных скважин.

Основные результаты диссертации отражены в публикациях в изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых Scopus, доложены на ряде весьма представительных конференций. По материалам исследований получены два патента на способы прогнозирования прихватов бурильных труб.

На основании изложенного считаю, что основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы и достоверны.

3. Научная новизна, практическая и теоретическая значимость результатов исследования

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в разработке ряда моделей и методов, обеспечивающих повышение точности прогнозирования прихвата технологического инструмента:

1. Предложен метод преобразования элементов данных по глубине ствола скважины, имеющих номинальную шкалу измерения, в данные с относительной шкалой измерения, учитывающий долевыми значения этих элементов данных и повышающий информативность входных данных нейронной сети.

2. Разработана новая модель прогнозирования прихвата технологического инструмента по глубине ствола скважины на основе четырехмодульной нейронной сети, а также предложен алгоритм обработки данных для прогнозирования прихвата технологического инструмента по глубине ствола скважины, позволяющий поинтервально произвести процедуру прогнозирования.

3. Предложен метод учета длины технологического инструмента, находящегося в зоне открытого ствола, для набора данных по времени бурения, позволяющий учитывать дополнительный фактор прихвата.

4. Разработан метод декомпозиции данных о процессе возникновения и ликвидации прихвата на четыре подпроцесса: предприхватный подпроцесс, прихватный подпроцесс, послеприхватный подпроцесс и штатный подпроцесс. Предложены критерии распознавания этих подпроцессов, и метод сегментации многомерных временных рядов из набора данных по времени бурения, позволяющий получить обучающую выборку по четырем подпроцессам.

5. Разработана новая модель прогнозирования прихвата технологического инструмента по времени бурения скважины, на основе шестислойной

полносвязанной нейронной сети, предложен алгоритм обработки данных для прогнозирования прихвата, позволяющий исключить ложный прогноз на прихват.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке новых математических моделей, методов и алгоритмов обработки данных. Практическая значимость заключается в применении разработанных алгоритмов для прогнозирования прихвата, что позволило, в частности, исключить ложные прогнозы. Результаты работы приняты к использованию в деятельности ООО «РУСГЕОСЕРВИС», г. Нижневартовск, и ОАО «НАФТУ ГАЗ» Республики Таджикистан, а также были использованы при выполнении части НИР по проекту «Разработка комбинированных методов обработки смешанных данных для интеллектуальных систем мониторинга сложных промышленных систем» (РФФИ, 2020 г.).

4. Замечания по диссертационной работе

1. В работе для прогнозирования прихвата используется аппарат нейронных сетей, однако не обосновано преимущество такого подхода по сравнению с другими методами предиктивной аналитики для прогнозирования – в частности, при решении задачи мультиклассовой классификации.

2. При использовании структурной регуляризации для исключения переобучения нейронной сети (с. 80-82) следовало бы, на наш взгляд, более подробно обосновать выбор коэффициентов прореживания, поскольку именно значения этих коэффициентов оказывают наиболее существенное влияние на переобучение.

3. При оценке качества полученных моделей не учитывается возможная несбалансированность выборки результатов наблюдений (когда количество данных об одном из классов существенно отличается от другого) (с. 110-111), возможно, для корректности потребовалось бы использование F-меры.

4. При расчете коррелированности данных по Спирмену (с.47-50, с.95-96) не проведена оценка значимости корреляции.

5. Излишне подробно дано описание общеизвестной информации о шкалах измерения (с. 42-44)

6. В автореферате приведен ряд широко известных формул: нормализация (1), accuracy (3), средняя ошибка (4), precision и recall (6)-(7) – они вполне обоснованы только в тексте диссертации.

5. Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

Приведённые выше замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертационное исследование содержит теоретическое обоснование всех полученных автором результатов и изложение практической реализации этих результатов. Основные результаты достаточно полно освещены в публикациях в ведущих научных журналах, доложены и обсуждены на научных конференциях.

Представленная к защите диссертационная работа – законченная научно-квалификационная работа, имеющая большое практическое значение как для конкретных проблем буровых предприятий нефтегазового комплекса, так и в целом для решения задач системного анализа.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» по следующим пунктам паспорта специальности: п. 1 - теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта; п. 3 - разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта; п. 5 - разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта; п. 11 - методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества, надежности функционирования сложных систем управления и их элементов.

Таким образом представленная к защите диссертационная работа соответствует предъявляемым требованиям, а её автор Кодиров Шахбоз Шарифович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Прикладная
математика и информатика»
ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный технический
университет»


14.10.2022

Клячкин
Владимир Николаевич

Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук защищена по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Данные об организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ)

432027, Ульяновская обл., Ульяновск, ул. Северный Венец, 32.

Телефон +7 (8422) 43-06-43

Адрес электронной почты rector@ulstu.ru

Сайт организации <https://ulstu.ru>

Подпись *Клячкина Владимира Николаевича* заверяю

