

## Intelligent Technology for Drilling and Well Construction in Russian Oil and Gas Fields

D.S. Filippova<sup>1\*</sup>, E.A. Safarova<sup>1</sup>, V.E. Stolyarov<sup>1</sup>, N.A. Eremin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> «OGRI RAS», <sup>2</sup> «National University of Oil and Gas «Gubkin University»

### Summary

---

The novelty of the implemented solutions lies in the improvement of drilling technologies based on the application of modeling algorithms and finding the optimal network configuration to perform a reliable forecast based on the artificial neural network model. Without comprehensive automation, it is impossible to reduce the role of personnel, which implies the robotization of part of the drilling process and technologies of descent operations. The presented concept of a geographically distributed system of intelligent monitoring and management is easily adaptable to various technological processes when working in emergency situations due to information support of construction processes. The introduction of technologies provides a reduction in operating costs, an increase in gas and oil production of about 10% and a reduction in well downtime of at least 50 % from the classic technologies of drilling, construction and operation in remote fields.

## Интеллектуальная технология буровых работ и строительства скважин на нефтегазовых месторождениях России

И.А. Еремин (ИПНГ РАН, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина), В.Е. Столяров (ИПНГ РАН), Д.С. Филиппова\* (ИПНГ РАН), Е.А. Сафарова (ИПНГ РАН)

### Введение

Не менее 40% всех инвестиций и ресурсов в нефтегазодобыче приходится на строительство нефтегазовых скважин. Качество проведения буровых работ определяет срок эксплуатации, эффективность добычи на различных стадиях жизненного цикла нефтегазового месторождения. Применение интеллектуальных технологий, реализованных на базе единой платформы, обеспечивает возможность создания цифрового нефтегазового месторождения, а также удаленного управления из центров мониторинга строительства и предотвращения нештатных ситуаций. Технология направлена в том числе на оптимизацию затрат, продление сроков эксплуатации, объем и качество продукции за счет внедрения машинных алгоритмов и роботизированных систем управления [1].

### Теория и апробация

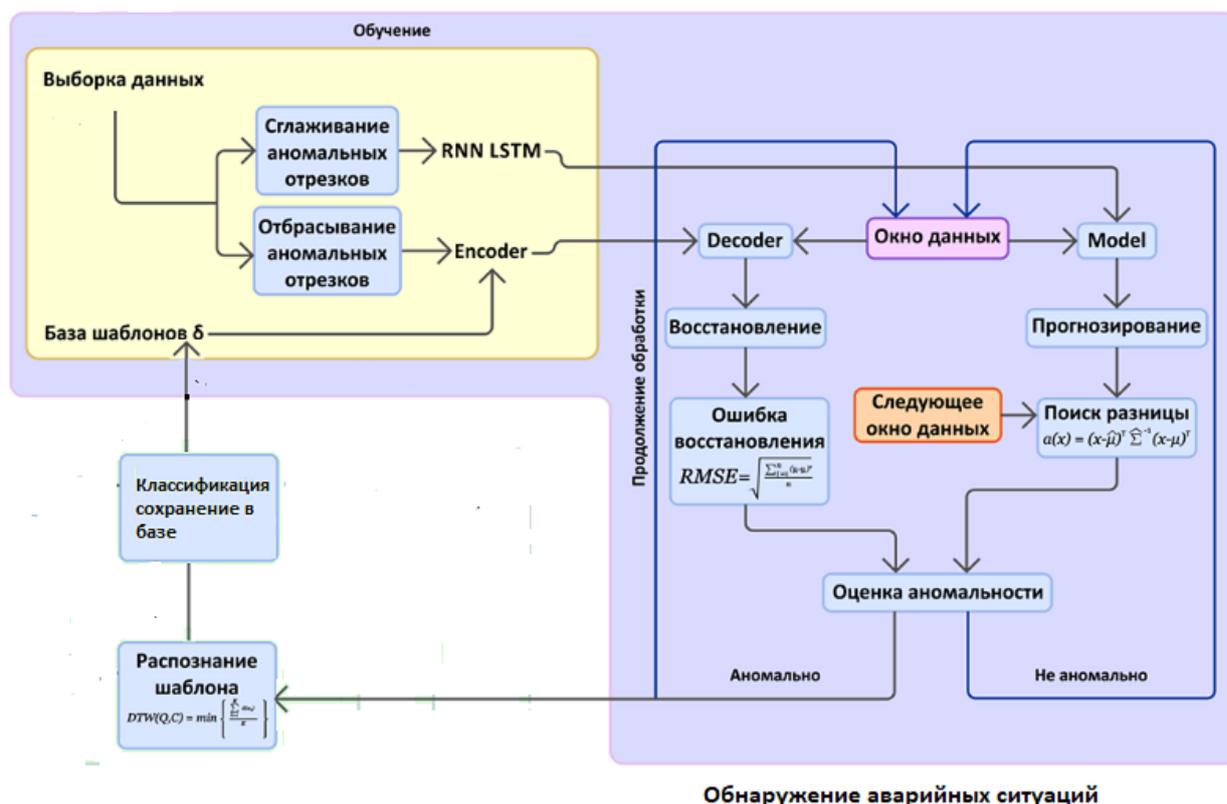
Широко применяемый традиционный подход предполагает проведение комплекса проектных работ, в основе которых заложены компетенции и исторический опыт по ранее проведенным работам без учета геологических и технологических ограничений.

Созданные специалистами Института проблем нефти и газа Российской Академии Наук технологии апробированы при строительстве традиционных, морских и шельфовых скважин и основаны на применении прогнозного анализа, интеграции автоматизированных методов проведения буровых работ в строительство, обеспечивают контроль работ в реальном масштабе времени как непосредственно на буровом комплексе или месторождении, так и на удаленно расположенных Центрах мониторинга строительства и эксплуатации месторождений, создаваемых в рамках интегрированной модели нефтегазового производства [2].

При бурении и обустройстве нефтегазовых скважин стоимость проведения аварийных и восстановительных работ составляет не менее 20-25% от общих затрат [3]. Создание прогнозной модели высокой вероятности возникновения осложнения позволяет изменить параметры бурения для ее предотвращения и/или подготовить комплекс мероприятий для более быстрого и менее затратного его устранения. С учетом важности снижения непроизводительных потерь была создана и апробирована высокопроизводительная автоматизированная система предотвращения осложнений и аварийных ситуаций которая реализована на основе постоянно действующих геолого-технологических моделей месторождений с применением технологий искусственного интеллекта и индустриального блокчейна [4]. Технология обеспечивает снижение рисков проведения геолого-разведочных и строительных работ, в т.ч. на шельфовых проектах, а также предусматривает возможность передачи информации в территориально удаленные центры обработки для формирования в различных режимах управления краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов развития нештатных и аварийных ситуаций, возникающих в процессе строительства и эксплуатации нефтегазовых объектов [5-7]. Это стало возможным за счет созданной методологии классификация осложнений и обоснованного выбора оперативных и эффективных методов по их предупреждению, а также возможности применения получаемых с объекта оперативных технологических и геологических данных в нейросетевых моделях на основе машинного обучения для типовых моделей технологических объектов. Внедрение технологий искусственного интеллекта при обустройстве скважинного фонда предполагает возможность лицам, принимающим решения по инвестиционным проектам, предоставить точную оперативную информацию по текущей ситуации с учетом скорости и масштаб развития рискованной модели и критериев эксплуатационных расходов, учетом наилучших компетенций бурового персонала и исторического инженерного опыта строительства

месторождений [8-9]. Основное отличие в применении технологий искусственных нейронных сетей по сравнению с традиционно используемыми методами заключается в возможности обучения системы на полевых получаемых на месте технологических данных, которые формируются на различных этапах строительства нефтяных и газовых скважин. Именно такие данные определяют принимаемые управленческие решения, которые вырабатываются на основе их анализа с применением методов искусственного интеллекта.

На основе методов нейронных сетей была построена обобщенная функциональная схема разрабатываемой автоматизированной системы выявления осложнений и предаварийных ситуаций при строительстве нефтяных и газовых скважин, представленная на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Функциональная схема автоматизированной системы выявления и прогнозирования аварийных ситуаций при строительстве нефтяных и газовых скважин.

Новизна и инновационная составляющая технологии заключается в постановке и решении следующих научных и научно-технических задач:

- разработка классификации аварий и осложнений при строительстве скважин с использованием нейросетевых алгоритмов;
- определение оптимального набора технических параметров, получаемых в режиме онлайн и по глубине скважины для задачи предотвращения осложнений (прихватов, поглощений, газонефтеводопроявлений);
- нахождение оптимальной топологии нейронной сети и параметров схождения результатов для выполнения достоверного прогноза аварийной ситуации (модификации весовых коэффициентов модели нейронной сети в онлайн-режиме при проведении параллельных вычислений на облачных высокопроизводительных ресурсах);
- разработка непрерывной системы передачи, сбора, распределения, хранения и валидации и обработка технологических и геолого-геофизических данных, получаемых в процессе

строительства нефтяных и газовых скважин в режиме реального времени по средствам технологии «блокчейн»; качество комплекса оперативных технологических и геолого-геофизических данных бурения скважин является основной проблемой для своевременного прогнозирования и предупреждения аварий и осложнений.

## Выводы

Новизна реализованных решений заключается в совершенствовании технологий бурения на основе применения алгоритмов моделирования и нахождения оптимальной конфигурации сети для выполнения достоверного прогноза на базе модели искусственной нейронной сети. Без комплексной автоматизации невозможно обеспечить снижение роли персонала, что предполагает роботизацию части процесса бурения и технологий спускоподъемных операций. Представленная концепция территориально распределенной системы интеллектуального мониторинга и управления легко адаптируема к различным технологическим процессам при работе в нештатных ситуациях за счет информационной поддержки процессов строительства. Внедрение технологий обеспечивает снижение эксплуатационных затрат, увеличение газонефтедобычи порядка 10% и сокращению времени простоев скважин не менее 50 % от классических технологий бурения, строительства и эксплуатации на удаленных месторождениях.

## Благодарности

Статья написана в рамках выполнения государственного задания по теме: «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)», № АААА-А19-119013190038-2.

## Библиография

1. Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E. Digital transformation of gas production // Scopus IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 700 (2019) 012052. Dirac house, Bristol, England, BS1 6BE: 2019, P. 1–6, DOI:10.1088/1757-899X/700/1/012052.
2. Еремин Н.А., Архипов А.И., Черников А.Д., Сарданашвили О.Н., Столяров В.Е. Создание высокопроизводительной автоматизированной системы предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин // Издательство Neftegaz.RU [4]-2020, С. 38-50.
3. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Столяров В.Е., Сафарова Е.А. Цифровые скважины и месторождения // Актуальные вопросы исследования нефтегазовых пластовых систем (SPRS-2020): сборник докладов. — III Международная научно-практическая конференция Актуальные вопросы исследования нефтегазовых пластовых систем (SPRS-2020), 23–24 сентября 2020 г. — Газпром ВНИИГАЗ Москва, 2020. — С. 26–38.
4. Архипов А.И., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Черников А.Д., Бороздин С.О., Сафарова Е.А., Сейнаров М.Р. Анализ качества данных станции геолого-технологических исследований при распознавании поглощений и газонефтеводопроявлений для повышения точности прогнозирования нейросетевых алгоритмов // Нефтяное хозяйство — 2020, — № 08 (1162), С.63-67. DOI: 10.24887/0028-2448-2020-8-63-67
5. Дмитриевский А.Н., Сбоев А.Г., Еремин Н.А., Черников А.Д., Наумов А.В., Грязнов А.В., Молошников И.А., Бороздин С.О., Сафарова Е.А. Об увеличении продуктивного времени бурения нефтегазовых скважин с использованием методов машинного обучения. Георесурсы, 22(4) — 2020, — С. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.4.79-85>
6. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Филиппова Д.С., Сафарова Е.А. Цифровой нефтегазовый комплекс России // Георесурсы, Спецвыпуск – 2020, С. 32–35. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.32-35>

7. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Сафарова Е.А., Филиппова Д.С., Бороздин С.О. Качественный анализ геоданных временного ряда для предупреждения осложнений и аварийных ситуаций при бурении нефтяных и газовых скважин // SOCAR Proceedings – № 3, 2020 – С. 31–36. <http://dx.doi.org/10.5510/OGP20200300442>
8. Еремин Н. А., Столяров В. Е. Совершенствование нормативно-правового регулирования развития науки и современных технологий в нефтегазовой отрасли // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. — 2020. — Т. 569, № 12. — С. 15-26. DOI: 10.33285/0132-2222-2020-12(569)-15-26
9. Еремин Н.А., Столяров В.Е., Сафарова Е.А., Филиппова Д.С. Нормативно-правовое обеспечение при внедрении инновационных разработок в нефтегазовой отрасли // Нефтепромышленное дело, 4 (628) — 2021, С. 51-58. DOI: 10.33285/0207-2351-2021-4(628)-51-58

## References

1. Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E. Digital transformation of gas production. // Scopus IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 700 (2019) 012052. Dirac house, Bristol, England, BS1 6BE: 2019., P. 1–6, DOI:10.1088/1757-899X/700/1/012052.
2. Eremin N.A., Arkhipov A.I., Chernikov A.D., Sardanashvili O.N., Stolyarov V.E. Creation of a high-performance automated system to prevent complications and emergencies in the process of construction of oil and gas wells // Neftegaz.RU [4]-2020, P. 38-50.
3. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Stolyarov V.E., Safarova E.A. Digital wells and fields // Actual issues of Studies of Petroleum Reservoir Systems (SPRS-2020): collection of reports. – III International Scientific and Practical Conference Actual Issues of Studies of Petroleum Reservoir Systems (SPRS-2020), September 23-24, 2020 - Gazprom VNIIGAZ Moscow, 2020. – P. 26 - 38.
4. Arkhipov A.I., Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Chernikov A.D., Borozdin S.O., Safarova E.A., Seinaroev M.R. Data quality analysis of the station of geological and technological researches in recognizing losses and kicks to improve the prediction accuracy of neural network algorithms // Neftyanoe Khozyaystvo — 2020, — № 08 (1162), P. 63-67. DOI: 10.24887/0028-2448-2020-8-63-67
5. Dmitrievsky A.N., Sboev A.G., Eremin N.A., Chernikov A.D., Naumov A.V., Gryaznov A.V., Moloshnikov I.A., Borozdin S.O., Safarova E.A. On increasing the productive time of drilling oil and gas wells using machine learning methods. Georesursy = Georesources, 22(4) — 2020, P. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020>
6. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Filippova D.S., Safarova E.A. Digital oil and gas complex of Russia // Georesursy = Georesources, Special issue – 2020, P. 32–35. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.32-35>
7. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Safarova E.A., Filippova D.S. Qualitative analysis of time series geodata to prevent complications and emergencies during drilling of oil and gas wells // SOCAR Proceedings – № 3, 2020 – P. 31–36. <http://dx.doi.org/10.5510/OGP20200300442>
8. Eremin N.A., Stolyarov V.E. Improving the legal regulatory framework for the development of science and modern technologies in the oil and gas industry // Automation, telemechanization and communication in oil industry 2020, №12 (569), — P. 15—26 DOI: 10.33285/0132-2222-2020-12(569)-15-26
9. Eremin N.A., Stolyarov V.E., Safarova E.A., Filippova D.S. Legal support for the implementation of innovative developments in the oil and gas industry // Oilfield engineering, 4 (628) — 2021, P. 51-58. DOI: 10.33285/0207-2351-2021-4(628)-51-58