



УДК 622

**РАЗРАБОТКА ДЛЯ ПЯКЯХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ СТВОЛА СКВАЖИНЫ
К ЦЕМЕНТИРОВАНИЮ И ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА КРЕПЛЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**



**DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL SOLUTIONS
FOR THE PYAKYAKHINSKY FIELD FOR PREPARING THE WELL BORE
FOR CEMENTING AND IMPROVING THE QUALITY
OF CEMENTING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Шаляпин Денис Валерьевич

инженер 2 категории отдела
научно-исследовательских работ
по буровым и тампонажным растворам,
филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени
shalyapindv@tmn.lukoil.com

Щербаков Андрей Валерьевич

начальник отдела проектирования строительства
и реконструкции скважин,
филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени
scherbakovav@tmn.lukoil.com

Бакирова Аделя Данияровна

ассистент кафедры
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Тюменский индустриальный университет
adelyabakirova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы, связанные с повышением качества крепления скважин на Пякяхинском месторождении, в частности: большой объем работы по нахождению взаимосвязи между лабораторными исследованиями и фактическими данными с промысла; трудность нахождения логически обусловленных связей между параметрами и итоговым качеством крепления скважин. Предлагается использовать принципы математической обработки больших массивов данных с использованием нейронных сетей. С учетом выявленных факторов выработаны решения по повышению герметичности крепи скважин и адгезии цементного камня с ограничивающими поверхностями.

Ключевые слова: нейронная сеть, математические методы, адгезия, крепь скважины, буферная жидкость, Пякяхинское месторождение.

Shaliapin Denis Valeryevich

Engineer of 2nd grade Discovery Jobs
in Drilling and Cement Muds Department,
Branch of the «LUKOIL-Engineering»
«KogalymNIPIneft» in Tyumen
shalyapindv@tmn.lukoil.com

Sherbakov Andrey Valeryevich

Department chief, Department
of the planning and reconstruction wells,
Branch of the «LUKOIL-Engineering»
«KogalymNIPIneft» in Tyumen
scherbakovav@tmn.lukoil.com

Bakirova Adelya Daniyarovna

Assistant of the Drilling Oil
and Gas Wells Department,
Industrial University of Tyumen
adelyabakirova@mail.ru

Annotation. The article discusses the problems associated with improving the quality of the well casing at the Pyakyakhinsky field. In particular: a large amount of work of finding the relationship between laboratory studies and actual data from the field; the difficulty of finding logically determined relationships between the parameters and the final quality of well casing. It is proposed to use the principles of mathematical processing of large data sets using neural networks. Moreover, solutions were developed to improve the tightness of the well casing and the adhesion of cement stone with limiting surfaces.

Keywords: neural network, mathematical methods, adhesion, well support, buffer fluid, Pyakyakhinskoye field.

Современное состояние нефтегазовой отрасли России и мира характеризуется тем, что многие крупные месторождения углеводородов находятся на завершающей стадии разработки, а новые месторождения располагаются в труднодоступных регионах (Арктика, Заполярье), что делает добычу полезных ископаемых на данных территориях зачастую нерентабельной. Это повышает требования к качеству крепления скважин как на старых, так и на новых месторождениях, поскольку от состояния цементного кольца и обсадной колонны в основном зависит продолжительность эксплуатации скважин.

Пякяхинское нефтегазоконденсатное месторождение было открыто в 1989 году скважиной № 2001 «Главтюменьгеологии». В 2009 году ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» приступило к обустройству нового перспективного месторождения на Ямале. Всего на Пякяхинском месторождении



планируется пробурить 420 скважины, из них – 219 нефтяных, 105 нагнетательных, 96 газовых. Но уже на данный момент четко прослеживается ситуация с низким качеством крепи скважин (рис. 1), несмотря на целый комплекс мер по ее улучшению, что обуславливает актуальность поиска новых подходов по повышению качества цементирования.

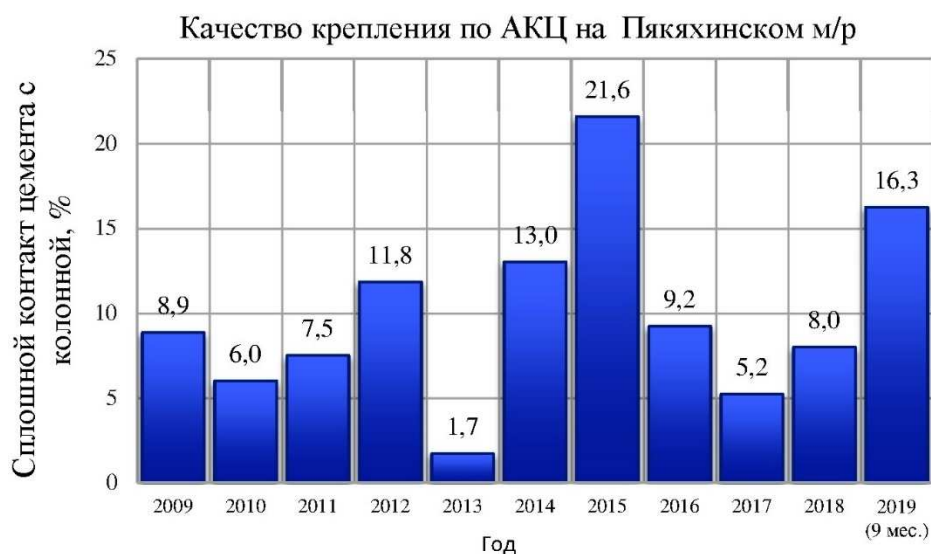


Рисунок 1 – Качество крепления скважин на Пяяхинском месторождении

На первом этапе были рассмотрены современные подходы по решению подобных проблем в отечественных компаниях [1].

Выбирается модель искусственной нейронной сети, которая применяется для обработки большого объема данных и прогнозирования результатов при изменении входных параметров.

Вторым этапом следует выбор программного обеспечения (ПО) для работы с нейронными сетями с целью точного определения наиболее значимых факторов. ПО посредством обратной связи позволяет вносить изменения в исходные данные.

Объектами исследования выбраны скважины, пробуренные на пласты БУ15 Пяяхинского месторождения. По данному месторождению сформирована база данных по следующим параметрам: инклинометрия (интенсивность изменения пространственного угла, глубина по стволу, интервал проведения исследований, зенитный угол в начале и в конце интервала); интервал подъема тампонажного раствора за эксплуатационной колонной; даты цементирования и проведения акустической цементометрии; характеристика контакта цементного камня с колонной и с горной породой; характеристика заполнения затрубного пространства (однородное, неоднородное); степень эксцентриситета колонны; плотность и глубина расположения разных видов цементного раствора; параметры бурового раствора (плотность, условная вязкость, показатель фильтрации, толщина фильтрационной корки, рН, статическое напряжение сдвига, динамическое напряжение сдвига, пластическая вязкость, содержание песка и твердой фазы).

На третьем этапе на основе созданной нейронной сети производится анализ и исследование свойств различных химических добавок для повышения адгезии цементного камня с колонной и горной породой, проводится анализ влияния параметров бурового раствора на качество крепления скважины.

Практическая значимость заключается в комплексном подходе к анализу промысловых данных, что позволяет оперативно изменять параметры, влияющие на крепь скважины для повышения качества их заканчивания.

Искусственная нейронная сеть является математическим подобием человеческого мозга в части принципа обработки информации (рис. 2). Человеческий нейрон, помимо сбора, обработки и передачи информации к другим нейронам, выполняет еще ряд сложнейших функций по поддержанию жизнедеятельности человека. Большинство моделей нейронных сетей состоят лишь из одного или нескольких нейронов, но даже такое количество позволяет решать сложные задачи (рис. 3) [2].

Принципиальная схема работы нейрона заключаются в том, что в каждом нейроне одного уровня заложена одинаковая функция для обработки информации, но сигнал на стыке двух нейронов приобретает весовой коэффициент, который усиливает или ослабляет сигнал, за счет этого нейросети обладают стойкостью к «шумам» (к той информации, которая для решения задачи не важна) [3].

Каждый искусственный нейрон имеет входные сигналы, которые приобретают «веса» и затем они, усиленные или ослабленные, суммируются (т. о. получается степень возбуждения нейрона), что позволяет применить функцию активации для вывода конкретного решения из нейрона [4].

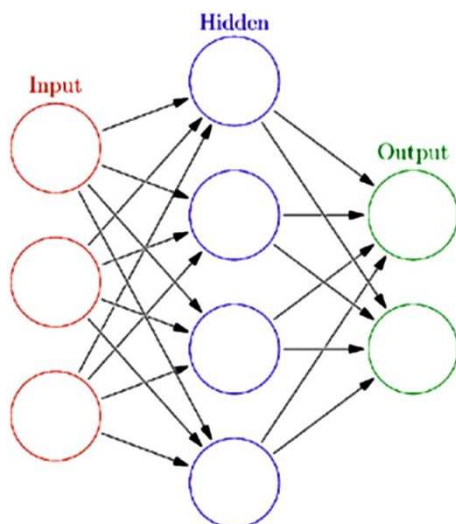


Рисунок 2 – Схема работы искусственной нейронной сети

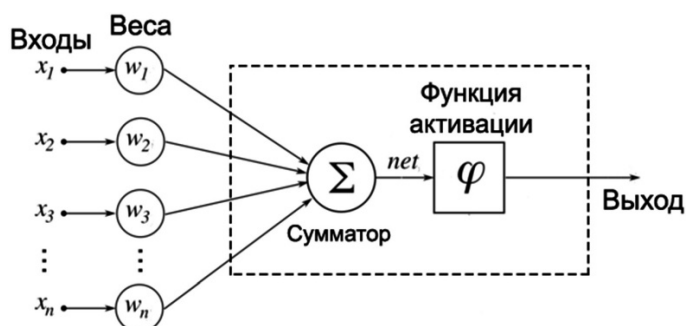


Рисунок 3 – Принципиальная схема искусственного нейрона

К функциям активации относят:

- 1) функцию единичного скачка;
- 2) сигмоидальную функцию;
- 3) гиперболический тангенс.

В работе будет использоваться сигмоидальная функция (рисунок 4), как самая распространенная функция для решения задач, направленных на прогнозирование [5]:

$$out(net) = \frac{1}{1+e^{(-a \cdot net)}}$$

где net – значение, полученное после суммирования входных коэффициентов; e – коэффициент, равный 2,7; a – безразмерный коэффициент, отвечающий за форму сигмоиды.

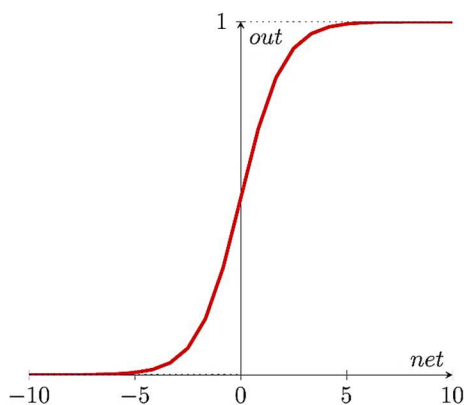


Рисунок 4 – Сигмоидная функция

Использование данной функции обусловлено тем, что ответ на выходе получается неявным, приближая, таким образом, ответ к реальной ситуации принятия решения человеком [6].



На основе теоретических данных и обзора существующих ПО авторами принято решение о необходимости использования открытой облачной платформы Microsoft Azure Machine Learning для анализа уже имеющейся информации, а также обучения системы для дальнейшего прогнозирования. Помимо этого, сервис Microsoft Azure интегрирован с множеством других программных продуктов в одну систему, что позволяет распространить опыт применения нейронных сетей для улучшения крепления на другие области (процессы, месторождения), связанные с бурением скважин.

Перед началом использования математического аппарата нейронных сетей был вручную проведен анализ входных параметров, влияющих на крепь скважин на Пякяхинском месторождении. Предварительный анализ подтвердил необходимость более качественной подготовки ствола скважины перед закачкой тампонажного раствора, что в перспективе будет достигнуто использованием специальной буферной жидкости.

В дальнейшем будет проведена обработка сформированной базы данных с использованием нейронной сети, созданной на платформе Microsoft Azure Machine Learning.

Анализ современной теории применения нейронных сетей для прогнозирования определенной ситуации позволил установить, что сигмоидальная функция является самой подходящей при наличии сложного выбора. Применительно к задаче повышения качества крепления скважины нейросеть первоначально будет «обучаться» на уже законченных скважинах до получения ответов, близких к реальным итогам крепления скважин.

Промежуточным этапом стала работа по созданию нового состава буферной жидкости для более качественной подготовки ствола скважин перед процессом ее цементирования.

Завершающим этапом работы является получение обратной связи сети для изменения входных параметров (техничко-технологические режимы крепления скважины) для комплексной оптимизации процесса заканчивания нефтегазовых скважин.

Литература

1. Интегрированное решение по повышению качества крепления скважин в интервалах терригенных отложений / Р.Ф. Галиев, И.П. Рафиков, А.В. Самсыкин // Нефтяное хозяйство. – 2019. – № 9. – С. 29–33.
2. Data-driven Model for the Identification of the Rock Type at a Drilling Bit / N. Klyuchnikov, A. Zaytsev, A. Gruzdev, G. Ovchinnikov // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2019.
3. Toward Drilling Automation: On the Necessity of Using Sensors That Relate to Physical Models / E. Cayeux, B. Daireaux, E.W. Dvergsnes, F. Florence // SPE-163440-PA. – 2014.
4. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System / T. Chen, C. Guestrin // In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining. – ACM, 2016. – P. 785–794.
5. A Phenomenological Model for the Drilling Action of Drag Bits / E. Detournay, P. Defourny // In International journal of rock mechanics and mining sciences & geomechanics abstracts. – Elsevier. – 1992. – № 29. – P. 13–23.
6. G.C. Downton. Challenges of Modeling Drilling Systems for the Purposes of Automation and Control // IFAC Proceedings Volumes. – 2012. – № 45 (8). – P. 201–210.
7. Чернышов С.Е. Совершенствование технологии строительства дополнительных стволов из ранее пробуренных скважин // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 22–24.
8. Расширяющиеся тампонажные составы для ликвидации поглощений при креплении обсадных колонн добывающих скважин / А.А. Мелехин, С.Е. Чернышов, М.С. Турбаков // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 3. – С. 50–52.
9. Исследование влияния седиментации тампонажного раствора на свойства получаемого цементного камня / Е.В. Кожевников, Н.И. Николаев, О.А. Ожгибесов, Р.В. Дворецкас // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 6. – С. 23–25.
10. Основные направления повышения эффективности строительства боковых стволов / С.Е. Чернышов, М.С. Турбаков, Н.И. Крысин // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 8. – С. 98–100.
11. Расширяющиеся тампонажные составы для ликвидации поглощений при креплении обсадных колонн добывающих скважин / А.А. Мелехин, С.Е. Чернышов, М.С. Турбаков // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 3. – С. 50–52.
12. Повышение качества крепления скважин с горизонтальными участками / Н.И. Николаев, Е.В. Кожевников // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2014. – № 11. – С. 29–37.
13. Исследование свойств полимерной буферной жидкости для повышения качества крепи скважин / Х Лю., Н.И. Николаев, Е.В. Кожевников // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. – № 6. – С. 38–41.
14. Разработка седиментационно-устойчивых тампонажных составов для крепления скважин с наклонными и горизонтальными участками / Н.И. Николаев, Е.В. Кожевников, А.С. Силоян, Р.Р. Агишев // Инженер-нефтяник. – 2015. – № 2. – С. 15–17.
15. Кожевников Е.В. Исследование свойств тампонажных растворов для крепления скважин и боковых стволов с наклонными и горизонтальными участками // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 17. – С. 24–31.
16. Тенденции исследования и технические проблемы в тампонажной области / Чи Фензен, Шен Жыцен, Лю Ин // Технология бурения и добычи. – 2004. – № 27 (4). – С. 7–10.



17. Лю Хаоя. Исследование глинистой корки на качество крепления скважин // Экологические проблемы нефтедобычи – 2015 : материалы V Международной конференции с элементами научной школы для молодежи. – Уфа, 2015. – С. 30–31.

18. Исследование влияния глинистой корки на качество сцепления цементного камня с породой / Лю Хаоя, Табатабаи Мореди Сейед Шахаб, Н.И. Николаев // Инженер нефтяник. – 2015. – № 2 – С. 22–25.

References

1. Integrated solution for improving the quality of the wells fixing in the intervals of the terrigenous deposits / P.F. Galiev, I.R. Rafikov, A.V. Samsykin // Oil economy. – 2019. № 9. – P. 29–33.

2. Data-driven Model for the Identification of the Rock Type at a Drilling Bit / N. Klyuchnikov, A. Zaytsev, A. Gruzdev, G. Ovchinnikov // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2019.

3. Toward Drilling Automation: On the Necessity of Using Sensors That Relate to Physical Models / E. Cayeux, B. Daireaux, E.W. Dvergsnes, F. Florence // SPE-163440-PA. – 2014.

4. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System / T. Chen, C. Guestrin // In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining. – ACM, 2016. – P. 785–794.

5. A Phenomenological Model for the Drilling Action of Drag Bits / E. Detournay, P. Defourny // In International journal of rock mechanics and mining sciences & geomechanics abstracts. – Elsevier. – 1992. – № 29. – P. 13–23.

6. G.C. Downton. Challenges of Modeling Drilling Systems for the Purposes of Automation and Control // IFAC Proceedings Volumes. – 2012. – № 45 (8). – P. 201–210.

7. Chernyshov S.E. Perfection of the additional wells construction technology from the previously drilled wells // Petroleum industry. – 2010. – № 6. – P. 22–24.

8. Expanding plugging compositions for liquidation of an absorption at fastening of the casing strings of the producing wells / A.A. Melekhin, S.E. Chernyshov, M.S. Turbakov // Neftyanoe obrazovanie. – 2012. – № 3. – P. 50–52.

9. Investigation of the plugging solution sedimentation influence on the properties of the obtained cement stone / E.V. Kozhevnikov, N.I. Nikolaev, O.A. Ozhgibesov, R.V. Dvoretzskas // Oil economy. – 2014. – № 6. – P. 23–25.

10. Main directions of effectiveness increase of the side shaft construction / S.E. Chernyshov, M.S. Turbakov, N.I. Krysin // Petroleum economy. – 2011. – № 8. – P. 98–100.

11. Expanding plugging compositions for liquidation of absorption at fixing of the casing strings of the producing wells / A.A. Melekhin, S.E. Chernyshov, M.S. Turbakov // Oil economy. – 2012. – № 3. – P. 50–52.

12. Improvement of quality of the wells fastening with the horizontal sections / N.I. Nikolaev, E.V. Kozhevnikov // Vestnik of Perm National Research Polytechnic University. Oil-gas and mining business. – 2014. – № 11. – P. 29–37.

13. Investigation of the polymer buffer liquid properties for improvement of the well fastening quality / X. Liu.; N.I. Nikolaev, E.V. Kozhevnikov // Construction of the oil and gas wells on land and at sea. – 2015. – № 6. – P. 38–41.

14. Development of the sedimentation-resistant plugging compositions for the wells fixing with the inclined and horizontal sections / N.I. Nikolaev, E.V. Kozhevnikov, A.S. Siloyan, R.R. Agishev // Petroleum engineer. – 2015. – № 2. – P. 15–17.

15. Kozhevnikov E.V. Properties research of the plugging solutions for the wells and sidetracks fixing with the inclined and horizontal sections // Vestnik of Perm National Research Polytechnic University. Oil-gas and mining. – 2015. – № 17. – P. 24–31.

16. Trends of research and technical problems in plugging area / Chi Fenzen, Shen Zhitsen, Liu In // Drilling and production technology. – 2004. – № 27 (4). – P. 7–10.

17. Liu Haoya. Study of clay crust on the quality of well fixing // Ecological problems of oil production – 2015 : proceedings of the V International Conference with elements of scientific school for youth. – Ufa, 2015. – P. 30–31.

18. Research of clay crust influence on quality of cement stone adhesion with rock / Liu Khaoya, Tabatabai Moradi Seyed Shahab, N.I. Nikolaev // Petroleum Engineer. – 2015. – № 2 – P. 22–25.