



УДК 622.276

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В БУРЕНИИ СКВАЖИН

APPLICATION OF MACHINE LEARNING IN WELL DRILLING

Гладкова Екатерина Андреевна

студент,
Санкт-Петербургский горный университет
katerene@bk.ru

Сайченко Лилия Альбертовна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры разработки и эксплуатации
нефтяных и газовых месторождений,
Санкт-Петербургский горный университет
mirabilissa@gmail.com

Аннотация. В представленной статье изучена роль машинного обучения в бурении нефтяных и газовых скважин. Для этого были рассмотрены основные задачи и методы машинного обучения и проанализированы результаты внедрения технологии на производстве в различных компаниях нефтегазового сектора.

Ключевые слова: машинное обучение, искусственный интеллект, бурение, технологии.

Gladkova Ekaterina Andreevna

Student,
Saint-Petersburg Mining University
katerene@bk.ru

Saychenko Liliya Albertovna

Ph.D., Associate Professor,
Associate Professor of Development and
Operation of Oil and Gas Fields,
Saint-Petersburg Mining University
mirabilissa@gmail.com

Annotation. This article explores the role of machine learning in oil and gas drilling. For this, the main tasks and methods of machine learning were considered and the results of the introduction of technology in production in various companies in the oil and gas sector were analyzed.

Keywords: machine learning, artificial intelligence, drilling, technology.

Процесс бурения скважин является очень дорогостоящим этапом нефтегазовых работ, от которого существенно зависит себестоимость добычи углеводородов. Ввиду усложнения данного процесса разрушения горных пород по мере исчерпания старых залежей и необходимости разработки трудноизвлекаемых запасов, появляется необходимость в применении новых технологий строительства сложных скважин. На сегодняшний день повысить эффективность бурения можно с привлечением таких цифровых технологий, как например, анализ больших данных (Big Data), интернет вещей (Internet of Things, IoT) искусственный интеллект (Artificial intelligence, AI). В частности, достаточно стремительными темпами начинает применяться машинное обучение (Machine Learning, ML), получившее большое развитие за последние годы как раздел науки, зародившийся на пересечении технологий искусственного интеллекта и науки о данных [2].

Машинное обучение представляет собой подраздел науки, посвященный разработке и изучению искусственного интеллекта, который в свою очередь, включает в себя различные компьютерные системы, позволяющие имитировать мышление человека. Данные понятия часто употребляются в одном контексте и порой как взаимозаменяемые, но при этом они несут разное значение. Так, машинное обучение всегда основывается на использовании искусственного интеллекта, в то время как искусственный интеллект не всегда задействует машинное обучение.

Машинное обучение занимается построением математических моделей для исследования какого-либо рода данных. Настраиваемые параметры данных моделей можно приспособить для отражения наблюдаемых данных, таким образом, программа начинает обучаться на данных. После завершения обучения на имеющихся данных наблюдений модели можно задействовать для предсказания данных следующих наблюдений [1].

С помощью алгоритмов машинного обучения возможно решать несколько основных категорий задач:

1) Задача регрессии – предоставление прогноза на основе выборки объектов с различными признаками. В результате получают вещественное число, например, ожидаемый дебит через год разработки или глубина залегания продуктивного пласта.

2) Задача классификации – вывод на основе набора определенных признаков категориального ответа. Позволяют получить положительный или отрицательный ответ, например предсказание месторождений полезных ископаемых по данным геологической разведки.

3) Задача кластеризации – проведение распределения имеющихся данных на группы, к примеру объединение пласта или группы пластов в эксплуатационный объект разработки.

4) Задача уменьшения размерности – сведение некоторого большого числа признаков к более сжатому виду для удобства применения последующей визуализации данных на плоскости или в 3D.



5) Задача выявления аномалий – выявление отклонений от стандартных случаев. Отличается от задачи классификации, так как аномалии случаются очень редко, поэтому соответственно для обучения модели примеров обычно бывает недостаточно и для решения требуются другие методы. На практике такая задача применяется при обнаружении неполадок в оборудовании по показаниям датчиков.

При этом основную часть задач, которые решаются методами машинного обучения, можно отнести к двум различным видам: обучение с учителем (supervised learning) или обучение без учителя (unsupervised learning). В роли «учителя» выступает не какой-то конкретный специалист, а само вмешательство человека в процесс обработки информации. В обоих случаях модели задаются некоторыми данными, которые требуется обработать и выявить среди них определенные закономерности. Только при обучении с учителем у каждого элемента в наборе данных уже есть правильный результат, на основе которого ищется взаимосвязь, чтобы затем можно было получить прогноз для новых необозначенных данных. В случае обучения без учителя у алгоритма в процессе его обучения нет изначальных результатов для данных, поэтому ему предстоит распознать связи и закономерности между заданными элементами [1].

На примерах уже было показано, что методы машинного обучения могут успешно применяться в нефтегазодобывающей промышленности, в особенности для оптимизации процесса бурения скважин, что сможет позволить уменьшить время данной операции и значительно сократить денежные затраты на ее проведение.

Одной из задач бурения, с которой может помочь справиться подход машинного обучения, является выявление выхода долота за пределы коллектора раньше, чем это покажут датчики телеметрии. Как правило информация с приборов поступает с некоторой задержкой, вследствие чего преодоление целевого слоя фиксируется уже в тот момент, когда инструмент уходит дальше на несколько десятков метров.

Для решения данной проблемы специалисты «Газпром нефти» разработали на основе машинного обучения прототип, способный оперативно принимать на вход такие показатели, как нагрузка на долото, скорость проходки, частота вращения ротора и другие, анализировать их и выявлять скрытые закономерности. Благодаря такому подходу появилась возможность определять состав пород без ожидания поступления информации с датчиков, расположенных на самом буровом инструменте.

Программа позволяет установить момент перехода долота из одного типа породы в другой по их характерному набору признаков. На данный момент точность данной разработки превышает 70%, при этом модель продолжает обучаться и повышать корректность своих решений. Программа была успешно опробована на предприятии «Газпромнефть-Ямал», подтвердив значительную достоверность своих предсказаний.

Данное цифровое решение очень важно для эффективности будущей эксплуатации за счет повышения качества проходки, увеличения скорости бурения горизонтальных интервалов и снижения затрат на ликвидацию ошибок при проводке скважины.

Помимо этого, методы машинного обучения могут предсказывать аварийные осложнения в процессе бурения, что является достаточно актуальной проблемой, так как при устранении аварий происходит простой бурового оборудования и, как следствие, повышение стоимости скважин.

Модель, разработанная в «Газпром нефти», обучалась на данных со скважин, пробуренных без каких-либо отклонений, которые использовались как пример эталонного процесса. Поэтому стало возможным сравнение с ними текущих параметров, чтобы при наличии аномальных изменений информировать о вероятности возникновения аварийных ситуаций. Например, данная разработка помогает определять такой вид осложнений, как прихват, еще за полтора часа до его наступления, что имеет очень важное практическое значение [2].

Помимо «Газпрома» целый ряд крупных нефтяных компаний, таких как «Royal Dutch Shell», «Exxon Mobile», «Роснефть», «General Electric Oil & Gas» и других, активно внедряют методы машинного обучения в собственные производственные процессы.

Так компания «Роснефть» на данный момент использует систему, основанную на искусственном интеллекте, на буровых установках, применяемых на месторождениях в Оренбургской области. Разработанная автоматизированная система интеллектуального бурения (АСИБ) контролирует весь процесс бурения, основываясь на считываемых данных, и в случае необходимости корректирует работу оборудования или при выявлении критических показаний останавливает работу, оповещая об этом сотрудников. АСИБ оперативно анализирует информацию с датчиков, что обеспечивает безопасные условия проведения работ, увеличение механической скорости проходки в среднем на 15 % и позволяет сэкономить порядка 5 млн рублей при бурении одной скважины [3].

Также компания «Газпром нефть» разработала свою собственную интеллектуальную систему «ЭРА: Оптима», которая уже была применена в условиях промысла на пилотных Крапивинском и Ачимовском месторождениях. Данный комплекс проводит анализ параметров и предлагает наиболее подходящий вариант разработки, то есть определяет расположение сетки скважин, их индивидуальные показатели работы, рассчитывает объемы добычи и проводит экономические расчеты. Подобное



решение позволяет существенно сократить время выполнения специалистами однообразных операций путем выбора наилучшего из предложенных системой вариантов. Кроме того, в ходе испытаний предсказания программного обеспечения оказались примерно на 20–30 % более рациональными и эффективными, по сравнению с рекомендациями экспертов. Также по предварительным оценкам такая инновационная разработка позволит увеличить прибыль компании на более чем полмиллиарда рублей за ближайшие пять лет [2].

Таким образом, можно заключить, что подход машинного обучения уже достаточно широко используются в нефтегазовой отрасли и начинает приносить первые практические результаты. При этом каждый из методов применения данной технологии имеет как преимущества, так и некоторые недостатки. Несмотря на все преимущества внедрения подобных моделей, невозможно вести их обучение без корректных исходных данных, так как любые неточности непременно отразятся на результатах. Кроме того, каждая система искусственного интеллекта создается для решения каких-то конкретных задач и имеет узкую специализацию. И, учитывая новаторство подхода, самообучающиеся системы все же нуждаются в контроле разработчиками и не являются полностью автономными. Но при этом машинное обучение позволяет по-настоящему эффективно задействовать потенциал данных, а также составлять надежные прогнозы и автоматизировать большую часть сложных и рутинных задач. Благодаря этому нефтяные компании теперь могут предупреждать аварийные ситуации, сокращать затраты на производственные процессы и обеспечивать безопасные условия работы на месторождениях.

Литература:

1. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб. : Питер, 2018. – 576 с.
2. Цифровое бурение // Журнал «Сибирская нефть». – 2019 июль–август. – № 163.
3. Управление информационной политики ПАО «НК «Роснефть» 21 января 2020 г.). – URL : <https://www.rosneft.ru/press/news/item/199293/> (дата обращения: 13.03.2021).

References:

1. Zubareva Plas J. Vander. Python for complex problems: data science and machine learning. – SPb. : Peter, 2018. – 576 p.
2. Digital drilling // Journal of Siberian Oil. – 2019 July–August. – № 163.
3. Rosneft Information Policy Department January 21, 2020). – URL : <https://www.rosneft.ru/press/news/item/199293/> (date of access: 13.03.2021).