



Г.В. Спиридонов, В.В. Мокшин

## ДИАГНОСТИКА И КОРРЕКЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ НА НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ ПОСРЕДСТВОМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

(Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н.Туполева – КАИ)

Авторами рассматривается применение современной автоматизированной информационной системы как одного из инструментов диагностики и коррекции в процессе прогнозирования и планирования производственно-технических мероприятий. На основе анализа текущего состояния существующих технических систем была обоснована необходимость в разработке подобной информационной системы для повышения эффективности буровых скважин. На практике существует противоречие между необходимостью быстро и оптимально принимать решение и недостаточно объективными полученными данными о текущем состоянии систем в процессе эксплуатации скважин. Кроме того, сказывается отсутствие большого опыта в сфере использования новейших технологий для улучшения качества планирования мероприятий в отрасли.

С помощью телеметрии и математических методов вся получаемая информация о значениях измеряемых параметров контролируется и управляется посредством предлагаемой автоматизированной системы (далее - АИС). В процедурном плане особую сложность представляет глубокая оценка состояния объектов методами и средствами телемеханики [1]. Также в построении UML и BPMN-диаграмм наблюдается вариативность. Можно с уверенностью сказать, что на данном этапе продолжают исследования по оптимизации технологического процесса реагирования на разные факторы, влияющие на работу подсистем на нефтегазовых производствах. В результате на этапе проверки данных в АИС отбраковываются неточные из них, а затем оценивается уровень зависимости между факторами и производственно-техническими показателями, после чего будет осуществляться временное прогнозирование интересующих показателей.

На основе полученной выборки за 2020-2021 гг. были найдены и теоретически подтверждены возможные решения поставленных задач, среди которых: определение характеристик скважин, формирование эксплуатационных мероприятий для буровых скважин, разработка программного интерфейса для управления. Под эксплуатационными мероприятиями, в первую очередь, понимаются мероприятия, осуществляемые в процессе использования оборудования нефтегазодобычи, направленные на поддержание их технического состояния на уровне заданных экологических и производственных нормативов [2].

Благодаря использованию нового программного обеспечения возможно применить обучение нейронных сетей при решении задач планирования. С по-



мощью АИС реализуется обучение такой сети, формирующей необходимые мероприятия по обслуживанию нефтяных скважин, и обучается она по методу обратного распространения ошибки. Как правило, слои нейронной сети включают в себя входной слой нейронов, слои скрытых нейронов и выходной слой. Так, через приложение NeuroPro возможно произвести прогнозирование производственно-технических показателей, используя стандартные настройки структуры слоев нейромодулятора [3].

Построение математических моделей включает в себя использование таких методов, как корреляционный анализ и оценку коэффициентов корреляции, а также проведение множественного регрессионного анализа. На основе первичного анализа осуществляется временное прогнозирование методом авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего. Регрессионный анализ предполагает наличие нескольких методов отбора переменных. Из списка регрессоров выбирается тот, который имеет наибольший коэффициент корреляции с зависимой переменной. Далее модель, состоящая из одного регрессора, проходит проверку на значимость при помощи F-критерия Фишера [4]. Если значимость модели не подтверждается, то алгоритм прерывается из-за отсутствия входных переменных. В противном случае этот регрессор вводится в модель. В связи с чем на результирующей графике указывается как сама кривая прогноза, так и доверительный интервал с достоверностью 90 процентов.

Проведённые процедуры позволяют установить наличие и сбор исходных данных, проверку их на достоверность и считаются релевантными для последующих статистических исследований. Создание интерфейса и проведение диагностики показывают достаточный потенциал для внедрения автоматизированной информационной системы на одном из нефтегазовых предприятий, что позволит объединить этапы планирования и прогнозирования несколькими способами [5].

Таким образом, именно через математическое и информационное прогнозирование реализуются на практике различные производственные задачи, связанные с эксплуатацией буровых скважин. И в этой взаимосвязи следует опираться на значимость и оценку востребованности АИС в текущих, быстро меняющихся условиях: использование различных методов и программных, технических средств в предлагаемой автоматизированной системе сможет повысить качество и своевременность принимаемых решений, что увеличит прибыль производства, рентабельность и объёмы добываемой нефти.

### Литература

1. Назаров А.В., Козырев Г.И., Шитов И.В. Современная телеметрия в теории и на практике. – М: Наука и техника, 2007. –672 с.
2. Павловская А.В. Организация производства на буровых и нефтегазодобывающих предприятиях. – Ухта: Изд-во УГТУ, 2004. – 191 с.
3. Бураков М.В. Нейронные сети и нейроконтроллеры. – СПб.: ГУАП, 2013. – 284 с.



4. Глинский В.В., Ионин В.Г. Статистический анализ. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 355 с.
5. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Спиридонов Г.В. Алгоритм формирования маршрута буровой бригады // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 169-175.

А.В. Суслов, Е.Е. Ярославкина

## АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ОТЛОЖЕНИЕ ПАРАФИНА НА ВНУТРЕННИХ СТЕНКАХ ТРУБОПРОВОДОВ

(Самарский государственный технический университет)

Процессы добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов осложнены рядом проблем: образование нефтяных эмульсий, парафиновых отложений, неорганических солей, наличием в нефти различных механических примесей и коррозионные разрушения. [1]. Одной из наиболее распространенных проблем является отложение парафина на внутренних стенках трубопроводов и технологического оборудования. Данная проблема появилась более 100 лет назад, однако до сих пор остается актуальной [2].

Распространенным и очевидным последствием образования АСПО является уменьшение проходного сечения трубопровода. Это приводит к выводу оборудования из оптимального режима работы (снижение пропускной способности, возрастание давления в голове трубопровода) и, как следствие, к экономическим потерям и сокращению межремонтных периодов [3, 4]. Отложения парафинов на дне резервуаров за 3–5 лет могут достигать 1,5–2,0 метра, что существенно уменьшает объем самих резервуаров [5]. Помимо трубопроводов и емкостей для хранения нефтепродуктов, отложения АСПО снижают эффективность работы насосов и другого технологического оборудования, а также являются причинами их поломок [6].

Ежегодно страны тратят большие средства на очистку трубопроводов от парафиновых отложений. Для планирования и своевременного проведения очистных мероприятий необходима информация о текущей толщине парафиновых отложений [7-9]. Правильное планирование приведет не только к экономии ресурсов, но и предотвратит аварийные ситуации, вызванные отложениями парафина.

Для определения толщины отложений на настоящий момент предложено множество решений, как прямые, путем введения в трубопровод прибора, работающего по принципу прямого измерения [10], так и косвенные методы, использующие различные физические явления. «Большие» отложения можно обнаружить по снижению показателей работы оборудования. Проблема заключается в измерении отложений произвольной толщины. Одним из самых распространенных методов является метод, основанный на падении давления [11, 12]. Также существует множество решений основанных на теплопроводности и