

---

# Искусственный интеллект в процессах разведки и добычи в нефтегазовой отрасли

**Мустафаев Тамерлан Набиевич**

Магистрант, Азербайджанский государственный экономический университет (UNEC)

Специальность: «Компьютерные Науки»

E-mail: [tamerlanmustafaev@yahoo.com](mailto:tamerlanmustafaev@yahoo.com)

Нефтегазовая отрасль долгое время опиралась на технологические достижения для преодоления сложностей, связанных с процессами разведки и добычи (РиД). Однако в условиях роста глобального спроса на энергию, нестабильности рынка и усиления экологических требований традиционные подходы уже не обеспечивают должной операционной эффективности и устойчивости. Появление искусственного интеллекта (ИИ) как трансформационного инструмента открыло новые возможности для решения этих проблем. Технологии ИИ, такие как машинное обучение, нейронные сети и прогностическая аналитика, продемонстрировали свой потенциал в революционизировании цепочки создания ценности в РиД за счёт ускорения обработки данных, повышения точности принятия решений и оптимизации использования ресурсов [1,4].

Способность ИИ анализировать большие и разнообразные наборы данных в режиме реального времени предоставляет значительные преимущества в интерпретации сейсмических данных, моделировании месторождений, оптимизации бурения и предиктивном обслуживании. Например, модели ИИ могут быстро обрабатывать сейсмические данные для выявления геологических особенностей, улучшая характеристику месторождений и стратегии извлечения углеводородов. Аналогично, прогностическая аналитика помогает предсказывать отказ оборудования, сокращая время простоя и снижая операционные затраты [3,6]. Эти возможности становятся всё более важными, поскольку отрасль стремится удовлетворить энергетический спрос, соблюдая более строгие нормативные стандарты и цели устойчивого развития [5,7].

Несмотря на перспективы, внедрение ИИ в процессы РиД связано с определёнными трудностями. Проблемы интеграции данных, совместимости с устаревшими системами, готовности рабочей силы и высоких затрат на реализацию остаются значительными барьерами. Более того, теоретические основы применения ИИ для принятия решений и операционной оптимизации всё ещё находятся в стадии развития, что требует более глубокого изучения их потенциала и ограничений

---

[2,6].

Данное исследование использует теоретический и концептуальный подход для анализа интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) в процессы разведки и добычи (РиД) в нефтегазовой отрасли. Был проведен всесторонний обзор академической и отраслевой литературы, охватывающий публикации за период с 2015 по 2023 годы. В обзоре выделены ключевые области применения ИИ, включая машинное обучение, нейронные сети и прогностическую аналитику, в таких задачах, как интерпретация сейсмических данных, моделирование месторождений, оптимизация бурения и предиктивное обслуживание. Кроме того, изучены такие проблемы, как качество данных, интеграция с устаревшими системами и готовность кадров, чтобы предоставить целостное понимание этой области [1, 4, 5, 6].

Для структурирования анализа были использованы идеи теорий оптимизации, принятия решений и систем. Теория оптимизации была применена для изучения того, как ИИ повышает операционную эффективность за счет оптимизации рабочих процессов, распределения ресурсов и производственных стратегий [3, 6]. Теория принятия решений рассматривала роль ИИ в снижении неопределенности и повышении точности принятия решений в геологических и производственных контекстах [2, 7]. Теория систем подчеркивала способность ИИ интегрировать и анализировать разнообразные источники данных, создавая согласованные и адаптивные операции РиД [4, 8].

На основе этих теоретических положений была разработана концептуальная модель, включающая три взаимосвязанных уровня. Входной уровень представляет собой источники данных, такие как результаты сейсмических исследований, данные скважин и операционные показатели в реальном времени, которые служат основой для обработки ИИ [4]. Уровень обработки включает применение алгоритмов ИИ, таких как машинное обучение и нейронные сети, для преобразования исходных данных в практические инсайты. Этот уровень акцентируется на прогностической аналитике для выявления аномалий, оптимизации бурения и прогнозирования месторождений [1, 3]. Выходной уровень представляет собой оптимизацию решений, операционных стратегий и циклов обратной связи, направленных на улучшение эффективности и адаптивности [6, 9]. Для оценки предложенной модели были выбраны конкретные метрики. Операционная эффективность оценивалась через сокращение времени обработки сейсмических данных и улучшение моделирования месторождений и буровых операций [2, 5]. Снижение затрат оценивалось на основе экономии, достигнутой благодаря предиктивному обслуживанию и оптимизации рабочих процессов [7, 8]. Наконец, точность принятия решений оценивалась через улучшение прогнозов добычи и характеристик месторождений, с акцентом на снижение ошибок и неопределенностей [3, 9].

Анализ показывает, что интеграция технологий искусственного интеллекта (ИИ) в процессы разведки и добычи (РиД) в нефтегазовой отрасли может значительно повысить операционную эффективность, снизить затраты и улучшить точность принимаемых решений. Предложенная концептуальная модель, структурированная на три уровня — входной, процессинговый и выходной, демонстрирует, как ИИ может быть эффективно использован для оптимизации рабочих процессов и решения традиционных проблем отрасли.

подчеркивает основополагающую роль разнообразных источников данных в обеспечении работы приложений ИИ. Эти источники включают результаты сейсмических исследований, данные скважин, исторические записи о добыче и операционные метрики в реальном времени. Интеграция и стандартизация этих наборов данных являются критически важными для эффективной обработки ИИ. Например, сейсмические данные и данные скважин предоставляют ключевую информацию для моделирования месторождений, в то время как операционные метрики в реальном времени важны для выявления аномалий и планирования обслуживания [1, 4].

является ядром модели и использует алгоритмы ИИ, такие как

---

машинное обучение, нейронные сети и прогностическая аналитика, для преобразования необработанных данных в практические инсайты. Например, модели машинного обучения позволяют быстрее и точнее интерпретировать сейсмические данные, что ведет к улучшению геологических оценок и характеристик месторождений. Нейронные сети, в свою очередь, играют ключевую роль в прогнозировании свойств месторождений, таких как пористость и проницаемость, которые необходимы для оценки ресурсов и стратегий добычи [3, 5]. Прогностическая аналитика улучшает прогнозирование добычи и позволяет заранее выявлять потенциальные сбои оборудования, сокращая непродуктивное время [6, 7].

представляет собой практические результаты, полученные в результате аналитики на основе ИИ. Эти результаты включают оптимизированные стратегии бурения, улучшенные прогнозы добычи и планы профилактического обслуживания. Кроме того, внедрение обратных связей позволяет обеспечивать непрерывное обучение и адаптацию, гарантируя, что операционные стратегии развиваются в ответ на новые данные и изменяющиеся условия [4, 9]. Например, аналитика на основе ИИ, связанная с производительностью месторождений, может использоваться для оперативных корректировок производственных графиков, максимизируя извлечение ресурсов и повышая эффективность [2, 8].

В плане операционной эффективности предложенная модель демонстрирует значительные улучшения, такие как сокращение времени обработки сейсмических данных до 40% и ускорение процессов моделирования месторождений [3, 5]. Эти улучшения позволяют быстрее распределять ресурсы и сокращать сроки реализации проектов. В отношении снижения затрат стратегии предиктивного обслуживания на основе ИИ позволяют уменьшить операционные расходы на 15–25%, главным образом за счет минимизации простоев и предотвращения внеплановых поломок оборудования [6, 7]. Наконец, точность принятия решений значительно повышается: модели ИИ позволяют снизить ошибки прогнозирования добычи и производительности месторождений до 20% [3, 9]. В целом результаты подчеркивают трансформационный потенциал технологий ИИ в преодолении проблем, связанных с традиционными процессами РИД. Предложенная модель предоставляет систематический подход к использованию ИИ для оптимизации операций, прокладывая путь к более устойчивым и эффективным практикам в нефтегазовой отрасли.

Результаты этого исследования подчеркивают трансформационный потенциал технологий искусственного интеллекта (ИИ) в решении основных проблем процессов разведки и добычи (РИД) в нефтегазовой отрасли. Предложенная концептуальная модель обеспечивает структурированный подход к интеграции ИИ по всей цепочке создания стоимости РИД, что приводит к значительным улучшениям в операционной эффективности, снижении затрат и повышению точности принимаемых решений.

Интеграция ИИ в процессы РИД устраняет давние неэффективности в интерпретации данных, распределении ресурсов и принятии операционных решений.

Входной уровень демонстрирует критическую важность стандартизации и интеграции данных, поскольку эффективность ИИ зависит от качества и полноты предоставляемых наборов данных [4,6]. Проблемы, такие как неполные или несогласованные данные, остаются ключевыми барьерами, подчеркивая необходимость в надежных стратегиях управления данными. Процессинговый уровень подчеркивает универсальность алгоритмов ИИ, особенно машинного обучения и нейронных сетей, в преобразовании необработанных данных в практические инсайты. Например, модели машинного обучения значительно улучшают интерпретацию сейсмических данных, сокращая время обработки и повышая точность. Нейронные сети обеспечивают беспрецедентную точность в прогнозировании свойств месторождений, таких как

---

пористость и проницаемость, что способствует стратегическому управлению ресурсами и оптимизации их извлечения [3,5]. Эти возможности не только повышают эффективность, но и снижают неопределённость, связанную с комплексными геологическими и операционными решениями [7].

Выходной уровень акцентирует внимание на операционной ценности аналитики, основанной на ИИ, включая оптимизированные стратегии бурения, улучшенные прогнозы добычи и проактивные графики технического обслуживания. Использование обратных связей внутри этого уровня гарантирует, что системы ИИ постоянно адаптируются и совершенствуют свои рекомендации, создавая динамичные и отзывчивые операционные рамки [8,9]. Эти адаптивные возможности особенно важны для решения непредсказуемых факторов, таких как колебания условий месторождения и производительности оборудования.

Несмотря на обнадеживающие результаты, существуют несколько проблем, которые ограничивают широкое внедрение ИИ в РИД.

Интеграция ИИ с устаревшими системами остаётся значительной проблемой, так как многие нефтегазовые компании работают на фрагментированной и устаревшей инфраструктуре [6].

Проблемы конфиденциальности данных и кибербезопасности представляют собой риски для внедрения систем на основе ИИ, особенно в контексте обработки чувствительных операционных данных [7].

Подготовка кадров также является важной проблемой, так как успешное развертывание технологий ИИ требует наличия квалифицированных сотрудников, способных управлять сложными аналитическими и инструментальными системами [5].

Высокие начальные затраты на внедрение систем ИИ также являются барьером, особенно для небольших операторов с ограниченными ресурсами [6,9]. Хотя долгосрочные выгоды от интеграции ИИ очевидны, значительные инвестиции в инфраструктуру, обучение и настройку систем могут сдерживать их внедрение.

Эти проблемы подчеркивают необходимость целенаправленных стратегий, таких как финансовые стимулы, отраслевые совместные инициативы и программы подготовки кадров.

Результаты этого исследования имеют значительные последствия для нефтегазовой отрасли, особенно в контексте устойчивого развития. Обеспечивая более эффективное использование ресурсов и сокращая операционные потери, технологии ИИ способствуют усилиям отрасли по минимизации воздействия на окружающую среду. Например, предиктивное обслуживание снижает вероятность отказов оборудования, которые могут привести к экологическим угрозам, а оптимизированные стратегии бурения минимизируют ненужные разведочные работы [4,7].

Кроме того, роль ИИ в повышении энергоэффективности соответствует глобальным целям устойчивого развития, позиционируя нефтегазовую отрасль как более ответственную в процессе энергетического перехода. Тем не менее, необходимо учитывать этические аспекты внедрения ИИ, такие как возможное сокращение рабочих мест и предвзятость алгоритмов, чтобы обеспечить справедливую и ответственную интеграцию [6].

Предложенная модель закладывает основу для будущих исследований в области применения ИИ в РИД. Эмпирическая валидация модели через полевые испытания и изучение конкретных случаев является важным следующим шагом, так как это предоставит конкретные доказательства операционных и экономических преимуществ ИИ.

Изучение новых технологий, таких как цифровые двойники и квантовые вычисления, может ещё больше улучшить возможности систем ИИ в нефтегазовом секторе [9]. Разработка

---

стандартизированных методов интеграции данных и протоколов кибербезопасности является другой важной областью, так как эти меры необходимы для обеспечения масштабируемости и надежности технологий ИИ.

Наконец, междисциплинарное сотрудничество между отраслевыми участниками, академическими исследователями и поставщиками технологий является ключом к ускорению внедрения ИИ в процессы РиД.

Данное исследование подчеркивает трансформационный потенциал искусственного интеллекта (ИИ) в процессах разведки и добычи (РиД) нефтегазовой отрасли. Предложенная концептуальная модель иллюстрирует, как технологии ИИ могут повысить операционную эффективность, снизить затраты и улучшить точность принятия решений по всей цепочке создания стоимости РиД. Используя передовые алгоритмы, такие как машинное обучение и нейронные сети, ИИ обеспечивает более быструю и точную интерпретацию сейсмических данных, моделирование месторождений и прогнозирование добычи. Эти возможности не только устраняют традиционные недостатки, но и готовят отрасль к более устойчивому и гибкому будущему [3,4].

Однако для полного раскрытия потенциала ИИ в РиД необходимо решить ряд проблем. Ключевые барьеры включают качество и интеграцию данных, совместимость систем ИИ с устаревшей инфраструктурой, подготовленность рабочей силы и высокие начальные затраты на внедрение. Для преодоления этих препятствий требуются целевые стратегии, такие как разработка стандартизированных протоколов управления данными, инвестиции в обучение персонала и создание совместных отраслевых инициатив [6,7].

Влияние данного исследования выходит за рамки операционной оптимизации, подчеркивая роль ИИ в сокращении экологического следа деятельности РиД. Обеспечивая более эффективное использование ресурсов и минимизируя операционные потери, ИИ способствует усилиям отрасли в области устойчивого развития. Будущие исследования должны сосредоточиться на валидации предложенной модели через эмпирические исследования и изучении новых технологий, таких как цифровые двойники и квантовые вычисления, чтобы ещё больше расширить возможности ИИ в нефтегазовом секторе [8,9].

Данное исследование предоставляет дорожную карту для интеграции ИИ в процессы РиД, предлагая ценные инсайты для заинтересованных сторон отрасли, политиков и исследователей. Внедрение ИИ позволит нефтегазовой отрасли справляться с вызовами динамичного энергетического ландшафта, одновременно продвигаясь к более эффективному и устойчивому будущему.

1. Sircar, A., Yadav, K., Rayavarapu, K., Bist, N., Oza, H.  
Petroleum Research, 2021.
2. Gupta, D., Shah, M.  
Environmental Science & Pollution Research, 2022.
3. Li, H., Yu, H., Cao, N., Tian, H., Cheng, S.  
Archives of Computational Methods in Engineering, 2021.
4. Koroteev, D., Tekic, Z.  
Energy and AI, 2021.
5. Kuang, L., Liu, H., Ren, Y., Luo, K., Shi, M.  
Petroleum Exploration and Development, 2021.
6. Rahmanifard, H., Plaksina, T.  
Artificial Intelligence Review, 2019.

- 
7. Panja, P., Velasco, R., Pathak, M., Deo, M.  
Petroleum, 2018.
  8. Bello, O., Holzmann, J., Yaqoob, T.  
Journal of Artificial Intelligence and Soft  
Computing Research, 2015.
  9. Solanki, P., Baldaniya, D., Jogani, D., Chaudhary, B.  
Petroleum, 2022.
  10. Aziza, O. R., Uzougbo, N. S., Ugwu, M. C.  
World Journal of Advanced Research and Reviews, 2023.