

УДК 004.822

МЕТОДЫ РАСЧЁТА ВРЕМЕНИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

А.В. Поляков, А.В. Попов, А.С. Моисеев

METHODS OF CALCULATION OF DRILLING TIME

A.V. Polyakov, A.V. Popov, A.S. Moiseyev

Аннотация. В данной статье речь пойдёт о том, что для расчётов времени, которое потребуется на бурение нефтяных скважин, можно использовать два различных метода: метод моделирования Монте-Карло и коннекционистский метод, в котором используются нейросети. С помощью конкурентной нейронной сети обнаружены закономерности в параметрах. Нейронная сеть была обучена оценивать среднее, стандартное отклонение и общее время, потраченное на освоение скважины. В конце сравниваются результаты, полученные обеими моделями. Оценена точность расчетного суммарного времени на основе геометрических и технологических параметров, с помощью традиционного метода Монте-Карло, основанного на данных операций бурения.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, метод Монте-Карло, бурение скважин.

Abstract. This article focuses on the fact that for calculating the time it takes to drill oil wells, you can use two different methods: the Monte-Carlo simulation method and the connectionist method that uses neural networks. With the help of a competitive neural network, patterns were found in the parameters. The neural network was trained to estimate the mean, standard deviation and total time spent on well completion. At the end, the results obtained by both models are compared. The accuracy of the estimated total time is estimated based on geometric and technological parameters using the traditional Monte Carlo method based on drilling data.

Keywords: artificial neural networks, Monte-Carlo method, well drilling.

Общее время, затраченное на бурение нефтяных и газовых скважин, подвержено значительным факторам риска из-за ограниченности знаний, касающихся геологических характеристик пласта, технических трудностей и человеческого фактора. Более того, это время составляет от 60 до 80% конечной стоимости скважины из-за высоких затрат на суточную аренду буровых установок. Планированию и оценке риска этих мероприятий препятствуют различные незапланированные ситуации, такие как потеря циркуляции и коллапс. Эти события могут привести к пустой трате времени, увеличению затрат, снижению добычи или даже к потере скважины. Анализ рисков и управление разведывательным бурением растет во всем мире, и многие международные нефтяные компании улучшили свои разведочные показатели, используя принципы анализа рисков в сочетании с новыми технологиями. В этой статье мы работаем с двумя разными, но взаимодополняющими подходами: имитационная модель Монте-Карло и методология коннекционизма, в данном случае нейронные сети. Тем не менее, неопределенность в теоретических моделях и большое число задач, связанных с бурением, препятствуют внедрению устоявшихся методов анализа риска. Методология нейронных сетей кажется хорошей альтернативой традиционному методу Монте-Карло, предназначенному для анализа рисков, путем оценки общего времени работы скважины в глубоких водах. С помощью данных, присутствующих в большинстве баз данных нефтяных компаний, нейронная сеть позволяет узнать, как соотнести "геометрические" и "технологические" параметры конкретной скважины с соответствующим общим временем

распределения аналогичных скважин. Поскольку существует множество факторов риска, возникающих в операциях на аналогичных скважинах, устранение этих проблем может занять много времени. Для того чтобы справиться с этой проблемой, предложенная в данной работе гибридная коннекционистская архитектура выводит не только общее время оценки, но и информацию о результатах с точки зрения среднего времени отклонения в аналогичных скважинах. В следующем разделе мы приведём краткое описание процесса разработки нефтяной и газовой скважины и попытаемся определить факторы риска, присутствующие в ходе работ.

Буровые работы

Разработка нефтяного месторождения включает в себя многие виды деятельности: бурение скважин, монтаж систем коллектора жидкости, строительство и монтаж производственного комплекса (нефтяная платформа), установка системы сливного стока (нефтепроводы и газопроводы).

Бурение нефтяной скважины осуществляется через буровую установку. Порода пробурируется под действием вращения и веса долота буровой колонны. Обломки камней постоянно удаляются через буровой раствор. Он впрыскивается насосами для внутренней части бурильной колонны через нагнетательную головку и возвращается на поверхность через пространство, образованное между стенками скважины и колонной. Когда достигается определенная глубина, колонна удаляется. После удаления колонны стенки скважины цементируются. Скважина бурится в несколько фаз, отличающихся различными диаметрами цементного колодца. При завершении бурения начинается новый этап операций, предназначенных для подготовки скважины для эксплуатации. На этом этапе устанавливаются клапаны в скважине, контролирующие поток нефти.

Анализ рисков

Современный анализ рисков использует принципы статистики, теории вероятностей и теории полезности. В разведке нефти есть множество аспектов риска. Они связаны с буровыми работами, разработкой месторождений и добычей. В этой статье мы сосредоточимся на тех элементах риска, которые связаны с бурением и завершением отдельных скважин. Если операции, необходимые для бурения и завершения данной скважины идут без проблем, общее время невелико. С другой стороны, если та же скважина имеет сбой, аварии или, например, отказ оборудования, разрывы сверла или обрушение стены, общее время работ может превышать ожидаемое. Таким образом, при прогнозировании общего времени, оно должно быть выражено вероятностным распределением, а не одним числом.

Метод Монте-Карло для оценки рисков

Из-за того, что точно предсказать, сколько времени потребуется для проведения буровых работ, невозможно из-за обилия неопределённостей, то расчёт рисков сильно затруднён. Практически любое решение, которое принимает аналитик, является рискованным. В таких ситуациях нужно использовать особые методы. Одним из наиболее простых методов прогнозирования рисков в условиях неопределённости является так называемый метод «Монте-Карло».

Аналитик может использовать случайное распределение, которое лучше описывает процесс работы. В таком случае становится возможно смоделировать систему путем случайной выборки из входного распределения. При этом определенные функции будут связаны по времени завершения каждого этапа бурения. В подавляющем большинстве это случайные величины.

Для этого исследования разработаны различные инструменты моделирования, которые позволяют оценить общее время, необходимое для выполнения всех необходимых операций. Перед выполнением моделирования аналитик должен определить репрезентативное распределение для каждой операции. Это можно сделать посредством поиска времени данной операции из корпоративной базы данных для выбора оптимального варианта. Для каждой операции, распределение входного сигнала можно выбрать и использовать при построении модели. Принимая во внимание Центральную предельную теорему и что операции считаются независимыми, в результате сумма времени операции будет приблизительно равна нормальному распределению.

В конце моделирования, после генерации сотен или даже тысяч выборок с затраченным временем работы, полученный результат можно использовать в качестве более-менее реалистичного значения для среднего общего времени операций.

Интеллектуальный анализ данных и оценка нейронной сети

Альтернативой догадкам об общем времени, потраченном на разработку новой скважины, является использование истории предыдущих скважин и соотнесение их геологических, технологических и геометрических особенностей со временем, потраченным на эти операции. Одной из самых больших проблем в подобной работе является выбор соответствующих предположению данных. Мероприятия, которые обычно проводят на данном этапе исследования, в основном связаны с анализом имеющихся данных и выбором тех, которые можно соотнести со временем для данной работы. Проанализировав месторождения, содержащие геологическую, технологическую и геометрическую информацию в качестве входных параметров, связанных со временем эксплуатации скважины, можно увидеть, на какие именно критерии и операции нужно обратить внимание в первую очередь, а именно:

Тип операции:

Какие именно типы бурения были произведены: разведочное бурение, добыча, расконсервация скважин, завершение бурения, обслуживание и т.д.

Буровой раствор:

Уточняется, какой вид гидрокарбонатов добывается в скважине: газ или нефть.

Боковое расстояние:

Геометрический параметр, определяющий расстояние между осью буровой установки и целью (нефтяным резервуаром), включая наклонное пространство, что увеличивает риск операций.

Лист воды:

Другой геометрический параметр, определяющий расстояние между поверхностью и дном моря и связанный с типом буровой установки и временем операций.

Нефтяное месторождение:

Геологический параметр, связанный с видом, твердостью и толщиной пород, которые должны быть перфорированы.

Тип ригеля:

Технологический параметр, который указывает, насколько сложным должна быть установка для работы в скважине.

Конечная глубина сверла:

Определяет, насколько глубокий резервуар и коррелирует с количеством фаз бурения.

При использовании этого метода, для получения приемлемого результата необходима нейронная сеть, способная моделировать не только общую оценку времени, но и распределение вероятности общего времени операций.

Библиографический список

1. Тадеусевич Р., Боровик Б., Гончаж Т., Леппер Б. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ. М.: Горячая линия – Телеком, 2011. С. 277.

2. Тарик Рашид. Создаем нейронную сеть. М.: Вильям, 2018. 201 с.

Поляков Анатолий Владимирович

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия

Polyakov A.V.

Tver State Technical University,
Tver, Russia

Попов Александр Витальевич

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия
E-mail: popov_avit@mail.ru

Popov A.V.

Tver State Technical University,
Tver, Russia

Моисеев Александр Сергеевич

Тверской государственный
технический университет,
г. Тверь, Россия

Moiseyev A.S.

Tver State Technical University,
Tver, Russia