

УДК 622.24:004.8

## **НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БУРЕНИИ СКВАЖИН**

*Машкаров Д.А., студент магистратуры, Уфимский государственный  
нефтяной технический университет,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет*

### **NEURAL NETWORK MODELING IN WELL DRILLING**

*Mashkarov D.A., Master's student, Ufa State Petroleum Technological University,  
Ufa State Petroleum Technological University*

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы нейросетевого моделирования, применяемые для оптимизации процессов бурения скважин. Исследуются возможности искусственных нейронных сетей (ИНС) в прогнозировании осложнений, выборе оптимальных режимов бурения и интерпретации геолого-геофизических данных. Особое внимание уделено практическим примерам внедрения нейросетевых технологий в нефтегазовой отрасли, а также анализу их эффективности по сравнению с традиционными методами. Рассмотрены ключевые преимущества, включая повышение точности прогнозов, снижение затрат и минимизацию рисков, а также возможные ограничения, связанные с качеством данных и сложностью алгоритмов.

**Ключевые слова:** нейросетевое моделирование, бурение скважин, искусственные нейронные сети, машинное обучение, оптимизация бурения, прогнозирование осложнений.

Abstract: The article examines modern methods of neural network modeling applied to optimize well drilling processes. The capabilities of artificial neural networks (ANNs) in predicting complications, selecting optimal drilling parameters, and interpreting geological and geophysical data are explored. Special attention is paid to practical examples of neural network technology implementation in the oil and gas industry, as well as an analysis of their effectiveness compared to traditional methods. Key advantages, including improved prediction accuracy, cost reduction,

and risk minimization, are discussed, along with potential limitations related to data quality and algorithm complexity.

Keywords: neural network modeling, well drilling, artificial neural networks, machine learning, drilling optimization, complication forecasting.

Современные технологии бурения требуют высокой точности управления процессами, особенно в условиях сложных геологических сред и возрастающих экологических требований. Традиционные методы, основанные на эмпирических зависимостях и экспертных оценках, зачастую не обеспечивают необходимой точности и оперативности. В этой связи нейросетевое моделирование становится ключевым инструментом для решения задач оптимизации и прогнозирования в бурении скважин.

Искусственные нейронные сети (ИНС), благодаря способности обучаться на больших массивах данных и выявлять сложные нелинейные зависимости, позволяют значительно повысить эффективность бурения. Они применяются для прогнозирования механической скорости проходки, предотвращения аварийных ситуаций, анализа каротажных данных и других задач. Внедрение нейросетевых моделей в нефтегазовой отрасли уже демонстрирует впечатляющие результаты, однако их потенциал до конца не раскрыт.

Одним из наиболее востребованных направлений является прогнозирование осложнений при бурении. Нейросети, обученные на исторических данных, способны идентифицировать ранние признаки таких проблем, как поглощение бурового раствора, газонефтепроявления или обрушение ствола скважины. Например, многослойные перцептроны (MLP) и рекуррентные нейронные сети (RNN) успешно применяются для анализа временных рядов данных с датчиков, установленных на буровой установке [1].

Другим важным направлением является оптимизация параметров бурения. Нейросетевые модели могут анализировать взаимосвязь между скоростью вращения долота, осевой нагрузкой, свойствами бурового раствора и другими факторами, предлагая оптимальные режимы работы. Это позволяет

снизить энергозатраты и износ оборудования. Например, в работе [2] показано, что использование ИНС позволило сократить время бурения на 12-15% за счет подбора оптимальных параметров.

Кроме того, нейросети активно применяются для интерпретации геофизических данных. Глубинные нейронные сети (DNN) демонстрируют высокую эффективность в обработке данных сейсморазведки и каротажа, автоматически выделяя продуктивные пласты и прогнозируя их свойства. Это значительно ускоряет процесс принятия решений при проектировании скважин [3].

Внедрение нейросетевых технологий в бурение скважин обеспечивает ряд значительных преимуществ. Во-первых, это повышение точности прогнозов. Нейросети способны выявлять сложные зависимости, которые остаются незамеченными при традиционном анализе. Например, в работе [4] показано, что точность прогнозирования осложнений при использовании ИНС достигает 90%, тогда как традиционные методы дают не более 70%.

Во-вторых, нейросетевое моделирование способствует снижению затрат. Оптимизация режимов бурения и минимизация аварийных ситуаций позволяют сократить расходы на ремонт оборудования и простои. По данным исследований, экономический эффект от внедрения нейросетевых моделей может составлять до 20% от общей стоимости бурения [5].

В-третьих, ИНС обеспечивают оперативность обработки данных. В отличие от традиционных методов, требующих значительного времени на анализ, нейросети обрабатывают информацию в режиме реального времени, что особенно важно при принятии критических решений в процессе бурения.

Ряд ведущих нефтегазовых компаний уже успешно внедряют нейросетевые технологии. Например, Schlumberger использует платформу DELFI, которая интегрирует нейросетевые модели для оптимизации бурения и прогнозирования осложнений. Система позволяет сократить время на принятие решений и повысить точность прогнозов [6].

Другой пример — компания ExxonMobil, применяющая глубокие нейронные сети для анализа данных сейсморазведки. Это позволило значительно ускорить интерпретацию геологических данных и повысить точность идентификации продуктивных пластов [7].

Несмотря на значительные успехи, нейросетевое моделирование в бурении сталкивается с рядом ограничений. Во-первых, это необходимость больших объемов качественных данных для обучения моделей. Во-вторых, сложность интерпретации результатов, особенно при использовании глубоких нейронных сетей. В-третьих, высокие вычислительные затраты, требующие мощного аппаратного обеспечения.

Перспективы развития связаны с совершенствованием алгоритмов, включая применение гибридных моделей, сочетающих нейросети с физическими моделями. Также ожидается рост использования автономных буровых систем, управляемых ИИ, что может кардинально изменить подход к бурению скважин.

Нейросетевое моделирование открывает новые возможности для оптимизации и повышения эффективности бурения скважин. Уже сегодня эти технологии демонстрируют значительные преимущества по сравнению с традиционными методами. Однако для их широкого внедрения необходимо решить проблемы, связанные с качеством данных и интерпретируемостью моделей. В будущем развитие нейросетевых технологий может привести к созданию полностью автономных систем бурения, что значительно изменит нефтегазовую отрасль.

#### Список использованных источников

1. Zhang, Y. et al. (2023). Neural Network Applications in Drilling Complication Prediction. *Journal of Petroleum Science*.
2. Smith, R. & Johnson, L. (2022). Optimization of Drilling Parameters Using ANNs. *SPE Drilling & Completion*.

3. Chen, H. (2021). Deep Learning for Geophysical Data Interpretation. Geophysics.
4. Petrova, K. (2023). Accuracy of Neural Networks in Drilling Forecasting. Oil & Gas Journal.
5. McKinsey & Company. (2022). Economic Impact of AI in Drilling Operations.
6. Schlumberger. (2023). DELFI Cognitive E&P Environment.
7. ExxonMobil. (2023). Advanced Neural Networks in Seismic Interpretation.