

**Оптимизация разработки нефтяных месторождений на основе  
искусственного интеллекта как одно из направлений инновационной  
политики научно-исследовательских и проектных институтов нефтегазовой  
отрасли России**

Сараева Марина Игоревна, Магистр, Самара, Россия.

**Аннотация.** Снижение цен на нефть и другие сырьевые товары, происшедшее в последние годы, бросает серьезный вызов добывающим компаниям. Низкие цены побуждают их искать новые инновационные решения - пути повышения эффективности как текущей операционной деятельности, так и стратегического планирования. Одним из таких направлений является искусственный интеллект. Значительную роль искусственный интеллект играет в работе нефтегазовой отрасли — от интерпретации геологических данных до собственно добычи углеводородов. Его привлечение приводит к снижению затрат и к повышению эффективности производства. В целях оптимизации затрат при осложнениях и авариях в процессе бурения, проектными организациями предлагаются проекты по интеграции методов искусственного интеллекта в бурение.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, нефтегазовая отрасль России, бурение, проектная организация.

**Optimization of the development of oil fields on the basis of artificial  
intelligence as one of the directions of the innovation policy of research and design  
institutes of the oil and gas industry in Russia**

**Abstract.** The decline in the prices of oil and other commodities that has occurred in recent years poses a serious challenge to extractive companies. Low prices encourage them to look for new innovative solutions - ways to improve the efficiency of both current operating activities and strategic planning. One such area is artificial

intelligence. Artificial intelligence plays a significant role in the work of the oil and gas industry - from the interpretation of geological data to the actual production of hydrocarbons. Its use lowers costs and increases production efficiency. In order to optimize costs for complications and accidents in the drilling process, design organizations are proposing projects to integrate artificial intelligence methods into drilling.

**Key words:** artificial intelligence, oil and gas industry of Russia, drilling, design organization.

Уровень спроса на внешнем и внутреннем рынках на продукцию отраслей промышленности определяет и перспективу их развития, и структурные изменения основных производственных фондов. Отрасли, вышедшие со своей продукцией на мировой рынок (в частности, топливно-энергетический комплекс), для закрепления на нем нуждаются в повышении эффективности производственного потенциала.

Деятельность многих крупнейших научно-исследовательских и проектных институтов нефтегазовой отрасли России связана с реализацией десятков одновременно выполняемых ресурсоемких проектов разработки и обустройства нефтегазовых месторождений, сложных технологических объектов подготовки нефти и газа, магистральных продуктопроводов[2].

В качестве примера, возьмём проектный институт нефтегазовой отрасли России - ОАО «Гипровостокнефть». ОАО «Гипровостокнефть» проводит предпроектные научно-исследовательские работы по подготовке нефти, воды, транспорта продукции месторождений, разработке технико-технологических рекомендаций для проектирования объектов сбора, подготовки и транспорта продукции месторождений. На многих месторождениях нефть извлекается из нефтяного пласта в виде газонефтяной смеси (эмульсии). Для дальнейшего транспортирования и реализации потребителю нефть должна быть отделена от газа, очищена от воды, механических примесей, солей при промысловой подготовке нефти. Затраты на промысловую подготовку нефти составляют

значительную часть расходов на добычу нефти. Поэтому совершенствование технологии и техники промысловой подготовки всегда является актуальным. Институт проводит предпроектные НИР по подготовке нефти, воды, транспорта продукции месторождений, разработке технико-технологических рекомендаций для проектирования объектов сбора, подготовки и транспорта продукции месторождений. Ниже приведен перечень основных направлений исследовательских работ.

*1. Разработка новых и совершенствование существующих технологий подготовки и транспорта нефти:* исследования сложных технологических комплексов и процессов с решением задач декомпозиции и оптимизации отдельных процессов и всего комплекса в целом; анализ и повышение эффективности функционирования систем трубопроводного транспорта высокозастывающих и высоковязкой нефти; выбор оптимальных технологий предотвращения образования АСПО, подбор ингибиторов и растворителей АСПО; Исследования по предотвращению накопления стойких промежуточных эмульсионных слоев в аппаратах и разработка методов их разрушения применительно к конкретным условиям эксплуатации; анализ практического применения технико-технологического обеспечения систем сбора и внутрипромыслового транспорта продукции скважин и разработка технических решений, направленных на повышение эффективности эксплуатации на различных этапах разработки месторождений; исследования по координации работы технологических объектов (установок, цехов, производств) и комплексов по подготовке нефти; разработка рекомендаций по внутренней оснастке резервуаров типа РВС с целью обеспечения их технологической эффективности; разработка и внедрение методов снижения тепло- и энергопотребления при осуществлении процессов подготовки нефти; разработка алгоритмов и программ оптимального управления технологическими комплексами подготовки нефти; разработка идеологии управления процессами подготовки нефти с высоким содержанием механических примесей и неразрушенных компонентов эмульсии.

2. *Разработка новых и совершенствование существующих технологий подготовки сточных вод:* проведение предпроектных исследований и выдача исходных данных по проектированию новых объектов по подготовке пластовых и технических вод; обследование проблемных объектов по водоподготовке и оказание научно-технических услуг по их модернизации; контроль показателей качества нефтепромысловых вод, используемых в системе заводнения; контроль состава осадков, выпадающих в процессе подготовки и утилизации пластовой и технической воды; разработка рекомендаций по их удалению или предупреждению образования; определение норм качества закачиваемых вод в зависимости от коллекторских свойств пород, слагающих нефтяные залежи; разработка рекомендаций по защите технологического оборудования и трубопроводов от коррозии [4]; подбор ингибиторов солейотложений и кислородопоглотителей в трубопроводах и аппаратах и определение их оптимальных дозировок.

3. *Разработка мероприятий по повышению надежности и безопасности функционирования объектов подготовки нефти*

4. *Разработка методов повышения динамической устойчивости процессов и аппаратов при работе в осложненных условиях эксплуатации*

5. *Разработка методов и технических средств по снижению потерь нефтепродуктов при сборе, транспорте и подготовке нефти:* определение фактических технологических потерь в системах сбора, подготовки и транспорта нефти; реализация нефтесберегающих и природоохранных технических средств и технологий на нефтепромысловых объектах; разработка нормативов технологических потерь в системах сбора, подготовки и транспорта нефти.

6. *Разработка технологических регламентов на проектируемые и действующие установки (УПН, УПСВ, ДНС, ГКС, ГПП, НСП, межпромысловые и магистральные нефтепроводы).*

7. *Проведение предпроектных НИР по подготовке нефти, воды, транспорта продукции месторождений, разработка технико-технологических*

*рекомендаций для проектирования объектов сбора, подготовки и транспорта продукции месторождений.*

*8. Подготовка материалов для оформления лицензии на водопользование [8].*

Важнейшим ключевым направлением научно-технологического развития и технологии АО «Гипрвостокнефть», является оптимизация разработки нефтяных месторождений на основе Искусственного интеллекта.

Инновационные и интеллектуальные технологии, модернизация нефтегазовой отрасли в конечном итоге приведут к системным изменениям и положительным преобразованиям в нашей стране. Мультиагентные технологии — это применение искусственного интеллекта для организации работы сложных систем в постоянно меняющихся условиях.

Действительно, повысить скорость и точность геологической модели месторождения, оценить тысячи вариантов разработки актива и выбрать оптимальную, научиться с ювелирной точностью управлять бурением в режиме реального времени - все это и многое другое доступно интеллектуальным технологиям, рожденным новой индустриальной революцией. В план цифровой трансформации блока разведки и добычи компании включены все этапы жизненного цикла месторождения. Добычу нефти большая часть людей воспринимает, как очень традиционную сферу. Действительно, если сравнить фотографии с месторождений 1970–1980-х, и с любого современного нефтедобывающего актива. Те же вышки, может немного модернизированные, та же фонтанная арматура, даже системы сбора и подготовки нефти, на первый взгляд, не особенно изменились. Разве что штанговые насосы-качалки в Сибири сегодня уже редкость. Но это все только на первый взгляд. За традиционным фасадом современных месторождений сегодня скрывается совершенно новый мир, конфигурацию которого определяет сложность задач, которые приходится решать нефтяникам: вовлечение в разработку трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов, выход в новые труднодоступные регионы добычи,

вывод на положительную рентабельность проектов, которые раньше считались просто нереализуемыми. Все эти задачи практически невозможно решить без использования искусственного интеллекта.

Нефтяная отрасль, как и все другие, стремится к увеличению рентабельности и производительности, и оптимизации затрат. Сокращение расходов и потерь, будь то на технологические процессы или используемые материалы, независимо от существующей экономической ситуации, является ключевой задачей для всех преуспевающих компаний. Улучшение эффективности бурения путем классификации и прогнозирования осложнений - это надежный путь для разведывательных и добывающих компаний к достижению данных целей. Нефтяная и газовая промышленность испытывает сильное давление с конца 2014 года, когда цены на нефть значительно снизились. Весьма изменчивый международный рынок и избыточное предложение нефти означают, что компаниям придется сокращать затраты. В связи с этим многие нефтегазовые компании значительно сократили свои капитальные затраты [5].

Вместо того, чтобы сосредоточиться на сокращении капитальных затрат, компании должны смотреть внутрь процессов, чтобы найти способ экономии средств без потери эффективности. В настоящее время большее внимание уделяется технологиям, которые снижают стоимость и повышают эффективность работы предприятия. С 2003 года технологические инвестиции в добычу нефти и газа превысили 7 миллиардов \$. При этом нефтегазовая отрасль начинает охватывать новые технологии из смежных отраслей. Одними из этих технологий является и применение искусственного интеллекта для оптимизации производственных процессов и анализа большого количества данных. Большие данные это неотъемлемая часть нефтегазовой отрасли. Несмотря на сокращение добычи нефти и газа, существующая разработка месторождений и будущие операции потребуют, на наш взгляд, большей эффективности и производительности [6]. Благодаря анализу основных данных, которые участвуют

в бизнес-решениях, нефтегазовые компании смогут сэкономить на затратах и времени планирования.

И если новые технологии будут внедряться компаниями в добычи нефти и газа, это позволит компаниям в экономии своих затрат. Например, при строительстве буровой установки, достигающую сотен миллионов \$, даже сокращение времени планирования на 5% может оказать значительное положительное влияние прибыль компании.

Итак, в разговорах о возможностях применения цифровых технологий в промышленности речь, как правило, заходит в первую очередь об оптимизационных эффектах от внедрения инновационных решений в операционную деятельность. К сегменту разведки и добычи этот подход, конечно, тоже применим, однако стадия эксплуатации месторождения- важный, самый длительный, но изначально не определяющий этап жизни актива. Неверные решения, принятые на ранних стадиях инвестиционного цикла — в ходе разведки месторождения, формирования проекта разработки, практически невозможно компенсировать на более поздних, а если и возможно, то цена таких корректировок, как правило, оказывается непомерно высокой. Первые ответы на ключевые вопросы дают геологи, задача которых — собрать по крупицам максимальное количество существующих данных о месторождении, проанализировать, найти взаимосвязи между ними и составить из этого картину строения недр. Сейчас на проведение оценки геологических объектов и получение ответа на главный вопрос: возможно ли организовать рентабельную добычу, уходит от года до двух лет. Но, даже потратив такое количество времени, эксперты, как правило, не оценивают вероятность успеха выше, чем в 60%. Учитывая, что более 70% времени исследований тратится на предварительную обработку данных, то есть, по большей части, на рутинные операции, было предположено, хотя бы частично, решение задачи передать искусственному интеллекту[7].

Так, например, в 2018 году, нефтяная компания «Нефтиса» (входит в промышленно-финансовую группу «Сафмар» Михаила Гуцериева) начала пилотный проект по применению искусственного интеллекта для разработки месторождений. В рамках пилотного проекта компания «КанБайкал», дочернее общество «Нефтисы», совместно с сотрудниками Тюменского института нефти и газа приступила к внедрению программного комплекса «Атлас-Управление заводнением», предназначенного для решения задач оптимизации процесса закачки воды в пласт с целью увеличения добычи нефти и снижения эксплуатационных затрат. По прогнозам специалистов, внедрение технологии позволит получить прирост к базовой добыче нефти в 10-15% и снижению операционной себестоимости на 10%. Добавим, что инновационный прорыв в области оптимизации себестоимости извлечения нефти за последние годы стал возможным благодаря применению цифровых и интеллектуальных технологий для разработки месторождений, в основе которых лежит использование методов искусственного интеллекта. Искусственные нейронные сети – это вычислительная система с огромным количеством параллельно функционирующих простых процессоров с множеством связей. Способность обработки большого объёма данных, работа с нелинейными взаимосвязями и изменяющимися условиями – это далеко не весь список преимуществ нейронных сетей. Использование искусственных нейронных сетей также позволяет снижать вероятности ошибок из-за «человеческого фактора» при принятии управленческих решений. География деятельности компании «Нефтиса» охватывает семь крупных регионов России, в том числе Тюменскую, Новосибирскую и Самарскую области, Ханты-Мансийский автономный округ, Республику Коми, Удмуртию, Пермский край. Компания осуществляет геолого-разведочные работы и добычу нефти на 108 лицензионных участках. Фонд действующих эксплуатационных скважин - 2,5 тыс. [5]

Что касается проектной организации АО «Гипрвостокнефть», то согласованная работа команды данной организации над инновационными

проектами в едином информационном пространстве, подкрепленная организационно-регламентирующей документацией и современными программно-техническими решениями, это основа эффективного и качественного управления проектами. В целях оптимизации затрат при осложнениях и авариях в процессе бурения, проектной организацией АО «Гипровостокнефть» предложен проект «Интеграция методов искусственного интеллекта в бурение». Действительно, разработка современных месторождений - это высокотехнологичное бурение. Сложность решаемых задач такая: основываясь на геологической модели, на глубине в несколько километров необходимо попасть в пласт толщиной 2–3 м и километр вести по нему скважину, оперативно реагируя на изменения конфигурации продуктивного горизонта, которые отслеживаются с помощью датчиков, установленных на буровом инструменте. С оперативностью реакции как раз и проблема. Дело в том, что датчики, передающие информацию об условиях бурения, установить на долото невозможно — они расположены в 17 м от него, а значит, специалисты, контролирующие ситуацию, получают информацию о том, что скважина вышла из продуктивного горизонта, с задержкой в 20–30 минут. При трехметровой толщине пласта за это время траектория бурения с ним может разойтись на очень значительное расстояние. Ликвидировать эту 17-метровую слепую зону — одна из основных задач проекта. Решение проблемы — в построении обучаемой математической модели, которая по таким параметрам, как нагрузка на буровом инструменте, сопротивление, температура, вибрация, скорость проходки, будет делать вывод об изменениях условий в самой дальней точке скважины в режиме реального времени. В АО «Гипровостокнефть», специалисты смогут оперативно скорректировать траекторию бурения и уточнить геологическую модель месторождения, параллельно сформировав дополнительный пакет данных для дальнейшего обучения «цифрового бура». Ликвидация зоны невидимости — не единственная сфера применения математической модели бурения. Технологам она позволит по косвенным данным превентивно прогнозировать возможные

нештатные ситуации, определять оптимальные режимы работы оборудования. За счет дальнейшего обучения и усложнения в будущем модель сможет определять в реальном времени продуктивность пласта, выдавать рекомендации о наиболее оптимальной траектории строительства скважины и даже оценивать экономическую эффективность разбуривания конкретного горизонта.

### Список используемых источников:

1. Ерыгина Л.В., Позднякова А.Л., Федоренко И.В. Информационно-аналитическое обеспечение деятельности малых инновационных предприятий // Аудитор. 2016. № 12.
2. Ключкова Е.Н. Кузнецов В.И. Развитие инноваций в современном информационном обществе. — Научно-аналитический журнал «Инновации и инвестиции», 2016, № 4.
3. Коммерческая оценка инвестиций: учебное пособие / В.Е. Есипов, Г.А. Маховикова, Т.Г. Касьяненко и др.; под общ. ред. д. э. н. В.Е. Есипова. М.: КНОРУС, 2017.
4. Мошкова Д.М. Финансово-правовое регулирование инновационной деятельности в сфере образования и науки // Финансовое право. 2017. № 1.
5. «Нефтиса» начала применять искусственный интеллект для разработки месторождений// RAMBLER NEWS SERVICE 27 апреля 2018— URL <https://news.rambler.ru/business/39732126-neftisa-nachala-primenyat-iskusstvennyu-intellekt-dlya-razrabotki-mestorozhdeniy/> (дата обращения: 12.06.2018).
6. Смородова О. В. Основные элементы инновационной деятельности современной организации [Текст] // Инновационная экономика: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2015 г.). — Казань: Бук, 2015.
7. Сборник XXI Губкинские чтения «Фундаментальный базис и инновационные технологии поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа». М., 2016. — URL [http://www.up-pro.ru/library/information\\_systems/production/ii-mestorojdeniya.html](http://www.up-pro.ru/library/information_systems/production/ii-mestorojdeniya.html)(дата обращения: 14.06.2018).
8. Сайт ОАО «Гипрвостокнефть» — URL <http://www.gipvn.ru/> (дата обращения: 12.06.2018).