

Секция «Цифровая экономика и перспективные технологии управления данными»
«Умные месторождения»: как цифровая трансформация меняет подходы к мониторингу и отчетности

Научный руководитель – Казаков Андрей Андреевич

Аксенов Герман Ираклиевич

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра теоретических основ разработки месторождений нефти и газа, Москва, Россия

E-mail: geraxen23@mail.ru

Разработка месторождения – поиск, разведка, добыча, переработка и транспортировка полезных ископаемых. Она требует тщательного планирования, использования современных технологий и соблюдения экологических и социальных стандартов [24].

Этапами разработки месторождения являются [11]:

I этап – геологоразведочные работы. В рамках поиска месторождений проводятся геологические исследования, включающие анализ карт, аэрофотосъемку, спутниковые данные и геофизические методы (магниторазведка, сейсморазведка, гравиразведка). Посредством оценки запасов определяются размеры месторождения, качество полезного ископаемого и его экономическая ценность. При разведочном бурении уточняется структура месторождения, а также производится отбор проб и анализ состава пород [5].

II этап – проектирование и планирование. Технично-экономическое обоснование позволяет оценить рентабельность разработки, учитывая затраты на добычу, транспортировку и переработку. При этом, выбор технологии добычи зависит от типа месторождения (открытое, подземное, морское) и характеристик полезного ископаемого. Особое место занимает инфраструктура, т.к. планируется строительство дорог, энергоснабжения, водоснабжения, жилых и административных зданий. При чем, это взаимосвязано с экологической оценкой, в рамках которой проводится анализ воздействия на окружающую среду и разрабатываются меры по минимизации ущерба [12].

III этап – добыча полезных ископаемых. Открытый способ используется для месторождений, расположенных близко к поверхности, и включает в себя удаление вскрышных пород и добычу полезного ископаемого с помощью карьеров. Подземный способ применяется для глубокозалегающих месторождений и включает строительство шахт, штолен и использование специализированного оборудования. Морская добыча используется для разработки месторождений на шельфе и требует использования платформ, подводных аппаратов и сложных технологий. Гидродобыча применяется для рыхлых пород, где полезное ископаемое извлекается с помощью воды [21].

IV этап – переработка и обогащение. При дроблении и измельчении руда или порода измельчаются до нужного размера для дальнейшей обработки. При обогащении используются методы флотации, магнитной сепарации, гравитационного разделения и другие технологии для повышения концентрации полезного компонента. При химической обработке применяются разного рода ингредиенты для извлечения металлов или других ценных элементов из руды. При сушке и складировании подготовленный продукт хранится или транспортируется для дальнейшего использования [10].

V этап – транспортировка. Железнодорожный транспорт используется для перевозки больших объемов полезных ископаемых на дальние расстояния. Автомобильный транспорт применяется для местных перевозок. Трубопроводы используются для транспортировки нефти, газа и других жидких или газообразных продуктов. Морской транспорт применяется для экспорта полезных ископаемых [25].

VI этап – завершение разработки. Консервация месторождения применяется при исчерпании запасов или снижении рентабельности месторождения, т.е. оно закрывается. Ликвидация инфраструктуры предполагает демонтаж оборудования и восстановление территории. Долгосрочный мониторинг включает в себя контроль за состоянием окружающей среды после завершения работ [19].

Разработка месторождения — это не только многоэтапный и сложный процесс, но и требующий междисциплинарного и комплексного подхода, значительных инвестиций и ответственности перед обществом и природой. Успешная реализация проекта зависит от грамотного управления, использования передовых технологий и учета всех рисков [13]. В связи с этим обращают внимание на:

– экологические аспекты, предполагающие возможность рекультивации земель и восстановление нарушенных земель после завершения добычи, очистку сточных вод и минимизацию загрязнения водных ресурсов, снижение выбросов и использование фильтров, а также других технологий для уменьшения загрязнения воздуха, мониторинг окружающей среды и постоянный контроль за состоянием экосистем в районе разработки [29] ;

– экономические и социальные аспекты, ориентированные на создание рабочих мест и разработку месторождений, обеспечивающих занятость для местного населения, развитие инфраструктуры и строительство дорог, школ, больниц и других объектов, налоговые поступления и иные приносимые доходы месторождениями в бюджет региона и страны, социальную ответственность и поддержку местных сообществ, инвестиции в их образование и здравоохранение [18];

– технологические аспекты и инновации, такие как автоматизация и роботизация, включающие использование беспилотных машин, дронов и роботов для повышения эффективности и безопасности, а также цифровизация, посредством которой внедряются системы управления данными, интернет вещей и технология искусственного интеллекта для оптимизации процессов, и энергоэффективность, основанная на использовании возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий [22];.

– правовые аспекты и регулирование, в числе которого лицензирование и получение разрешений на разработку месторождения, соблюдение стандартов и выполнение требований экологического, трудового и налогового законодательства, а также международные соглашения и соблюдение норм, если месторождение находится на трансграничной территории [9].

Для оценки эффективности, рентабельности и устойчивости процесса добычи полезных ископаемых применяются показатели разработки месторождения. Они охватывают рассмотренные и иные аспекты. Относительно разветвленная система показателей включает в себя [11]:

геологические показатели: запасы полезного ископаемого (балансовые запасы экономически целесообразные для добычи; забалансовые запасы нецелесообразные для добычи на текущем этапе; прогнозные ресурсы и предполагаемые запасы, требующие подтверждения); качество полезного ископаемого (содержание полезного компонента, примеси и вредные компоненты); глубина залегания (определяет выбор способа добычи – открытый или подземный) [25];

технические показатели: годовая производительность (объем добычи полезного ископаемого в год – тонны, кубометры, баррели и т.д.); коэффициент извлечения полезного ископаемого (процент полезного компонента, извлеченного из руды); срок отработки месторождения (период, в течение которого месторождение будет разрабатываться); глубина разработки (максимальная глубина добычи для подземных месторождений); объем вскрышных работ (количество породы, которое необходимо удалить для доступа к полезному ископаемому для открытых месторождений) [12];

экономические показатели: капитальные затраты (инвестиции в инфраструктуру, оборудование и подготовку месторождения); операционные затраты (текущие расходы на добычу, транспортировку и переработку); себестоимость добычи (затраты на единицу добытого полезного ископаемого); рентабельность (отношение прибыли к затратам); чистая приведенная стоимость (оценка прибыльности проекта с учетом дисконтирования денежных потоков); внутренняя норма доходности (процентная ставка, при которой внутренняя норма доходности проекта равна нулю); срок окупаемости (время, необходимое для возврата вложенных инвестиций) [7];

экологические показатели: объем выбросов загрязняющих веществ (количество выбросов в атмосферу, воду и почву); уровень рекультивации земель (процент восстановленных земель после завершения добычи); энергоэффективность (затраты энергии на единицу добытого полезного ископаемого); использование воды (объем воды, потребляемой в процессе добычи и переработки) [24];

социальные показатели: количество созданных рабочих мест (число сотрудников, занятых на месторождении и в смежных отраслях); уровень заработной платы (средняя заработная плата работников); инвестиции в социальную инфраструктуру (финансирование строительства школ, больниц, дорог и других объектов); уровень безопасности труда (количество несчастных случаев и травм на производстве) [28];

технологические показатели: степень автоматизации (уровень использования автоматизированных систем и роботизированных технологий); коэффициент использования оборудования (процент времени, в течение которого оборудование работает эффективно); инновационность технологий (применение новых методов добычи, переработки и управления) [33];

показатели безопасности: уровень аварийности (количество аварий и инцидентов на месторождении); соблюдение норм охраны труда (соответствие стандартам безопасности и гигиены труда);

показатели устойчивого развития: уровень углеродного следа (количество выбросов CO₂, связанных с разработкой месторождения); использование возобновляемых источников энергии (доля энергии, получаемой из возобновляемых источников); соответствие целям устойчивого развития (вклад проекта в достижение глобальных целей, таких как борьба с бедностью, сохранение экосистем и т.д.) [29];

правовые и регуляторные показатели: соблюдение лицензионных соглашений (выполнение условий, установленных государственными органами); налоговые отчисления (объем налогов и платежей в бюджет региона и страны); соответствие экологическим стандартам (соблюдение норм законодательства в области охраны окружающей среды) [34].

Представленные группы показателей позволяют комплексно оценить эффективность разработки месторождения, спрогнозировать ее результаты и принять обоснованные управленческие решения. Однако, в условиях цифровой трансформации экономики и управления, актуальным является анализ внедряемых моделей «умное месторождение» [26].

«Умные месторождения» – это концепция цифровизации и автоматизации процессов разведки, добычи и управления месторождениями полезных ископаемых. Она основана на использовании передовых технологий, таких как интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, машинное обучение, роботизация и облачные вычисления. Цель «умных месторождений» – повышение эффективности, снижение затрат, минимизация рисков и улучшение экологических показателей.[8] В связи с этим «умные месторождения»:

– во-первых, выстраиваются при соблюдении базовых принципов. Интеграция данных и объединение информации из различных источников (геологические данные, данные с датчиков, производственные показатели) в единую систему. Автоматизация процессов и

минимизация человеческого вмешательства в процессы добычи и управления. Аналитика в реальном времени и использование технологий для мгновенного анализа данных и принятия решений. Удаленное управление и контроль за процессами добычи и инфраструктурой через централизованные системы. Устойчивость и снижение экологического воздействия и повышение энергоэффективности [14];

– во-вторых, рассматриваются как экосистемы, основными компонентами которых являются: 1) системы мониторинга – датчики и сенсоры, собирающие данные о состоянии оборудования, скважин и окружающей среды; 2) центры управления данными – платформы для хранения, обработки и анализа данных; 3) программное обеспечение для анализа – инструменты для моделирования, прогнозирования и оптимизации; 4) автоматизированное оборудование – буровые установки, насосы, компрессоры и другое оборудование, управляемое через интернет вещей; 5) системы связи – высокоскоростные сети для передачи данных между объектами и центрами управления [23];

– в-третьих, имеют ряд преимуществ, что делает их конкурентоспособными на профильных рынках. Повышение эффективности добычи возможно при оптимизации процессов за счет анализа данных в реальном времени. Снижение затрат – при минимизации простоев оборудования, снижение энергопотребления и сокращение персонала. Увеличение срока службы месторождения – при более точном прогнозировании и управлении запасами. Улучшение безопасности – при снижении рисков для персонала за счет автоматизации опасных процессов. Экологическая устойчивость – при снижении выбросов и отходов за счет оптимизации процессов. Гибкость и адаптивность – при быстром реагировании на изменения условий добычи или рыночной конъюнктуры [16];

– в-четвертых, используют передовые, в т.ч. цифровые технологии: интернет вещей, т.е. датчики и сенсоры, установленные на оборудовании, скважинах и инфраструктуре, собирают данные о давлении, температуре, влажности, вибрации и других параметрах; большие данные, в т.ч. анализ огромных объемов данных для выявления закономерностей, прогнозирования и оптимизации процессов; искусственный интеллект и машинное обучение, позволяющие использовать алгоритмы для прогнозирования добычи, оптимизации работы оборудования и предотвращения аварий; цифровые двойники как виртуальные копии физических объектов (скважин или оборудования), которые позволяют моделировать и тестировать изменения в реальном времени [1]; роботизация производственно-технологического процесса, ориентированного на использование роботов и дронов для мониторинга, инспекции и выполнения опасных задач; облачные вычисления и хранение, обработка данных в облаке для обеспечения масштабируемости и доступности; блокчейн в части обеспечения прозрачности и безопасности данных, особенно в цепочках поставок [20].

В числе наиболее распространенных примеров применения «умных месторождений» – на нефтегазовых месторождениях использование датчиков для мониторинга давления и температуры в скважинах, прогнозирование дебита, оптимизация добычи, на угольных шахтах – автоматизация процессов добычи, мониторинг уровня метана и других опасных газов, на металлических рудниках – оптимизация процессов дробления и обогащения руды, использование дронов для разведки, на морских месторождениях – управление подводными роботами и платформами через спутниковую связь [17].

Результаты анализа практик позволяют констатировать факт наличия немалого количества вызовов и ограничений, с которыми сталкиваются в рамках разработки и реализации «умных месторождений». Одним из основных факторов являются высокие начальные затраты, поскольку внедрение новых технологий требует значительных инвестиций. Также возникает необходимость в квалифицированных кадрах, что подразумевает подготовку специалистов для работы с современными технологиями. Кибербезопасность становится

критически важной из-за высокого риска хакерских атак на системы управления и данные. Зависимость от инфраструктуры также играет значительную роль, так как необходимы надежные сети связи и энергоснабжения. Наконец, регуляторные барьеры требуют соблюдения стандартов и норм, что добавляет сложности в процесс внедрения [23].

За «умными месторождениями» будущее. Полная автономия обеспечивает переход к полностью автоматизированным месторождениям без участия человека. Интеграция с возобновляемыми источниками энергии допускает использование солнечной, ветровой и других видов энергии для снижения углеродного следа. Глобальные сети данных позволяют осуществлять обмен данными между месторождениями для повышения эффективности и прогнозирования. Развитие технологии искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет выполнять более точное прогнозирование и управление процессами [15]. Поэтому «умные месторождения» представляют собой следующий этап эволюции добывающей промышленности. Они позволяют не только повысить рентабельность и безопасность, но и сделать добычу полезных ископаемых более устойчивой и экологически ответственной. Внедрение таких технологий становится ключевым фактором конкурентоспособности в современной экономике [32].

Цифровая трансформация кардинально меняет подходы к мониторингу и отчетности на «умных месторождениях», делая эти процессы более точными, оперативными и эффективными. Внедрение цифровых технологий позволяет перейти от ручного сбора данных и периодической отчетности к автоматизированным системам, которые работают в режиме реального времени и предоставляют аналитику для принятия решений [36].

Цифровая трансформация внесла системные изменения в мониторинг и отчетность «умных месторождений», что подтверждает ряд доказательств [35]:

– наличие автоматизации сбора данных. На месторождениях устанавливаются тысячи датчиков, которые собирают данные о состоянии оборудования, параметрах добычи (давление, температура, дебит), окружающей среде и других показателях. Данные передаются в централизованные системы в режиме реального времени. Автономные устройства используются для мониторинга труднодоступных или опасных зон, таких как скважины, карьеры или подземные шахты. Спутники предоставляют данные о состоянии месторождения, включая изменения рельефа, уровень воды и другие параметры [31];

– централизованные платформы для управления данными. Все данные с датчиков, оборудования и других источников интегрируются в одну платформу, что позволяет видеть полную картину состояния месторождения. Данные хранятся и обрабатываются в облаке, что обеспечивает масштабируемость и доступность из любой точки мира. Виртуальные копии месторождений и оборудования позволяют моделировать процессы, тестировать сценарии и прогнозировать результаты [4];

– аналитика в реальном времени. Системы на основе искусственного интеллекта и машинного обучения анализируют данные в реальном времени, выявляя аномалии, тренды и возможности для оптимизации. Алгоритмы прогнозируют изменения в добыче, износе оборудования и других параметрах, что позволяет принимать превентивные меры. Системы отправляют оповещения о критических изменениях или неполадках, что позволяет быстро реагировать на проблемы [2];

– улучшенная отчетность. Системы автоматически формируют отчеты на основе собранных данных, что снижает нагрузку на персонал и минимизирует ошибки. Все данные доступны в режиме реального времени, что повышает прозрачность процессов и упрощает аудит. Отчеты могут быть адаптированы под потребности различных заинтересованных сторон (инвесторы, регуляторы, менеджмент) [3];

– удаленный мониторинг и управление. Операторы могут контролировать процессы добычи и состояние оборудования из центра управления, расположенного за тысячи ки-

лометров от месторождения. Менеджеры и инженеры могут получать доступ к данным и управлять процессами через мобильные устройства. Камеры с поддержкой искусственного интеллекта используются для мониторинга безопасности и контроля за соблюдением процедур [12];

– повышение точности и снижение ошибок. Автоматизация снижает риск ошибок, связанных с ручным вводом данных или субъективной оценкой. Системы автоматически проверяют точность данных и корректируют их при необходимости [30];

– экологический мониторинг и отчетность. Датчики отслеживают уровень выбросов CO₂, метана и других загрязняющих веществ. Системы анализируют качество воды, воздуха и почвы, что позволяет своевременно выявлять и устранять экологические риски. Данные об экологических показателях автоматически передаются в регулирующие органы, что упрощает соблюдение нормативов [6];

– экономическая эффективность. Автоматизация сокращает потребность в персонале для сбора данных и составления отчетов. Аналитика в реальном времени позволяет выявлять узкие места и улучшать эффективность. Прогнозирование и превентивное обслуживание минимизируют время простоя оборудования [5];

– безопасность и киберзащита. Системы отслеживают соблюдение норм безопасности и предотвращают аварии. Внедрение защищенных протоколов передачи данных и систем шифрования для предотвращения хакерских атак [21];

– интеграция с глобальными системами. Данные с месторождений интегрируются с системами логистики и переработки, что позволяет оптимизировать всю цепочку. Обмен данными между месторождениями и компаниями для улучшения прогнозирования и анализа [9].

Таким образом, цифровая трансформация делает мониторинг и отчетность на «умных месторождениях» более точными, оперативными и эффективными. Это позволяет компаниям снижать затраты, повышать безопасность, улучшать экологические показатели, быстро адаптироваться к изменениям. Современные инновационные подходы становятся стандартом в добывающей промышленности, обеспечивая конкурентное преимущество и устойчивое развитие [16].

Источники и литература

- 1) Ахмадеев Р.В. Проблема определения профиля притока в горизонтальных «умных» скважинах приразломного месторождения / в сборнике: актуальные проблемы науки и техники. Инноватика. Сборник научных статей по материалам II Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 79-86.
- 2) Внедрение «умного месторождения» в России / К. И. Ледаев, Р. И. Каримов, О. О. Горшкова. // Актуальные проблемы научного знания. Новые технологии ТЭК-2023: материалы VII Международной научно-практической конференции (21 апреля 2023 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: ТИУ, 2023. – С. 143-147.
- 3) Ганчарова Д.Ю., Гваева И.В. Умные месторождения: перспективы развития в Республике Беларусь / в сборнике: Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие. Материалы VII Международной научно-практической конференции. Отв. Редактор А.В. Ярошенко. Донецк, 2022. С. 283-288.
- 4) 4. Гараев А., Чарыева Г., Меретгельдиев К., Батырова Г. «Умные» месторождения // Академическая публицистика. 2024. № 3-2. С. 23-25.

- 5) Гулулян А.Г. К оценке экономической эффективности внедрения технологий «умных» месторождений // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 6. С. 16-20.
- 6) Евдокимов И.Н. "Наножидкости" и "умные жидкости" в технологиях разработки нефтегазовых месторождений. Москва, 2016.
- 7) Ерёмин А.Н., Лындин В.Н., Богаткина Ю.Г. // Принципы разработки и схема определения нормативных показателей экономической оценки умных месторождений. Нефть, газ и бизнес. 2015. № 2. С. 13-18.
- 8) Заозерский Г.Н. Концепция «умного месторождения» на примере факторов, формирующих данное понятие // Аллея науки. 2018. Т. 2. № 3 (19). С. 183-184.
- 9) Зиянгирова К.Р. Цифровые технологии в нефтяной отрасли, умные месторождения / в сборнике: Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса. Материалы XI Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и ученых, посвященной 40-летию филиала ТИУ в г. Нижневартовске. Тюмень, 2021. С. 42-43.
- 10) Зорина Е.В., Морщакова Л.Д., Черная О.А., Козодаева В.С., Петроченко М.В. Разработка концепции модели «умного» рудника на условном алмазном месторождении ПАО "АЛРОСА" / в сборнике: CASE-IN. Сборник статей на основе решений кейсов Международного инженерного чемпионата. Кемерово, 2024. С. 20.1-20.8.
- 11) Казаков А.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие для вузов // Москва: Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, 2023. — 361 с.
- 12) Казаков А.А. Информационно-аналитическая компьютерная система контроля и анализа эффективности геолого-технических мероприятий (БДwell) // Труды ВНИ-Инефть. — Т. 142. — 2010. — С. 65–80.
- 13) Казаков А.А. Информационно-аналитическая компьютерная система контроля и анализа эффективности геолого-технических мероприятий // Нефтяное хозяйство. — 2005. — № 10. — С. 54–58.
- 14) Квач И.В., Хакимов Э.Р. Умное месторождение - новый этап развития нефтяной промышленности / В сборнике: Учетно-аналитические инструменты развития цифровой экономики. Материалы III Международной научно-практической конференции. Княгинино, 2022. С. 91-93.
- 15) Корнев А.И. Роль технологии «умное месторождение» для российских нефтяных и газовых месторождений // Проблемы геологии и освоения недр. Труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. Томский политехнический университет. 2018. С. 138-140.
- 16) Косинцев М.С., Горшкова О.О. Умное месторождение - цифровизация нефтепромысла / в сборнике: Актуальные проблемы научного знания. Новые технологии ТЭК-2024. Материалы VIII международной научно-практической конференции. Тюмень, 2024. С. 23-27.
- 17) Кузяков О.Н., Сидорова А.Э., Глухих И.Н. Разработка принципов построения киберфизической системы мониторинга внутрипромыслового нефтепровода как составляющей умного месторождения / в сборнике: Новые информационные технологии в

- нефтегазовой отрасли и образовании. Материалы VIII Международной научно-технической конференции. Отв. Ред. О. Н. Кузяков. 2019. С. 112-116.
- 18) Кушнаренко Е.А. «Умные» месторождения нефти: будущее сырьевой промышленности / в сборнике: Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов. Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 111-114.
 - 19) Матвеев А.С. Умные месторождения. Мониторинг и контроль добычи/закачки // Недропользование XXI век. 2015. № 6 (56). С. 94-97.
 - 20) Мирзабекова Ж.Б.К. Умное месторождение: технологические возможности / в сборнике: наука и современное общество: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Пенза, 2021. С. 19-21.
 - 21) Мишин В.В., Цаплева В.В., Мясникова Е.В., Макарова А.А. Разработка интеллектуальной информационной системы «умное месторождение» для месторождений минеральных вод / Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2023. Т. 1. С. 326-329.
 - 22) Мухин А.А. Создание цифрового «умного» месторождения в сложившихся реалиях российской нефтегазовой отрасли / в сборнике: Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов, посвященной 50-летию создания Тюменского индустриального института. Ответственный редактор А. Л. Портнягин. 2013. С. 388-391.
 - 23) Новикова М.Ю. Energy components как ядро «умного» месторождения с точки зрения бизнес-процессов мониторинга, учета и анализа добычи // Недропользование XXI век. 2015. № 6 (56). С. 98-101.
 - 24) Орлов А.В. «Умное месторождение» для оптимального промысла // Энергия: экономика, техника, экология. 2015. № 1. С. 54-59.
 - 25) Проничев Г.М. Применение умных месторождений / в сборнике: Технологические решения строительства скважин на месторождениях со сложными геолого-технологическими условиями их разработки. Материалы II международной научно-практической конференции, посвященной памяти Виктора Ефимовича Копылова. Тюмень, 2022. С. 228-230.
 - 26) Рахманов М.М. Smart field, или «умное месторождение» - будущее нефтегазовой промышленности / в сборнике: Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования. Сборник статей по материалам XCV студенческой международной научно-практической конференции. 2020. С. 32-37. 27. Решетов А.А. Умное месторождение: технологические возможности / в сборнике: European Research. Сборник статей XXXI Международной научно-практической конференции. Пенза, 2021. С. 57-59.
 - 27) Решетов А.А. Умное месторождение: технологические возможности / в сборнике: European Research. Сборник статей XXXI Международной научно-практической конференции. Пенза, 2021. С. 57-59.
 - 28) Рудаков Д.А. Умное месторождение: применение его на практике и перспективы / в сборнике: Актуальные вопросы современной науки и образования. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2021. С. 83-85.

- 29) Рылов А.И. «Умное месторождение» // Энергия: экономика, техника, экология. 2017. № 9. С. 70-73.
- 30) Салыхова А.Р. «Умное» месторождение в нефтегазовом предприятии / в сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2-х томах. Ответственной редактор П. В. Евтин. 2020. С. 202-204.
- 31) Тимчук Д.Д. Применение технологии «умных скважин» на салымской группе месторождений на примере Западного Салым // Научный форум. Сибирь. 2017. Т. 3. № 1. С. 11.
- 32) Усенко А.А., Горшкова О.О. «Умное месторождение» как новый уровень нефтегазового комплекса России / в сборнике: Актуальные проблемы научного знания. Новые технологии ТЭК. Материалы III Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор М.В. Баделина. 2019. С. 124-128.
- 33) Чернявский А.В., Нюхлов А.С., Харитонов К.А., Надеева К.К. Принцип использования технологии smart-field (умное месторождение) на предприятиях нефтегазовой отрасли / в сборнике: Современные тенденции развития науки и производства. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. 2017. С. 89-92.
- 34) Чужмарова С.И., Никора Р.И. «Умные» месторождения и перспективы их внедрения для нефтегазового сектора / в сборнике: Двадцать седьмая годичная сессия Ученого совета Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина: Февральские чтения, посвященные годовщине победы в Великой Отечественной войне. Национальная конференция: сборник статей. 2020. С. 320-325.
- 35) Шудегова К.В. Применение проекта «умное месторождение» на месторождениях Западной Сибири / в сборнике: Мой шаг в науку. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Отв. Редактор Э.Р. Сайдимова. 2020. С. 150-151.
- 36) Яворский Д.И. «Умные» месторождения сырья – будущее нефтегазовой отрасли? / в сборнике: Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации. (шифр –МКСТР). Москва, 2024. С. 122-125.