

УДК 004.896

**Шыхалиев Р.Г.**Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан  
[ramiz@science.az](mailto:ramiz@science.az)**О ПЕРСПЕКТИВАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*В статье рассматриваются вопросы применения интеллектуальных технологий на нефтегазовых месторождениях для решения различных задач. К ним относятся: интеллектуализация анализа собранных с нефтегазовых месторождений больших объемов данных; интеллектуализация процесса бурения; прогноз запаса и оптимизация добычи нефти и газа; оптимизация размещения и менеджмента нефтегазовых месторождений и т.д. При этом интеллектуализация нефтегазовых месторождений невозможна без применения информационных технологий. Интеллектуализация нефтегазовых месторождений приводит к повышению эффективности дистанционного контроля и управления добычей нефти и газа, большей точности геофизических исследований, безопасности, а также сокращению структурных затрат и сохранению конкурентоспособности нефтедобывающих компаний.*

**Ключевые слова:** *нефтегазовые месторождения, искусственный интеллект, интеллектуальные технологии, информационные технологии, разведка и эксплуатация нефтегазовых месторождений, прогноз запаса и оптимизация добычи нефти и газа, интеллектуализация процесса бурения.*

**Введение**

Сегодня информационные технологии (ИТ) широко используются в различных отраслях промышленности. Нефтегазовая промышленность является одной из таких отраслей, характеризующейся наиболее интенсивным применением ИТ. Применение ИТ позволяет интеллектуализировать нефтегазовые месторождения, что приводит к повышению эффективности дистанционного контроля и управления добычей нефти и газа, точности геофизических исследований, безопасности и т.д. Интеллектуализация играет также важную роль в сокращении структурных затрат и обеспечении конкурентоспособности нефтедобывающих компаний, и поэтому интеллектуализация нефтегазовых месторождений привлекла внимание крупных нефтяных компаний, таких как British Petroleum, Shell, Chevron, и т.д. [1].

Интеллектуальное месторождение – это система автоматического управления операциями по добыче нефти и газа, предусматривающая непрерывную оптимизацию интегральной модели месторождения и модели управления добычей [2]. Термин «интеллектуальное месторождение» описывает метод, который позволяет добиться максимальной суммарной добычи в течение всего срока эксплуатации месторождения путем непрерывной оптимизации работы всех его компонентов: скважин, пластов, трубопроводов и различных промысловых объектов [3].

Имеются некоторые основные факторы, которые обуславливают интеллектуализацию нефтегазовых месторождений. Во-первых, это увеличение в мире спроса на нефть и газ, несмотря на разработку альтернативных энергоносителей. Во-вторых, развитие ИТ, например сетевых технологий, таких как облачные вычисления, которые позволяют обрабатывать, хранить и передавать большой объем данных. Облачные вычисления используются в различных промышленных областях, в том числе нефтегазовой отрасли [4, 5]. В-третьих, необходимость снижения до минимума доли ручного труда, то есть внедрение автоматизированных систем, может привести к минимизации влияния нехватки квалифицированной рабочей силы. В-четвертых, необходимость автоматизации

мониторинга новых, отдаленных и географически сложных районов для поиска новых запасов нефти и газа. Наконец фактор безопасности, который связан с тем, что интеллектуализация нефтегазовых месторождений на основе ИТ может привести к минимуму рисков, связанных с безопасностью месторождений. Однако при этом могут появляться риски, связанные с кибербезопасностью, то есть возможны угрозы и уязвимости, связанные с кибербезопасностью, что является отдельной областью исследования.

Сегодня интеллектуализация нефтегазовых месторождений развивается очень быстрыми темпами. В отчете Digital Oilfield Market by Solutions (Hardware, Software & Service, and Data Storage Solutions), Processes (Reservoir, Production, Drilling Optimizations), Application (Onshore and Offshore), and Region - Global Forecast to 2022 имеется прогноз, что к 2022 году глобальный рынок интеллектуальных нефтегазовых месторождений может вырасти до \$27.10 млрд [6].

Из-за явного преимущества интеллектуализации нефтегазовых месторождений крупные компании перенесли свои исследования в эту область. В литературе описаны различные подходы к интеллектуализации нефтегазовых месторождений, основанные на методах софт-компьютинга и искусственного интеллекта (нейронные сети, нечеткая логика и эволюционные вычисления) [7]. Большую роль в интеллектуализации нефтегазовых месторождений эти подходы сыграли в последние годы.

Целью статьи является анализ проблем, методов, а также перспектив интеллектуализации нефтегазовых месторождений.

### **Основные проблемы интеллектуализации нефтегазовых месторождений**

При разведке и эксплуатации нефтегазовых месторождений появляется множество сложных технических задач [7]. Эти задачи связаны с точным определением структуры почвы, глубинными исследованиями, созданием точной картины бурения скважин (визуализация), обнаружением неисправностей и определением их типов, прогнозированием и оценкой избыточного давления, экологией и т.д. Создание интеллектуальных нефтегазовых месторождений позволит решить эти и другие задачи.

Интеллектуальные нефтегазовые месторождения включают в себя инфраструктуры, телекоммуникации, данные отчетности и мониторинга, обмен знаниями и информацией в реальном времени. Эти инфраструктуры позволяют специалистам принимать обоснованные решения и предпринимать соответствующие действия по управлению нефтегазовыми месторождениями.

Несмотря на эффективность существующих подходов к интеллектуализации нефтегазовых месторождений, имеются некоторые проблемы, связанные с анализом большого объема данных, непрерывно поступающих с нефтегазовых месторождений, коммуникаций в режиме реального времени, кибербезопасностью и т.д.

Проблемы анализа данных связаны с тем, что с нефтегазовых месторождений непрерывно поступает огромное количество данных, которых необходимо в режиме реального времени обработать, чтобы оперативно извлечь полезную информацию – знания. Наличие этих знаний помогает принимать критически важные решения по управлению нефтегазовыми месторождениями. Однако извлечение полезной информации из этих данных является довольно сложной и трудоемкой задачей, что усложняет процесс принятия решений. Поэтому необходимо использовать новые интеллектуальные технологии анализа данных, которые позволят эффективно и быстро анализировать большие объемы данных, что может привести к сокращению времени принятия решений и повышению их качества.

Проблемы с коммуникациями в режиме реального времени связаны с тем, что интеллектуализация и интеграция телекоммуникационных сетей, а также передача большого объема данных по беспроводным сетям являются сложными задачами. Для

интеллектуализации нефтегазовых месторождений компания IBM предлагает применять концепции интеграции веб-сервисов и связывать их с поддерживающей и интегрированной сервисориентированной ИТ-инфраструктурой [8, 9].

Кибербезопасность при интеллектуализации нефтегазовых месторождений связана с возможными угрозами информационной безопасности и уязвимостью ИТ-инфраструктуры [10, 11].

### **Методы, используемые для интеллектуализации нефтегазовых месторождений**

При интеллектуализации нефтегазовых месторождений для решения самых разнообразных задач используются различные методы искусственного интеллекта [12–14]. К этим задачам относятся интеллектуализация анализа собранных с нефтегазовых месторождений больших объемов данных, интеллектуализация процесса бурения, прогноз запаса и оптимизация добычи нефти и газа, оптимизация размещения и менеджмента нефтегазовых месторождений и т.д. Для решения этих и других задач широко используются искусственные нейронные сети [15–19], нечеткая логика [20–24], экспертные системы [25–28], методы машинного обучения [29], интеллектуальные агенты [30, 31], генетические алгоритмы [32–35], методы добычи данных [36, 37], решения на основе сравнения с эталонными ситуациями (case-based reasoning – CBR) [38–40] и т.д.

Каждый из этих методов позволяет создавать гибридные системы с дополнительными методами анализа и поиска, использующие знания об области исследования, а также эмпирические данные для решения сложных задач. Гибридные системы включают в себя нечеткую логику, искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы, экспертные системы и являются эффективными при решении множества реальных проблем из разных областей.

Искусственный интеллект (ИИ), также известный как вычислительный интеллект, предполагает применение определенных областей науки и техники для создания интеллектуальных машин. Характерными особенностями ИИ являются: способность обучения на примерах, устойчивость к шумам и нехватка данных, способность решать нелинейные задачи, прогнозирование и обобщение и т.д.

С применением ИИ в нефтегазовой промышленности решаются многие проблемы, которые включают в себя создание сейсмической модели пласта, определение характеристик проницаемости и прогноз пористости пласта, определение характеристик давление-объем-температура (pressure-volume-temperature – PVT) скважин, диагностику буровых, оптимизацию добычи и эффективности скважин, принятие управленческих решений и т.д. ИИ играет значительную роль в разведке и добыче нефти и газа, а также в управлении нефтегазовыми месторождениями. При бурении ИИ обеспечивает гибкость выбора режима бурения, мониторинга, прогнозирования и оптимизации, что повышает эффективность нефтедобычи.

Искусственные нейронные сети (ИНС) являются наиболее широко используемой и быстро развивающейся областью ИИ и представляют собой гибкую математическую структуру, способную описывать сложную нелинейную зависимость между наборами входных и выходных данных.

Архитектура моделей ИНС основана на биологической нервной системе и состоит из множества элементов обработки, называемых нейронами и работающих параллельно. Каждый нейрон связан с другими нейронами, и эти связи имеют определенные веса, которые представляют собой информацию, используемую сетью для решения конкретной задачи. ИНС обладают способностью имитировать человеческие свойства решения проблем, которые сложно имитировать с использованием логических, аналитических методов экспертных систем. С помощью ИНС можно моделировать процессы управления, мониторинга состояния, контроля датчиков, диагностики неисправностей различных

систем и т.д. Одним из главных преимуществ ИНС по сравнению с другими методами моделирования является способность обучения и моделирования сложных нелинейных процессов. ИНС обучаются на основании данных, полученных из системы, и могут решать задачи оптимизации, распознавания образов, кластеризации, аппроксимации функций, анализа временных рядов, прогнозирования и т.д.

Существуют различные парадигмы, которые используются для обучения ИНС – без учителя (англ. *unsupervised*) и с учителем (англ. *supervised*). Каждая из этих парадигм соответствует конкретной абстрактной задаче обучения.

Сегодня ИНС широко применяются для решения многих проблем в нефтяной промышленности. Например, ИНС используются для прогнозирования запасов нефти [17] и газа и оптимизации добычи нефти и газа на месторождениях [18], при симуляции процессов бурения и добычи нефти и газа [19] и т.д.

Нечеткая логика (*fuzzy logic*) была предложена Лютфи А. Заде в 1965 году, и основная идея заключается в том, что она основывается на понятии нечеткого множества, имеющего функцию принадлежности элементов к множеству, принимающему любые значения в интервале  $[0, 1]$ . В результате, в отличие от классической логики, вводятся различные логические операции над нечеткими множествами и формулируется понятие «лингвистическая переменная», в качестве значений которой выступают нечеткие множества.

Нечеткая логика используется в тех областях, которые связаны с технологией добычи нефти и газа. К этим областям относятся физика пласта [20, 21], определения запаса нефти и газа [22], повышение добычи нефти и газа [23], процесс принятия решений [26] и т.д.

Экспертные системы являются инструментами ИИ, которые хранят и используют знания экспертов, а также методы и правила для принятия решений. Экспертную систему можно определить как интерактивный компьютерный инструмент принятия решений, который имитирует мыслительный процесс специалиста-человека для решения сложных проблем в определенной области. Необходимость использования экспертных систем связана с ограничениями в экспертизе, рабочей памяти, отсутствием возможности для достаточного анализа значимых данных и т.д.

В области нефтегазовой промышленности экспертные системы могут быть использованы для решения самых разных задач, начиная от менеджмента нефтегазовых месторождений [25] и заканчивая анализом данных, полученных с нефтегазовых месторождений [27], и т.д.

Интеллектуальный агент представляет собой вычислительную систему, которая, находясь в динамической среде, способна осуществлять автономное и интеллектуальное поведение. При этом в этой среде могут находиться другие интеллектуальные агенты, и сообщество взаимодействующих интеллектуальных агентов в целом функционирует как многозадачная система. При этом интеллектуальные агенты адаптируются к изменениям среды, в которой они находятся.

Использование различных интеллектуальных агентов для комплексного моделирования запасов на нефтяных месторождениях снижает информационную нагрузку на человека – оператора и обеспечивает полезную платформу, которая объединяет модели имитации и экономические модели для достижения общего решения по запасам и поддержки сотрудников для быстрого и точного анализа [30].

Генетический алгоритм является одним из методов ИИ, который используется для моделирования и оптимизации процессов на основе принципов естественной эволюции и естественного отбора. Для решения оптимизационных задач применяются такие методы, как наследование, мутации, отбор и кроссинговер. При этом основной особенностью генетического алгоритма является то, что используется оператор «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли

скрещивания в живой природе. Этот метод кодирует возможное решение конкретной задачи на простой хромосомной структуре данных.

Диапазон проблем, к которым применяются генетические алгоритмы, довольно широкий. Они являются хорошим инструментом для интеллектуальной автоматизации и оптимизации в реальном времени всего процесса добычи нефти и газа. Генетические алгоритмы также используются в сочетании с другими интеллектуальными технологиями, такими, как нейронные сети, экспертные системы и решения на основе сравнения с эталонными ситуациями (CBR).

Одна из важных задач, которые необходимо решить при разработке нефтяных месторождений, заключается в увеличении их нефтеотдачи. Обычно для достижения этого необходимо настроить множество параметров скважин, например, давление в нижней части забоя в каждой скважине, расход воды при нагнетании в скважины и т.д. Однако одной из самых больших проблем при настройке параметров является наличие большого количества параметров, которые могут вызвать огромные трудности при определении оптимальной настройки. Поэтому для анализа большого количества параметров или данных требуются специальные инструменты, и методы добычи данных (data mining) являются одними из самых популярных инструментов решения этой задачи. В литературе имеется много работ, посвященных исследованию нефтегазодобычи с использованием методов добычи данных [36, 37].

Решения на основе сравнения с эталонными ситуациями (case-based reasoning – CBR) являются одним из методов ИИ. CBR решает проблемы путем повторного использования прошлого опыта, то есть на основании одной или нескольких аналогичных ранее решенных проблем, называемых случаями. CBR можно использовать самостоятельно или интегрировать с другими методами принятия решений, чтобы достичь более верных результатов, компенсируя недостатки одних подходов за счет использования преимуществ других. CBR позволяет использовать специфические знания о ранее известных конкретных проблемных случаях, поэтому система CBR требует наличия достаточно обширной базы случаев. Для решения некоей проблемы система начинает поиск с описания проблемы и когда находится наилучший соответствующий предыдущий случай, поиск заканчивается. Новая проблема решается путем определения аналогичной прошлой ситуации и повторного использования ее в новой проблемной ситуации, а иногда модификация решения проблемы выполняется таким образом, чтобы адаптировать предыдущее решение к нынешнему случаю.

CBR используется для снижения эксплуатационных расходов при бурении нефтяных скважин за счет использования предыдущего опыта, накопленного при бурении ранее пробуренных скважин либо скважин, которые в настоящее время пробурены. С использованием CBR может быть достигнута оптимизация процессов бурения нефтяных скважин [40]. Вместе с тем CBR может использоваться для решения проблем эксплуатации нефтегазовых месторождений, которые требуют должного описания проблемных ситуаций.

В работах [41–43] рассматриваются вопросы построения архитектуры, стратегии и принятия решений нефтегазовой промышленности с использованием Big Data технологий. Big Data технологии предоставляют важные подходы и инструменты для создания систем управления данными для нефтегазовой промышленности.

### **Перспективы интеллектуализации нефтегазовых месторождений**

Из-за высокого инновационного потенциала интеллектуальных технологий существенно изменились система управления нефтегазовыми месторождениями, а также их информационно-коммуникационная инфраструктура. Это в свою очередь привело к тому, что изменились парадигмы разработки нефтегазовых месторождений. Современные информационно-коммуникационные технологии позволяют в режиме реального времени

осуществлять мониторинг и контроль за нефтегазовыми месторождениями дистанционно и обеспечивают возможность реагирования на изменения, происходящие в них. В работе [44] для решения задачи мониторинга интеллектуальных нефтегазовых месторождений была использована технология интернет-вещей (Internet of things – IoT). В ближайшем будущем появятся месторождения, которые контролируют себя сами и управляются виртуальными группами экспертов, находящимися в разных странах мира [2].

В работе [45] к основным тенденциям разработки интеллектуальных нефтегазовых месторождений авторы относят: создание интегрированной системы управления и принятия решений для нефтегазового месторождения в режиме реального времени; сбор, передачу, обработку геоданных с миллионов датчиков на основе единых стандартов и протоколов передачи данных; внедрение эколого-, энерго- и ресурсосберегающих технологий (транспорта, дорог, погоды, ресурсов – металла, воды, воздуха, почвы, реагентов, запасных частей, оборудования), освоение нефтегазовых месторождений в режиме реального времени; перевод управления освоением нефтяного месторождения в режим реального времени; переход к полностью автоматизированным и безлюдным технологиям на новых морских нефтегазовых месторождениях и т.д.

Развитие технологий интеллектуальных нефтегазовых месторождений позволяет добывающим компаниям продвигаться в удаленные районы и спускаться на более значительные морские глубины, а также под арктический лед.

### **Заключение**

В статье были раскрыты некоторые сложные задачи, сопутствующие разведке и эксплуатации нефтегазовых месторождений, которые необходимо решить. Однако решение этих задач традиционными способами является неэффективным, что приводит к снижению эффективности разработки нефтегазовых месторождений.

Одним из эффективных подходов к решению этой задачи является интеллектуализация нефтегазовых месторождений, и современный уровень развития информационных и интеллектуальных технологий позволяет довольно успешно решить ее.

Для интеллектуализации нефтегазовых месторождений используются самые различные интеллектуальные технологии, такие как искусственные нейронные сети, нечеткая логика, экспертные системы, методы машинного обучения, интеллектуальные агенты, генетические алгоритмы, методы data mining, решения на основе сравнения с эталонными ситуациями и т.д.

Использование интеллектуальных технологий в нефтегазовой промышленности привело к появлению новой парадигмы разработки нефтегазовых месторождений и позволяет решить такие задачи, как эффективный анализ больших объемов данных, собранных с нефтегазовых месторождений, интеллектуализация процесса бурения, прогноз запаса и оптимизация добычи нефти и газа, оптимизация размещения и менеджмента нефтегазовых месторождений и т.д.

### **Благодарность**

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Научного фонда SOCAR (Государственной Нефтяной Компании Азербайджанской Республики).

### **Литература**

1. Anthony E. P., et al., Value Generated Through Automated Workflows Using Digital Oilfield Concepts - Case Study / SPE Kuwait Oil and Gas Show and Conference, SPE-167327-MS. 2013.
2. Кочнев А.А. Концепция «интеллектуального» месторождения // Master`s Journal, 2015, №2, с.165–171.
3. <https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/10/083.pdf>

4. Zhu Z.-P., Pan R.-F., Chen Z., Li G.-Q., Zheng G.-S., Analysis on cloud data service platform for digital oilfields // *Journal of Digital Information Management*, 2016, vol.14, no.6, pp.413–422.
5. Alıquliyev R.M., İmamverdiyev Y.N., Abdullayeva F.C., Neft-qaz sənayesi üçün Big Data analitikanın Cloud Computing platformasında Analytics-As-A-Service kimi reallaşdırılma imkanlarının tədqiqi // *İnformasiya texnologiyaları problemləri*, 2016, №1, s.11–26.
6. [www.marketsandmarkets.com/PressReleases/digital-oilfield.asp](http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/digital-oilfield.asp)
7. Aminzadeh F., Applications of AI and soft computing for challenging problems in the oil industry // *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2005, vol.47, pp.5–14.
8. Making the Intelligent Oil Field a Reality:  
[www-03.ibm.com/industries/ca/en/portal/files/making\\_the\\_intelligent\\_oilfield\\_reality.pdf](http://www-03.ibm.com/industries/ca/en/portal/files/making_the_intelligent_oilfield_reality.pdf)
9. The intelligent oilfield: meeting the challenges of today's oil and gas exploration and production industry:  
[www-935.ibm.com/services/us/imc/pdf/ge510-3882-oil-gas-challenges.pdf](http://www-935.ibm.com/services/us/imc/pdf/ge510-3882-oil-gas-challenges.pdf)
10. Cyber security vulnerabilities for the oil and gas industry:  
[www.dnvgl.com/oilgas/download/lysne-committee-study.html](http://www.dnvgl.com/oilgas/download/lysne-committee-study.html)
11. The active cyber defense cycle: A strategy to ensure oil and gas infrastructure cyber security:  
[www.plantengineering.com/single-article/the-active-cyber-defense-cycle-a-strategy-to-ensure-oil-and-gas-infrastructure-cyber-security/8d7b2eaedb5c1875131c5e8a0e5efbad.html](http://www.plantengineering.com/single-article/the-active-cyber-defense-cycle-a-strategy-to-ensure-oil-and-gas-infrastructure-cyber-security/8d7b2eaedb5c1875131c5e8a0e5efbad.html)
12. Bello O., Holzmann J., Yaqoob T., Teodoriu C., Application of artificial intelligence methods in drilling system design and operations: a review of the state of the art // *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, 2015, vol.5, no.2, pp.121–139.
13. Elkatatny S., Application of Artificial Intelligence Techniques to Estimate the Static Poisson's Ratio Based on Wireline Log Data // *Journal of Energy Resources Technology*, 2018, vol.140, no.7, pp.
14. Srivastava A., Artificial Intelligence: The Future Of Oil And Gas, <http://www.digitalistmag.com/digital-supply-networks/2017/08/07/artificial-intelligence-future-of-oil-gas-05259467>
15. Handhel A. M., Prediction of reservoir permeability from wire logs data using artificial neural networks // *Iraqi Journal of Science*, 2009, vol.50, no.1, pp.67–74.
16. Romero-Salcedo M., Ramirez-Sabag J., Lopez H., Hernandez D.A., Ramirez R., Analysis of prediction of pressure data in oil wells using artificial neural networks / *Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA)*, 2010, pp.51–55.
17. Mohseni H., Esfandyari M., Asl E. H., Application of artificial neural networks for prediction of Sarvak Formation lithofacies based on well log data, Marun oil field, SW Iran // *Geopersia*, 2015, vol. 5, no.2, pp.111–123.
18. Ghazwan J., Application of neural network to optimize oil field production // *Asian Transactions on Engineering*, 2012, vol.2, no.3, pp.10–23.
19. Bello O., Teodoriu C., Yaqoob T. Obinwanne A., et al., Application of Artificial Intelligence Techniques in Drilling System Design and Operations: A State of the Art Review and Future Research Pathways // *SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition*, 2016.
20. Kadkhodaie Ilkhchi A., A fuzzy logic approach to estimating hydraulic flow units from well log data: a case study from the ahwaz oilfield, south Iran // *Journal of Petroleum Geology*, 2009, vol.32, no.1, pp.67–78.
21. Atiaa A. M., Handhel A. M., A fuzzy logic approach to infer reservoir permeability from depth and porosity measurements for Mishrif limestone Formation at Nasyria Oil Field, south of Iraq // *Journal of Al-Anbar university for pure science*, 2009, vol.3, no.1, pp.98-106.
22. Widarsono B., Atmoko H., et al., Application of Fuzzy Logic for Determining Production Allocation in Commingle Production Wells // *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition*, 2005.

23. Odedele T. O., Ibrahim H. D., Oil well performance diagnosis system using fuzzy logic inference models / Proceedings of the World Congress on Engineering, 2014, vol.1, pp.80–85.
24. Bermudez F., Carvajal G.A., Moricca G., Dhar J., Adam F. M., Al-Jasmi A., H.K. Goel H. Nasr, A Fuzzy Logic Application to Monitor and Predict Unexpected Behavior in Electric Submersible Pumps (Part of KwIDF Project), / SPE Intelligent Energy Conference & Exhibition, 2014, pages 13.
25. Jain R., Expert Systems: A Management Perspective / Vikalpa, 1989, vol.14, no.4, pp.17–28.
26. Zhong Y., Zhu M., Zhang Z., An Intelligent Prediction Model for Oilfield Production Based on Fuzzy Expert System // Fuzzy Engineering and Operations Research, 2012, pp.475–484.
27. Nanjun L., Wan D., Jie W., Xia X., Junhui L., Application of Rule Based Expert System to Sand Control in Oil Fields / Fifth International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, 2012, pp.110–113.
28. Ghallab S. A., Badr N., Hashem M., Salem A. B. and Tolba M. F., A Fuzzy Expert System For Petroleum Prediction / Recent Advances in Computer Science, 2013, pp.70–75.
29. [www.allerin.com/blog/how-machine-learning-is-revolutionizing-the-oil-and-gas-industry](http://www.allerin.com/blog/how-machine-learning-is-revolutionizing-the-oil-and-gas-industry)
30. Oliveira V. L. C., et al., A multi-agent system for oil field management / 11th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems The International Federation of Automatic Control, 2013, pp.35–40.
31. Matei N. M., Dobrescu S.-L., Ichim L., Popescu D., Pricop E., A Multi-Agent System for Management of Control Functions as Services in Onshore Oilfield / 9th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 2017.
32. Montes G., et al., The Use of Genetic Algorithms in Well Placement Optimization / SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, 2001.
33. Lazo Lazo J.G., Pacheco M., Vellasco M., Dias M., Real Option Decision Rules For Oil Field Development Under Market Uncertainty Using Genetic Algorithms And Monte Carlo Simulation / 7th Annual Real Options International Conference, 2003.
34. Lazo Lazo J.G., et al., Real Options and Genetic Algorithms to Approach of the Optimal Decision Rule for Oil Field Development Under Uncertainties // Theoretical Advances and Applications of Fuzzy Logic and Soft Computing, 2007, pp.445–454.
35. Ariadji T., Sukarno P., et al., Optimization of Vertical Well Placement for Oil Field Development Based on Basic Reservoir Rock Properties using a Genetic Algorithm // Journal of Engineering and Technological Sciences, 2012, vol.44, no.2, pp.106–127.
36. Abou-Sayed A., Data Mining Applications in the Oil and Gas Industry // Journal of Petroleum Technology, 2015, vol.64, no.10, pp.88–95.
37. Aulia A., Keat T. B., et al., Smart Oilfield Data Mining for Reservoir Analysis // International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS, 2010, vol.10, no.06, pp.78–88.
38. Kravis S., Irrgang R., A Case Based System for Oil and Gas Well Design with Risk Assessment // Applied Intelligence, 2005, vol.23, no.1, pp.39–53.
39. Jafar A., Analysing Complex Oil Well Problems through Case-Based Reasoning, Doctoral thesis, 2007.
40. Chang L., Yan T., et al., The Application of Based on Case-Based Reasoning for Drilling Parameter Optimization in HaiTa Oilfield // Advanced Materials Research, 2014, vol.936, pp.1560–1564.
41. Alıquliyev R. M., İmamverdiyev Y. N. Neft-qaz sənayesi üçün konseptual Big Data arxitekturası // İnformasiya texnologiyaları problemləri, 2017, №1, s.3–14.
42. Alıquliyev R. M., İmamverdiyev Y. N. Neft-qaz sənayesi üçün Big Data strategiyası: Ümumi istiqamətlər // İnformasiya texnologiyaları problemləri, 2017, №2, s.34–47.

43. Hacırahimova M.Ş. “Big Data” neft-qaz sənayesində qərar qəbul etmənin əsas komponenti kimi / “Big data: imkanları, multidissiplinar problemləri və perspektivləri” I respublika elmi-praktiki konfransı, Bakı, 2016, s.162–165.
44. Xiong C., Zhang X., Zhao R. et al., Internet of Things Remote Intelligent Monitor System of Oil & Gas Field / 2nd International Conference on Manufacturing Science and Information Engineering, 2017, pp.52–56.
45. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Тихомиров Л.И. Настоящее и будущее интеллектуальных месторождений // Нефть. Газ. Новации, 2015, №12, с. 44–49.

#### UOT 004.896

##### **Şıxəliyev Ramiz H.**

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

[ramiz@science.az](mailto:ramiz@science.az)

##### **İntellektual neft-qaz yataqlarının perspektivləri haqqında**

Məqələdə intellektual texnologiyaların neft-qaz yataqlarında bəzi məsələlərin həlli üçün tətbiqinə baxılır. Bu məsələlərə neft-qaz yataqlarından toplanmış böyük həcmdə verilənlərin analizinin intellektuallaşdırılması, qazma prosesinin intellektuallaşdırılması, neft və qaz ehtiyatlarının proqnozu və hasilinin optimallaşdırılması, neft-qaz yataqlarının yerləşməsinin və menecmentinin optimallaşdırılması və s. daxildir. Eyni zamanda, neft-qaz yataqlarının intellektuallaşdırılması informasiya texnologiyalarından istifadə etmədən mümkün deyildir. Neft-qaz yataqlarının intellektuallaşdırılması neft və qazın hasilatına məsafədən nəzarət və idarəetmənin effektivliyinin artırılmasına, geo-fiziki tədqiqatların dəqiqliyinin artırılmasına, təlükəsizliyə, həmçinin struktur xərclərin azaldılmasına və neftçixarma şirkətlərinin rəqabət qabiliyyətinin təmin edilməsinə imkan verir.

*Açar sözlər: neft-qaz yataqları, süni intellekt, intellektual texnologiyalı, informasiya texnologiyaları, neft-qaz yataqlarının kəşfiyyatı və istismarı, neft və qaz ehtiyatlarının proqnozu və hasilinin optimallaşdırılması, qazma prosesinin optimallaşdırılması*

##### **Ramiz H. Shikhaliyev**

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

[ramiz@science.az](mailto:ramiz@science.az)

##### **Prospects of intelligent oil and gas fields**

The article deals with the application of intelligent technologies in oil and gas fields for solving various problems. These include the intellectualization of analysis of large amounts of data collected from oil and gas fields, the intellectualization of the drilling process, the forecast of reserves and the optimization of oil and gas production activity, the optimization of the location and management of oil and gas fields, etc. At the same time, intellectualization of oil and gas fields is impossible without the use of information technology. The intellectualization of oil and gas fields leads to an increase in the effectiveness of remote monitoring and management of oil and gas production, the accuracy of geophysical research, safety, and the reduction of structural costs and the continued competitiveness of oil companies.

*Keywords: oil and gas fields, artificial intelligence, intelligent technologies, information technologies, exploration and exploitation of oil and gas fields, forecast of reserves and optimization of oil and gas production activity, drilling process intellectualization.*