



СОВЕТ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ
ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ»

XII Молодежная международная
научно-практическая конференция

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: ОПЫТ И ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

15–19 апреля 2024 г.

Публичное акционерное общество «Газпром»
Общество с ограниченной ответственностью
«Газпром ВНИИГАЗ»

XII Молодежная международная
научно-практическая конференция

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ:
ОПЫТ И ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ**

15–19 апреля 2024 г.

Тезисы докладов

Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность:
тезисы докладов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2024. – 204 с.

Настоящий сборник составлен по материалам XII Молодежной международной научно-практической конференции «Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность», проходившей в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» 15–19 апреля 2024 г. в очно-заочном формате.

Тезисы докладов представлены в следующем порядке:

Секция № 1 «Геология, поиск и разведка месторождений нефти и газа».

Секция № 2 «Разработка нефтяных и газовых месторождений. Бурение скважин».

Секция № 3 «Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта».

Секция № 4 «Инженерная и прикладная механика в нефтегазовом комплексе».

Секция № 5 «Химическая технология и процессы в нефтегазовой промышленности».

Секция № 6 «Автоматизация, вычислительная техника, метрология и связь в нефтегазовом деле».

Секция № 7 «Вопросы экологической и промышленной безопасности, энергоэффективности в нефтяной и газовой промышленности».

Секция № 8 «Экономика и управление в нефтяной и газовой промышленности».

Секция № 9 «Правовое обеспечение развития нефтегазовой промышленности».

Секция № 10 «Маркетинг, PR и массовые коммуникации в нефтегазовой отрасли».

Секция № 11 «Knowledge and experience for oil and gas industry».

СЕКЦИЯ № 1
«ГЕОЛОГИЯ, ПОИСК И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НЕФТИ И ГАЗА»

Флюидальная модель танопчинской свиты (ТП₁₋₆) Харасавэйского газоконденсатного месторождения

А.М. Киселева
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Необходимость изучения танопчинской свиты (ТП₁₋₆) Харасавэйского месторождения возникает из-за схожего генезиса отложений аналогичных пластов Бованенковского месторождения с целью корректного воспроизведения обводнения скважин при расчетах на гидродинамических моделях, а также для уточнения прогноза добычи газа и выдачи рекомендаций по дальнейшей разработке залежей.

Танопчинская свита Харасавэйского месторождения имеет субгоризонтальное залегание и характеризуется ритмичным переслаиванием песчаников, алевролитов и глин, которые формировались преимущественно в континентальных и прибрежно-морских условиях.

Для более детального анализа танопчинской свиты Харасавэйского ГКМ пласты ТП₁₋₄ были разделены на ТП₁₋₂, ТП₃ и ТП₄ по аналогии с корреляцией пластов ТП₁₋₂, ТП₃ и ТП₄ Бованенковского НГКМ.

В статье приведены зависимости остаточной водонасыщенности от глубины флюидальной модели по продуктивным пластам ТП₁₋₂, ТП₃, ТП₄, ТП₅ и ТП₆ Харасавэйского ГКМ, а также их сопоставления с пластами Бованенковского месторождения.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что Харасавэйское ГКМ имеет разную флюидальную модель в северной и южной части, а также имеет зоны недонасыщения, наличие которых наблюдается и на Бованенковском НГКМ. Это явление может быть связано с пологим строением куполов залежей и требует изучения.

Механизмы выбора комплекса методов на этапах геологоразведочных работ

*О.В. Трутнева
(МГУ имени М.В. Ломоносова)*

С течением истории нефтегазовой отрасли необходимость открытия новых месторождений ставит перед исследователями с каждым разом все более сложные задачи. Поэтому перед автором была поставлена задача создания базы данных для подбора рациональных комплексов методов при изучении нефтегазоносности объектов.

В основу создания базы данных положен каталог методов изучения нефтегазоносных бассейнов, состоящий из более чем 500 методов по 5 различным направлениям, задачи геологоразведочных работ (ГРР) с учетом стадийности работ и базовые критерии нефтегазоносности.

В результате объединения вышеперечисленных данных была разработана логическая схема базы данных с определением связей между таблицами «один к одному», «один ко многим» и «многие ко многим». Далее на базе построенной схемы создана база данных с помощью языка программирования SQL в программном обеспечении SQLiteStudio. Обращение к данным для получения информации осуществляется через запросы.

Для тестирования созданной базы данных был выбран Ванкорский кластер, изучение которого началось с составления хронологического графика с основными результатами работ и анализа ретроспективных методов с их ранжированием по информативности получаемой информации и по этапам и задачам ГРР. В результате создания запроса к базе данных определены недостающие методы, которые не были применены на месторождении, но играют важную роль для его изучения. Таким образом, база данных позволяет определить комплекс методов в зависимости от типа объекта, степени изученности и ограничений методов.

Развитие сервиса геонавигации с использованием отечественного комплекса каротажа в процессе бурения на Ковыктинском ГКМ

*Е.В. Копытов
(ООО «Газпром недра» –
филиал «Газпром недра НТЦ»)*

С распространением современных забойных телеметрических систем и приборов каротажа во время бурения (КПБ), увеличением числа разрабатываемых объектов со сложной геологией и постоянно повышающейся технологичностью скважин на новый уровень выходит важность геологического сопровождения бурения или геонавигации. Под геонавигацией понимается оптимизация траектории скважины во время бурения на основе интерпретации данных каротажа и ГТИ с целью выполнения поставленных задач, в частности, максимизации проходки в целевом интервале коллектора. На сегодняшний день геонавигация с использованием модельного метода из разряда высокотехнологичных работ, проводимых для особенно ответственных стволов, в результате цифровизации процесса строительства скважин во многих компаниях перешла в список стандартных сервисов, по умолчанию выполняемых практически для каждой эксплуатационной скважины. В работе рассмотрен процесс развития сервиса геологического сопровождения бурения с использованием отечественного комплекса КПБ на Ковыктинском ГКМ (Иркутская область). Обоснована необходимость геонавигационного сопровождения бурения на пласт P_2 парфеновского горизонта чорской свиты, проанализирована применимость различных комплексов КПБ для целей геонавигации, выполнено сопоставление данных КПБ с данными канонического каротажа, записанного на трубах после бурения, рассмотрена методика оперативной интерпретации данных КПБ для целей геонавигации, освещены вызовы и перспективы дальнейшего развития сервиса на месторождении.

О проблеме учета радиальной глубинности измерений геофизических зондов в ходе интерпретации данных геофизических исследований скважин

Н.М. Орлов

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

Комплекс методов геофизических исследований скважин (ГИС), применяемый в поисково-разведочных и эксплуатационных скважинах, основан на измерении широкого круга физических свойств – от электрических и радиоактивных до акустических и ядерно-магнитных. Разнообразием типов и конструкций приборов обусловлены различия в радиусе и форме зоны исследования, а также пространственном распределении плотности регистрируемого сигнала между различными зондами (геометрические факторы приборов). Некоторые методы ГИС предполагают использование связки однотипных зондов разного калибра, имеющих различный масштаб измерения и радиус исследования (ННК-2з, ВИКИЗ, АIT, HRLA и др.).

В практике геологической интерпретации данных ГИС фактическая глубинность методов измерения зачастую игнорируются. Используемая петрофизическая модель околоскважинной среды, как правило, основана на связи между собой отдельных параметров, выбранных из набора данных по усмотрению геофизика. Чаще всего такая модель является одномерной (один квант глубины – одно значение параметра).

В настоящей работе сделана попытка формализовать типичные допущения о глубинности измерений методов ГИС, установить соответствие между теоретическими и фактически используемыми интерпретационными моделями, проанализировать степень их проблематичности. Предлагаются способы повышения точности моделирования, включая такие простые, как применение альтернативных шаблонов визуализации данных.

Промежуточные результаты поисково-оценочных работ в пределах зоны развития нижнепермских флишоидов оренбургского сегмента Предуральяского краевого прогиба

*Н.А. Соколов
(ООО «Газпром недра» –
филиал «Газпром недра НТЦ»)*

Флишоид – ритмичная флишеподобная осадочная толща. Основное отличие флишоида состоит в том, что для него характерно чередование тонкоритмичных пачек с породами, ритмичность которых выражена слабо. Главный фациальный признак типичного флиша – градационная слоистость – во флишоидах выражен очень нечетко.

Формирование флишоидных отложений Предуральяского краевого прогиба происходило не только в оренбургском сегменте, но и на всей протяженности Предуральяского краевого прогиба. Региональный опыт изучения флишоидных отложений имеется в Казахстане, Республике Башкортостан.

На юге Предуральяского краевого прогиба в пределах оренбургского сегмента развита мощная толща карбонатно-терригенных пород нижнепермского возраста – флишоидов, сложенная переслаиванием алевролитов, аргиллитов, песчаников, известняков и мергелей. Мощность толщи достигает 6,5 км.

В настоящее время силами ООО «Газпром добыча Оренбург» ведутся поисково-оценочные работы в пределах Беляевского и Саракташского районов. Оперативное сопровождение строительства скважины, геологическое изучение района работ выполняется силами специалистов филиала «Газпром недра НТЦ»: оперативный анализ поступающей геолого-геофизической информации, комплексирование опыта бурения исторического фонда скважин, оперативный анализ кернового материала.

В докладе рассматриваются результаты работ, выявленные проблемах и способы их решения. Представлены методические подходы работ с трещинными, порово-трещинными коллекторами такого типа, алгоритм определения трещинных интервалов в разрезе флишоидных отложений, предварительные результаты изучения кернового материала и опыт бурения первой скважины, заложенной для опробования ловушки в предположительно продуктивных флишоидных отложениях нижней перми.

Опыт проведения промысловых геофизических исследований с применением ГНКТ в горизонтально направленных скважинах Чаяндинского НГКМ

*В.А. Белов
(ООО «Газпром недра» –
ПФ «Востокгазгеофизика»)*

Представленная статья по большей части является обобщением того производственного опыта, который был накоплен при проведении промысловых геофизических работ (ПГИ) на Чаяндинском НГКМ.

Исходя из особенностей геологического строения продуктивного пласта Чаяндинского НГКМ, скважины месторождения имеют горизонтальную направленность. В связи с этим появляется задача по доставке геофизических приборов в горизонтальную часть скважины для выполнения ПГИ, и в данном случае для ее решения применяется гибкая насосно-компрессорная труба (ГНКТ) с запасованным геофизическим кабелем. Применение ГНКТ для выполнения ПГИ является относительно новым технологическим процессом, который стал активно применяться в России с 2010-х годов, до этого ГНКТ по большей части использовалась для вызова притока, промывки скважины после гидравлического разрыва пласта и других подобных работ.

Силами геофизических партии ПФ «Востокгазгеофизика» и бригады ГНКТ выполняются такие работы, как определение профиля притока, герметичности НКТ и перетоков через межинтервальные пакеры, запись видеокаротажа по стволу скважины, мультиметодный многозондовый нейтронный каротаж.

В докладе подробно изложено об особенностях проведения геофизических работ и полученных результатах.

Оценка насыщенности связанной нефтью газовой шапки нефтегазоконденсатных залежей

П.П. Филоненко
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Поровое пространство газовых шапок пластов многих нефтегазоконденсатных месторождений, наряду с остаточной водой, насыщено также и связанной нефтью, количество которой может изменяться в широких пределах в зависимости от геолого-физической характеристики месторождения и условий его формирования. Связанная нефть может явиться причиной возникновения проблем в эксплуатации газовых скважин и промышленной системы сбора и подготовки продукции, поэтому крайне важно оценивать величину насыщенности связанной нефтью ($S_{H_{св}}$) порового пространства газовых шапок нефтегазовых залежей и степень ее подвижности.

Задача оценки значения $S_{H_{св}}$ решалась на основе математического моделирования пластовой углеводородной системы в рамках единого уравнения состояния газоконденсатной системы и нефти с учетом положения о равновесном состоянии пластовых флюидов в залежи в начальный момент разработки и отсутствия на ГНК фазовых переходов. Создавалось уравнение состояния с едиными параметрами по выбранным пробам пластовой нефти нефтяной оторочки и результатам исследования проб пластового газа. С использованием единого уравнения состояния выполнялся прогноз свойств пластового газа в газовой шапке по расчету от состава пробы пластовой нефти. При этом состав пробы пластовой нефти приводился к такой глубине, чтобы расчеты глубины ГНК в результате дифференциации состава и свойств по глубине совпадали с фактической глубиной ГНК. В результате расчетов определен компонентный состав и свойства «модельного» пластового газа по глубине пласта и выполнено сопоставление данных лабораторных исследований проб пластового газа и математического воспроизведения лабораторных исследований «модельного» газа. Расхождение результатов сопоставления объясняется существованием двухфазной системы «пластовый газ – связанная нефть» в газонасыщенной части пласта. С использованием созданной модели пластовой углеводородной системы произведены итерационные расчеты компонентного состава пластового газа с заданием различных значений $S_{H_{св}}$, установленных с заданной точностью при воспроизведении результатов лабораторных исследований проб пластового газа в математическом эксперименте с «модельным» газом. Установлено расчетное содержание фазы ЖУВ в поровом пространстве коллектора, произведены количественные оценки на основе параметров эксплуатации газовых скважин с выносом многокомпонентной продукции.

СЕКЦИЯ № 2
«РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ. БУРЕНИЕ СКВАЖИН»

Применение термодинамической модели для туронской залежи Южно-Русского месторождения

Д.В. Белоусов
(ОАО «Севернефтегазпром»)

На Южно-Русском месторождении активно ведется разработка туронской залежи с целью поддержания существующего уровня добычи. Данная залежь в пределах месторождения имеет сложное геологическое строение, а именно высокую заглинизированность и расчлененность, аномально высокое пластовое давление и низкую пластовую температуру, что в совокупности повышает риск гидратообразования в стволе и призабойной зоне скважин.

В докладе представлены результаты научно-исследовательской работы, направленной на обеспечение стабильного режима эксплуатации скважин туронской залежи путем создания и внедрения термодинамической модели для контроля термобарических условий гидратообразования и предотвращения процесса образования гидратов в системе заканчивания скважин.

Разработка алгоритма расстановки разведочных скважин на этапе освоения месторождения

*Е.В. Шабалина, М.Н. Юсько, И.О. Малышев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ФГБОУ ВО ТИУ)*

Реализация разведочного этапа освоения месторождения характеризуется различными осложнениями, связанными с геологической неопределенностями, техническими и экономическими ограничениями, поэтому использование современных информационных технологий является актуальным для разработки комплексного подхода, включающего в себя анализ геологических данных, моделирования и обоснования технологических решений по подготовке месторождений к промышленному освоению.

Создание алгоритма для расстановки разведочных скважин имеет несколько важных преимуществ, таких как эффективное использование получаемых данных, оптимизация решений по изучению геологического строения месторождения и подготовки его к освоению, сокращение времени и затрат на обработку получаемой информации, а также минимизация рисков, связанных с неподтверждением геологической основы. С помощью предлагаемого алгоритма можно анализировать большие объемы данных, оптимизировать размещение скважин для максимального охвата ресурсной базы, сокращая при этом время и затраты на исследования, а также предсказывать потенциальные проблемные зоны или геологические особенности, что способствует улучшению процесса разведки и дальнейшего освоения месторождений.

Инжиниринг в современной буровой

В.В. Цилибин
(ООО «Газпромнефть-Ямал»)

Создан подход, позволяющий отказаться от применения роторно-управляемых систем на 80 % скважин графика бурения Новопортовского месторождения. Подход заключается в применении винтового забойного двигателя в комплексе с осцилляцией силового верхнего привода и скважинного осциллятора с преобразователем давления. Новая практика позволила сократить стоимость строительства скважины, а также минимизировать риск невыполнения производственной программы Общества в случае дефицита роторно-управляемых систем. Вместе с тем при объединении двух сервисов была создана методология автоматического управления вибрациями и автоматического управления эквивалентной циркуляционной плотностью, позволяющая снизить количество непроизводительного времени при бурении скважины.

В рамках сравнительного анализа мероприятий предлагаемый подход является преимущественным.

Локализация газонасыщенных толщин объекта ПК₁₋₃ Восточно-Мессояхского месторождения

И.Ю. Козин
(АО «Мессояханефтегаз»)

Восточно-Мессояхское месторождение – самое северное из разрабатываемых континентальных нефтяных месторождений в России с подтвержденными запасами более 1 млрд т нефти. Основным объектом разработки – пласт ПК₁₋₃.

Одна из основных сложностей пласта ПК₁₋₃ – отсутствие единого уровня газонефтяного контакта по площади и наличие множественных изолированных газонасыщенных интервалов, особенно в частях пласта, характеризующихся высокой расчлененностью и ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами.

Разрешающая способность сейсмических данных не позволяет выделить и локализовать маломощные газовые интервалы, подтвержденные результатами испытаний пласта и работой эксплуатационных скважин.

В АО «Мессояханефтегаз» была реализована работа по переинтерпретации геофизических исследований фактических скважин, где основным признаком газонасыщения принималось наличие «кроссовера» (падение плотностного каротажа и повышение показаний нейтронного каротажа).

Концепция линзовидного распространения газовых объемов пласта ПК₁₋₃ была реализована в геолого-гидродинамической модели. Значительное улучшение адаптации модели подтверждает корректность реализованного подхода. Созданный инструмент позволил выделить потенциально перспективные районы, которые ранее относились к газовой части, и запланировать более 20 проектных скважин.

Повышение эксплуатационной надежности нагнетательного фонда скважин в условиях АВПД

А.Ф. Габбасов
(ООО «Газпром газнадзор»)

Согласно статистике текущего нагнетательного фонда ООО «Газпромнефть-Хантос» из 2100 нагнетательных скважин значительная часть фонда имеет негерметичность внутрискважинного инструмента (НКТ, пакер) и/или эксплуатационной колонны.

В период 2021–2022 гг. производственная программа выполнения ремонтов на нагнетательном фонде составила 256 скважин, из которых в 74 случаях выявлены перетоки при проведении повторных исследований.

В промысловых условиях на Южно-Приобском месторождении проведено испытание высоконадежных НКТ Ø89 мм Cr1 % с внутренним и наружным покрытиями и извлекаемым пакером в нагнетательных скважинах. В результате промысловых испытаний были выявлены как преимущества, так и недостатки данного комплексного подхода.

Вторым этапом проекта явился поиск и подбор оптимального решения для борьбы с низкой эффективностью используемых механических пакеров, а также осложнений при извлечении пакерного оборудования после глушения скважины. Таким образом, начиная с 2019 г. были инициированы ОПИ набухающих пакеров. После проведения модернизации набухающих пакеров в количестве двух образцов, усиленных центратором, испытания были возобновлены.

В результате мониторинга были достигнуты ключевые показатели эффективности, которые указывают на повышение эксплуатационной надежности скважин нагнетательного фонда. Немаловажным является фактор отсутствия брошенного аварийного инструмента при невозможности извлечения при ремонте.

Коррозия тампонажного камня в условиях полиминеральной агрессии

*С.С. Щербак
(ООО «Газпром проектирование» –
филиал в г. Тюмени)*

В настоящее время ведется активная разработка месторождений Восточной Сибири, характеризующихся наличием пластовых вод высокой минерализации, насыщенных ионами: Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} . Высокое содержание этих ионов отрицательно влияет на процессы твердения и долговечности тампонажного камня. При применении ПЦТ I-50 и ПЦТ I-G-CC-1 отмечается контракционный эффект (стяжение) образцов и проявление хрупкости после взаимодействия с пластовой водой. Исходя из этого определена необходимость разработки и применения коррозионно-стойких тампонажных составов для условий полиминеральной агрессии.

Пластовая вода Знаменской площади представляет собой крепкий рассол плотностью 1415 кг/м^3 с общей минерализацией до 645 кг/м^3 , содержащий в основном хлориды и бромиды кальция, магния, калия и натрия.

Лабораторные испытания коррозионной стойкости камня выполнялись по методике, приведенной в Р Газпром 7.3-051-2021. В качестве добавки, повышающей коррозионную стойкость, предложено использовать КМД-Н (до 50 %). Ввод в состав смеси КМД-Н в сочетании с материалами, снижающими начальную проницаемость камня, позволил обеспечить необходимую стойкость камня к агрессивному действию пластовой воды данного типа.

Оптимальным вариантом жидкости затворения выбран водный раствор 18 % NaCl ($\rho = 1120 \text{ кг/м}^3$) для обеспечения удовлетворительных сроков схватывания и предотвращения размыва пластов каменной соли в интервалах крепления.

Совершенствование технологической схемы водоизоляционных работ в скважинах Песцовой площади Уренгойского НГКМ

Е.А. Бурковский
(ООО «Газпром добыча Уренгой»)

Современный этап разработки сеноманской газовой залежи в пределах Песцовой площади Уренгойского НГКМ характеризуется масштабным прогрессирующим обводнением эксплуатационного фонда скважин, первые признаки обводнения скважин отмечены на Песцовой площади в 2007 г. Внедрение воды происходит неравномерно по площади, плоскость контакта представляется сложной и сильно дифференцированной, выделяются области опережающего внедрения пластовых вод. За многолетнюю историю разработки месторождений Уренгойского нефтегазоконденсатного комплекса широкое распространение получили две технологические схемы водоизоляционных работ (далее – ВИР) в газовых скважинах – с полной изоляцией интервала перфорации и частичной – селективной. Отличительной особенностью проведения ВИР на Песцовой площади относительно технологических схем применяемых на фонде скважин Уренгойской и Ен-Яхинской площадей является конструкция и профиль добывающих скважин. Проектная схема разработки Песцовой площади предполагает вскрытие залежи сеткой скважин преимущественно наклонно-направленного профиля (инклинометрия до $\perp 50^\circ$), оборудованных фильтром скважинным диаметром 168 мм, в составе эксплуатационной колонны, спущенным в открытый забой.

Подбор эффективной технологической схемы потребовал поиска и разработки новых оптимальных комплексных технологических решений, их испытаний в текущих горно-геологических условиях.

Разработанная схема успешно опробована на добычном фонде Песцовой площади и доказала свою технологическую и экономическую эффективность.

Ограничение водопритока в газовых скважинах месторождений Западной Сибири с применением гидрофобизирующих составов

*Е.Ю. Кукулинская
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ» –
филиал «Газпром ВНИИГАЗ Ставрополь»)*

Длительная эксплуатация газовых и газоконденсатных скважин месторождений Западной Сибири, находящихся на заключительном этапе разработки, сопровождается постепенным обводнением коллектора, динамическим изменением первоначальных горно-геологических характеристик и фильтрационно-емкостных свойств продуктивного пласта. В этих условиях для борьбы с нарастающим обводнением коллектора возникает необходимость применения щадящих методов воздействия на призабойную зону пласта.

Одним из таких методов, позволяющих мягко воздействовать на обводняющуюся часть коллектора, является применение гидрофобизирующих составов, изменяющих смачиваемость поверхности породы пласта, сделав ее гидрофобной, и тем самым обеспечить ограничение водопритока при сохранении фильтрационно-емкостных показателей коллектора.

С учетом особенностей месторождений Западной Сибири для ограничения водопритока перспективным является применение гидрофобизирующих составов на основе кремнийорганических соединений с различными функциональными добавками. При закачке в обводненную зону гидрофобизирующий состав отлагается на поверхности породы, изменяя ее смачиваемость. Обработка гидрофобизирующим составом на основе кремнийорганических соединений благодаря формированию прочных хемосорбционных связей с породой пласта создает устойчивый материал, ограничивающий движение воды в поровом пространстве, но не мешающий фильтрации газового флюида.

Разработка конструкции для предварительной внутритрубной сепарации пластового углеводородного сырья Оренбургского НГКМ

*О.В. Асеева
(ООО «Газпром добыча Оренбург»)*

В настоящее время Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение вступило в завершающую стадию эксплуатации, что привело к изменению технологического режима, а именно снижению дебита, уменьшению скорости потока газа по трубопроводам-шлейфам до УКПГ, что способствует снижению качества сепарации газа существующим оборудованием. Поток углеводородной продукции со скважин поступает в сепаратор I ступени УКПГ, где должно происходить разделение потока на газ и жидкость.

В связи со снижением скорости потока газа капельная жидкость плохо отбивается на сепарационных элементах сепаратора при его существующей конструкции и, как следствие, не обеспечивается должное качество сепарации газожидкостного потока.

В работе предлагается применить комплекс сепарации газа, состоящий из устройства предварительной внутритрубной сепарации газа и устройства тонкой сепарации газа. Устройство предварительной внутритрубной сепарации устанавливается перед входом в сепаратор I ступени в составе технологического трубопровода, элемент тонкой сепарации устанавливается в корпусе сепаратора.

Проведя необходимые расчеты устройства предварительной внутритрубной сепарации газа (прочность, пропускная способность, способность разделения фаз), доказано, что комплекс сепарации газа позволит более качественно отделять жидкую фазу из потока поступающего газа на УКПГ, что приведет к улучшению процесса подготовки газа и увеличению добычи жидких углеводородов. Эффективность, универсальность, простота и компактность конструкции обеспечивают общую эффективность работы нефтегазового промысла.

Сокращение времени простоя газоконденсатных скважин при замере $P_{пл}$ Оренбургского НГКМ

А.А. Фролова
(ООО «Газпром добыча Оренбург»)

В проектном документе указана «Рекомендуемая программа работ по контролю за разработкой газоконденсатных частей залежей Западного и Центрального участков Оренбургского НГКМ на период 2020–2025 гг.», которая согласована в ЦКР Роснедр.

Геологический отдел ведет контроль выполнения этой программы.

Порядок проведения газогидродинамических исследований газоконденсатных скважин Оренбургского НГКМ (ОНГКМ) установлен СТО 05-03-2014.

Согласно СТО 05-03-2014 оценочное время записи кривой восстановления давления (далее – КВД) на скважинах ОНГКМ, вскрывающих отложения основной залежи (с разбивкой по УКПГ), зависит от дебита скважины, не учитывая объекты вскрытия.

Поскольку в настоящее время (сентябрь 2023 г.) дебитные характеристики скважин ОНГКМ претерпели значительное изменение в меньшую сторону по сравнению с датой выхода СТО (2014 г.), существует необходимость пересмотреть время набора восстановления пластового давления при методе кривой восстановления давления. Кроме того, на протяжении длительного времени сложилась практика остановки скважин на замер $P_{ст}$, $P_{пл}$ в зависимости от вскрытых объектов эксплуатации. Так, например, длительность набора статического давления скважин, эксплуатирующих I объект Основной НГКЗ, составляет 120 ч, II и III объекты – 24–72 ч вне зависимости от дебитных характеристик.

Предлагается сократить время набора статического (пластового) давления исходя из полученных данных записи КВД. Так как активное внедрение практики замеров как устьевых, так и забойных КВД началось с распространения цифровых пишущих манометров-термометров с 2010 г., а также увеличилось количество проводимых исследований, согласно программе по контролю за разработкой, то имеется достаточный объемный банк данных ГДИС ($\Sigma = 3036$ исследований с начала 2014 г. по 01.09.2023).

По анализу, проведенному ГО ГПУ, количество аналогичных скважин составляет более 100 шт. по всему месторождению из 601 скважины Основной НГКЗ (всего на ОНГКМ 789 действующих скважин, на Основной залежи – 601 действующая скважина).

По предварительным расчетам, внедрение данного подхода к замерам $P_{ст}$ ($P_{пл}$) приведет к снижению сокращений на исследования до 15 млн м³ в год.

Использование технологии полимерного рукава на выкидных коллекторах для предотвращения частых порывов

В.Ю. Гришаев, Р.Н. Коротков
(ООО «Газпромнефть-Восток»)

В настоящее время все более актуальным становится вопрос предотвращения частых порывов на выкидных коллекторах добывающих скважин на нефтегазодобывающих промыслах. Это связано с агрессивной средой добывающих скважин.

В данной работе рассмотрена технология использования полимерного рукава на выкидных коллекторах для предотвращения частых порывов.

Технология полимерного рукава – это современный метод оперативного восстановления полной работоспособности технологичной конструкции с применением полимерных рукавов. Данная технология заключается в том, что в рукав вводятся инъекции эпоксидных химических соединений для образования эффекта прочности и эффективной стойкости к агрессивным химическим средам транспортируемых жидкостей. Данный материал подсоединяется к внутренним стенкам полости трубы. Достигнув твердого состояния по технологии, образуется жесткое рукавное покрытие, другими словами, труба в трубе.

В результате применения технологии полимерного рукава в качестве защиты от внутренней коррозии повысится эксплуатационная надежность выкидных коллекторов, снизится риск возникновения частых порывов, что позволит исключить убытки компании.

Влияние мелкозалегающего газа на проектирование разработки морских месторождений

В.Е. Перекрестов
(ООО «Газпром газобезопасность»,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

Шельфу арктических и субарктических морей присуще наличие ряда геологических опасностей в верхней части геологического разреза. Среди них особое место занимают многолетнемерзлые породы, скопления мелкозалегающего газа и газовых гидратов. Помимо этого, моря Лаптевых и Охотское характеризуются повышенной сейсмической активностью, что приводит к многочисленным тектоническим нарушениям.

Вышеуказанные факторы влияют на освоение морских нефтегазовых месторождений и должны учитываться как на стадии поисково-разведочных работ, так и при обустройстве и разработке месторождений.

Мелкозалегающий газ осложняет строительство скважин при бурении верхних интервалов под направление и кондуктор, в некоторых случаях приводит к открытому фонтанированию, а также может негативно сказываться на качестве крепления обсадных колонн.

В работе проведен анализ распространения мелкозалегающего газа на шельфе арктических и субарктических морей и показана необходимость его учета на стадии проектирования разработки на примере Лунского, Кириного и Южно-Кириного месторождений углеводородов на шельфе острова Сахалин.

Обоснована необходимость создания методики автоматизированного проектирования систем разработки морских месторождений с учетом наличия мелкозалегающего газа.

Сепаратор устьевого газовый с системой утилизации отсепарированной жидкости

Е.А. Горелов
(ООО «Газпром добыча Надым»)

Сепаратор газа устьевого – устройство для очистки продукции газовых скважин, а также защиты запорно-регулирующей арматуры и газопроводов шлейфов от капельной жидкости и механических примесей.

На поздней стадии разработки Медвежьего НГКМ низкие скорости потока газа в системе «пласт – скважина – газосборная сеть» (ГСС) способствуют накоплению пластовой и конденсационной жидкости в трубопроводах и системах сбора и подачи газа, что значительно снижает газодинамические характеристики скважин и увеличивает гидравлические сопротивления в газопроводах-шлейфах.

Одним из эффективных решений по исключению попадания пластовой и конденсационной жидкости в ГСС является сепарация непосредственно на устье скважины. При этом дополнительно исключаются риски залпового поступления жидкости из ГСС на первую ступень сепарации УКПГ, что обеспечивает стабильность процесса подготовки и компримирования газа.

Специалистами Медвежинского ГПУ разработана конструкция устьевого сепаратора. Сепаратор содержит цилиндрический корпус, разделенный на камеры, входной и выходной патрубки, дренажную трубу, сепарационный элемент с завихрителем потока. На разработанное техническое решение получен патент Российской Федерации на полезную модель № 211920 «Сепаратор».

Применение разработанного сепаратора позволило существенно сократить объем жидкости, поступающей в ГСС вместе с потоком скважинной продукции. За 2022–2023 гг. при использовании сепаратора на скважине № 423 Медвежьего НГКМ было обработано 18 733 тыс. м³ пластового газа, объем отсепарированной пластовой жидкости составил 206,8 м³.

По мере поступления пластовой жидкости в сборную камеру сепаратора необходимо осуществлять утилизацию промышленных стоков. Современные методы и способы утилизации пластовой жидкости заключаются в основном в ее накапливании (в емкостях, нефтеловушках, амбарах и т.д.) с последующей откачкой вакуумными машинами и транспортированием до мест утилизации либо устройстве дренажно-канализационных систем, что невыполнимо в условиях площадки газовой скважины (открытой местности на удалении от производственных площадок газовых промыслов).

В Медвежинском газопромысловом управлении разработан вариант утилизации отсепарированной жидкости, суть которого заключается в использовании технологии накапливания отсепарированной жидкости и последующем ее нагреве в котле-выпаривателе с целью испарения. Для этого реализована схема, при которой в амбаре факельной линии

скважины № 423 установлен котел-выпариватель жидкости, а непосредственно на открытой площадке на расстоянии 120 м от скважины установлены отсеки автоматики, газораспределительный пункт, подогреватель и бак с антифризом, генератор термоэлектрический, которые заключены в единое технологическое укрытие и обеспечивают работоспособность системы в целом. На данное техническое решение также получен патент на изобретение № 2808504 «Система отбора и утилизации пластовой жидкости».

Применение модифицированной серы: вместо вяжущего традиционного бетона строительство дорог с применением серы

*И.И. Шукуров
(ООО «Газпром инвест» –
филиал «Астрахань»)*

Одним из перспективных направлений использования серы является производство модифицированной серы как компонента дорожных и строительных материалов.

Предлагается использование технологии производства и применения серосодержащих композиционных материалов: сероасфальтобетона и серобетона на основе модифицированной серы, которые по показателям физико-механических свойств и по энергоэффективности существенно превосходят традиционные бетоны при возможно незначительном удорожании в пределах 5 %. Композиционные материалы, изготовленные с использованием серы и серосодержащих отходов, отличаются рядом положительных качеств по сравнению с другими аналогичными материалами: быстрый набор прочности; возможность вторичной переработки материалов; стойкость к воздействию агрессивных сред; способность твердения смесей при низких температурах; быстрая обрабатываемость форм; низкая электро- и теплопроводность; водонепроницаемость; повышенная морозостойкость и износостойкость.

Сравнительные характеристики физико-механических свойств и экономических показателей свидетельствуют о потенциальном повышении качества используемых материалов и изделий, увеличении их срока эксплуатации, а также снижении финансовых затрат на реализацию.

Технические решения очистки бурового раствора при эксплуатации полупогружных плавучих буровых установок континентального шельфа РФ в условиях импортозамещения

Е.А. Михайлова
(ООО «Газпром инвест»)

В области изучения российского шельфа зависимость от иностранных технологий близка к абсолютной. Реалии геополитической ситуации, сопровождающиеся введением санкций к главной бюджетобразующей отрасли России – нефтегазовому сектору, актуализировали вопрос необходимости импортозамещения технологий в данной области.

В работе рассматриваются вопросы реализации политики импортозамещения оборудования очистки буровых растворов зарубежного производства на отечественное в условиях эксплуатации морской буровой установки проекта Moss Maritime CS 50 M на континентальном шельфе Российской Федерации. Результаты анализа эффективности работы существующего оборудования очистки бурового раствора позволил подобрать оборудование отечественного производства, коррелирующее с функциональными показателями зарубежного производства, для обеспечения аналогичных эксплуатационных параметров. Осуществлен расчет статистической оценки вероятности работы техники отечественного производства и экономическое обоснование от внедрения данного мероприятия.

Сделанные выводы констатируют о возможности проведения поэтапного импортозамещения в условиях эксплуатации морской буровой установки проекта Moss Maritime CS 50 M на континентальном шельфе Российской Федерации.

Совершенствование технологии крепления направлений скважин с подводным расположением устья на примере месторождений проекта «Сахалин-3»

*А.В. Потапов
(ООО «Газпром инвест» –
филиал «Шельф»)*

В результате анализа опыта проведения буровых работ подтверждена особая значимость обеспечения качественного крепления направлений скважин с подводным расположением устья, оказывающего влияние на процесс строительства и эксплуатации скважин. Применяемые способы не всегда могут обеспечить достоверный контроль процесса цементирования направлений.

В работе проанализирован опыт крепления направлений скважин на месторождениях Киринского блока проекта «Сахалин-3» и определены основные виды осложнений.

Разработана аналитическая модель изменения нагрузки на крюке полупогружной плавучей буровой установки (ППБУ)/бурового судна (БС) от степени замещения промывочной жидкости тампонажным раствором, обусловленной изменением выталкивающих сил в процессе цементирования направления. Достоверность разработанной аналитической модели подтверждается высокой степенью корреляции с фактическими данными.

По итогам проверки разработанной аналитической модели изменения нагрузки на крюке ППБУ/БС установлена необходимость обеспечения контроля и применения единого алгоритма проведения работ при корректировке положения направления после цементирования и в процессе ожидания затвердевания цемента.

Разработаны и частично внедрены на Южно-Киринском месторождении комплексные мероприятия по повышению качества и эффективности крепления направлений.

Эффективность режимов вытеснения жидкости из анизотропного пласта в поле силы тяжести

А.А. Чернова

(НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова)

Разработка углеводородных месторождений предполагает закачку в пласт жидкостей и газов с целью поддержания пластового давления и вытеснения нефти от нагнетательных к добывающим скважинам. Однако неоднородное строение пластов, которое в ряде случаев можно охарактеризовать анизотропной проницаемостью, снижает эффективность вытеснения нефти. Гравитационное расслоение жидкостей также может уменьшать коэффициент нефтеотдачи. Так как вода обычно характеризуется более высоким значением плотности, чем нефть, то при заводнении нефтяного пласта вода может опускаться к его подошве, оставляя невытесненной нефть у кровли пласта. При закачке газа реализуется противоположная ситуация. Гидродинамические эффекты в поле силы тяжести осложняются влиянием других механизмов переноса жидкостей, прежде всего связанных с капиллярной пропиткой пористой среды.

Отмеченные процессы в анизотропном пласте могут оказывать сложное нелинейное влияние друг на друга, приводя к качественно различным режимам вытеснения. Цель настоящей работы заключается в классификации и описании этих режимов, определении параметров пласта и жидкости, при которых эти режимы реализуются, и сравнение их эффективности в терминах коэффициента извлечения жидкости из пласта и коэффициента его охвата вытеснением.

Сравнение методов утилизации газа стабилизации конденсата с целью оценки влияния на качество товарного газа УКПГА

*А.А. Савина, А.Ю. Фарисеев, Д.А. Рычков
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Промысловая подготовка газа газоконденсатного месторождения предполагает выделение жидкой углеводородной фазы с последующей ее стабилизацией и направлением на переработку. В зависимости от расположения месторождения, а также глубины залегания флюида состав добываемого газа характеризуется различным потенциальным содержанием углеводородов C_{5+} , что оказывает значительное влияние на выход нестабильного конденсата (НК) при подготовке газа на УКПГ, а также на выход газов стабилизации при подготовке НК на установке стабилизации конденсата (УСК).

Возможны различные методы утилизации газов стабилизации: сжигание на факеле, снижение объемов газа стабилизации за счет выделения СПБТ/ШФЛУ, вовлечение в процесс низкотемпературной сепарации, использование в качестве низконапорных газов в газовом эжекторе.

Цель данной работы – сравнение различных вариантов утилизации газов стабилизации при промышленной подготовке на УКПГ газов с различным содержанием конденсата по условиям применения и влиянию на качество товарного газа.

В данной работе с использованием системы технологического моделирования были построены модели процессов подготовки природного газа методом НТС и стабилизации конденсата, различающиеся местом подачи газов стабилизации для нескольких добываемых флюидов, характеризующихся различным PC_{5+} . Представлено сравнение расчетных выходов товарной продукции подготовки, а также составов и свойств товарного газа. Установлены ограничения рассмотренных способов утилизации газов стабилизации и сформулированы условия их применения.

Оценка методов определения работающей длины ствола горизонтальной/многозабойной скважины

*И.А. Пронькина, А.Е. Деева, А.Р. Вахитов, М.М. Мамедов
(Тюменский индустриальный университет)*

В докладе рассматривается проблематика, возникающая при эксплуатации горизонтальных скважин и скважин конструкции фишбон, связанная с увеличением показателя коэффициента эффективности добычи свыше 1,0 при увеличении депрессии на пласт. Исходя из этого сформулирована гипотеза – при малой депрессии работает не вся длина ствола горизонтального участка ствола скважины. Для определения оптимальной длины ствола горизонтальной скважины необходимо посегментное моделирование в специализированных программных комплексах, где возможно с учетом геологических данных и ОФП провести анализ рабочих участков ствола скважины.

Основной целью доклада является обзор методов, с помощью которых можно определить работающую длину ствола горизонтальной/многозабойной скважины. В задачи доклада включены анализ эффективности существующих методов и определение причин выявленных недостатков их применения.

В заключение сделаны выводы о применимости существующих методов для определения работающей длины ствола скважины.

Оценка согласованной работы газового пласта и промысла методом узлового анализа

*В.А. Неупокоев
(АО «Газпром промгаз»)*

Настоящая публикация посвящена теме применения метода узлового анализа для определения технологического режима эксплуатации газовых скважин (далее – ТРЭС) по критерию согласованной работы пласта и промысла в соответствии с заданным планом на добычу газа с месторождения.

Разработан программный сервис в среде MS Excel, выполняющий задачу расчета ТРЭС месторождения для заданной конструкции месторождения с установленной нормой суточного отбора газа.

Программный сервис позволяет вычислять параметры потока газа в различных узлах системы добычи и сбора на газовом месторождении в зависимости от его производительности и давления смеси в конечном узле системы сбора – установке комплексной подготовки газа (далее – УКПГ). В процессе вычислений строятся и приводятся продуктивные характеристики узлов скважин и пропускные характеристики узлов системы сбора. Рассчитывается точка согласованного режима работы фонда скважин и УКПГ и даются рекомендации по рациональному подбору ТРЭС газового месторождения с точки зрения отсутствия перетоков газа в узлах системы сбора.

Данная работа является актуальной для решения задач оперативного подсчета ТРЭС при эксплуатации нескольких скважин в одну систему сбора.

Корректность работы сервиса подтверждена результатами расчета ТРЭС реального объекта – Деминского и Березовского ГМ (в зоне производственной ответственности ООО «Газпром трансгаз Югорск»).

Режимы вытеснения жидкости из пласта в поле силы тяжести в осесимметричной постановке

И.М. Сыпченко

(НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова)

Оценена эффективность хранения CO_2 , закачиваемого через вертикальную скважину в однородный анизотропный водоносный горизонт. Эффективность рассматривается как мера использования порового пространства для подземного захоронения CO_2 . В предположении несмешивающегося вытеснения пластовой воды закачиваемым CO_2 выведены безразмерные уравнения для радиального течения от скважины. С использованием данной системы сделан вывод, что все параметры задачи могут зависеть только от пяти критериев подобия. При помощи численного моделирования рассчитана эффективность хранения CO_2 в зависимости от критериев подобия. Выделено несколько предельных случаев, соответствующих либо гравитационному потоку CO_2 , либо его закачке в анизотропный пласт, характеризующийся слабой проницаемостью в вертикальном направлении. Показано, что в этих предельных случаях параметры течения имеют различные зависимости от критериев подобия. Количественно оценены коэффициенты соответствующих законов масштабирования. Для переходных режимов течения CO_2 от скважины представлены карты, позволяющие мгновенно оценить эффективность хранилища для заданных критериев подобия. Карты и законы масштабирования могут быть полезны в региональных исследованиях для быстрого отбора и оценки целевых коллекторов для хранения CO_2 .

Анализ применения поверхностно-активных веществ для оптимизации выноса жидкости

М.С. Бугрий
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)

Ямбургское месторождение на текущий момент разработки находится в стадии падающей добычи. Снижение пластового давления на данной стадии приводит, среди прочего, к снижению возможности скважин самостоятельно осуществлять вынос жидкости на устье. Скопление конденсационной и/или пластовой воды в рабочем интервале и НКТ приводит к потере энергии газожидкостного потока и в отдельных случаях к самозадавлению скважины. Также на режим работы скважин влияет работа системы сбора газа. Изначально запроектированные диаметры газосборных коллекторов, наземная прокладка и изменяющаяся геометрия в текущих условиях эксплуатации являются причиной образования жидкостных пробок ввиду отсутствия оптимальных условий для выноса жидкости и механических примесей.

В зависимости от условий эксплуатации для стабилизации работы газовых скважин, применяются различные технологии. Одной из отлично себя зарекомендовавших технологий, способных обеспечить вынос жидкости при скоростях газожидкостного потока ниже критических значений, является применение поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эффективность применения технологии различных твердых и жидких ПАВ на самозадавливающихся скважинах заключается в стабилизации добычи газа, сокращении числа продувок скважин, снижении потерь природного газа и вредного влияния на окружающую среду.

Стабилизация газового конденсата на объектах подготовки газа в осложненных условиях эксплуатации

*Г.Б. Атаманов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Традиционной технологией промышленной подготовки газа на вводимых объектах последних лет выступает низкотемпературная подготовка газа с последующей стабилизацией углеводородного газового конденсата ректификацией и подачей газа стабилизации в поток товарного газа.

Одним из осложняющих факторов в работе технологического комплекса является наличие примесей нефти в добываемом газе. Высокомолекулярные компоненты, содержащиеся в нефти, имеют свойство откладываться на поверхностях емкостного и теплообменного оборудования в виде асфальтеносмолопарафиновых отложений (АСПО) в условиях низких температур. Кроме того, АСПО образуются и под воздействием высоких температур в змеевиках кубовых печей и представляют собой абразивные среды. В результате этого снижается эффективность оборудования вплоть до полного нарушения его нормальной работы, что требует остановки и проведения очистки.

Для снижения интенсивности образования АСПО предлагается применить модифицированный принцип стабилизации конденсата: конденсат первичной сепарации с примесями нефти направлять на стабилизацию ступенчатой нагревной дегазацией при низких значениях давления и температуры, с подачей газа концевой дегазации конденсата на ректификацию совместно с конденсатом низкотемпературной сепарации и получением дополнительного потока стабильного конденсата и газа стабилизации.

Технологические схемы, реализующие данный технологический прием, в настоящее время разрабатываются применительно к установкам комплексной подготовки газа на месторождениях с возможным содержанием примесей нефти в добываемом газе.

Обзор вариантов обустройства приямальской шельфовой группы месторождений Карского моря

*С.А. Казьмин, А.В. Лобанов, С.В. Вербицкий
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)*

Работа посвящена формированию предложений по обустройству морских газовых и газоконденсатных месторождений, находящихся в Южно-Карской нефтегазоносной области. Участки являются достаточно разведанными и перспективными для промышленного освоения, но их обустройство усложняется нахождением в Арктической зоне с соответствующей экстремальной природно-климатической обстановкой региона, прежде всего, связанной с длительным и динамичным ледовым покровом, сложностью судоходства и большими глубинами моря, а также гидрологическими, ветроволновыми, температурными условиями и значительной удаленностью от берега.

В рассматриваемом районе располагаются акваториальные части береговых месторождений западного шельфа полуострова Ямал, входящие в Бованенковскую группу, а также мелководные и наиболее отдаленные глубоководные структуры приямальской группы. Предоставлено описание природных условий рассматриваемого региона из открытых источников, включая характеристики месторождений и структур, проведен анализ существующей инфраструктуры промышленного центра освоения полуострова Ямал. Приведены текущие компетенции государственного уровня в области освоения шельфа и накопленный опыт отечественных технологий в проектах по освоению арктического шельфа, дан обзор технических средств и сравнение различных вариантов и технологий обустройства. По совокупности различных факторов был сделан вывод, какие технологии целесообразно использовать на конкретных участках.

Интегрированный подход к проектированию полномасштабного тиража химических методов увеличения нефтеотдачи

М.А. Галлямов
(АО «Мессояханефтегаз»)

Полимерное заводнение – потенциально одна из крупных опций по увеличению добычи нефти для АО «Мессояханефтегаз», ее реализация стратегически важна для повышения ценности активов компании.

Цель проекта – снять технологические неопределенности и повысить экономическую эффективность тиража полимерного заводнения.

При реализации уникальной концепции тиража полимерного заводнения, особенностью которой является подача готового полимерного раствора с одной установки приготовления по одной трубе на группу кустов, возникли технологические вызовы, связанные с трудностью прогнозирования режимов работы нагнетательных скважин, неопределенностью по закачке полимерного раствора и добыче нефти.

В качестве решения предлагается новая разработка – интегрированная модель системы полимерного заводнения. Модель позволяет прогнозировать: режимы расхода и давления на установке, потери давления в водоводах, приемистости и давление закачки нагнетательных скважин. Интегрированная модель не имеет аналогов, подобный подход при реализации ХМУН ранее не применялся в России.

На основе результатов моделирования разработана концепция регулирования расхода полимера на скважинах с помощью специальных клапанов и выделен резерв химии с учетом деструкции полимера; разработана программа ГТМ для стабилизации приемистостей на ранней стадии полимерного заводнения; рассчитаны потери давления в водоводах при закачке полимерного раствора и оценена целесообразность модернизации системы ППД.

Методика оценки возможности создания газоперерабатывающих мощностей в рамках концептуального инжиниринга газовых месторождений

А.В. Кряжев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Диверсификация продукции, повышение ее монетизации – основные тенденции, которым следуют ключевые газодобывающие компании страны. С учетом активного освоения нового региона – Восточной Сибири – для решения данных проблем имеет место создание новых газоперерабатывающих мощностей и кластеризация месторождений.

В настоящее время значительная часть ресурсного потенциала Восточной Сибири находится на этапах выбора, поиска и оценки, актуальным становится вопрос о создании методики, позволяющей на ранних этапах обосновать стратегию освоения и возможность создания новых газоперерабатывающих мощностей. Целью работы является создание данной методики путем анализа существующих отечественных и зарубежных практик создания центров газопереработки.

В ходе исследования проанализированы и систематизированы подходы по формированию стратегий с газоперерабатывающими мощностями. В результате выявлено, что в настоящее время широко используются три подхода: использование ГПЗ, производство СПГ и комплексный (синергетический) подход.

Итогом исследования стала ранг-рейтинговая таблица, учитывающая различные критерии применимости для выявленных подходов. Разработанная методика апробирована на Приангарском кластере месторождений, в результате чего на этапе выбора концепции освоения месторождений перспективными являются использование комплексного подхода и подхода с производством СПГ.

Систематизация и разработка подходов к созданию центров газодобычи с учетом условий их формирования

Е.А. Теребенина
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В настоящее время такие крупные месторождения углеводородов, как Медвежье, Уренгойское, Ямбургское и др. находятся на стадии падающей добычи. В связи с этим приоритетным направлением восполнения минерально-сырьевой базы России является открытие новых газодобывающих центров в перспективных регионах страны.

На данный момент актуальным является вопрос о наличии классифицированной системы подходов создания газодобывающих центров. Целью данной работы является поиск, систематизация и разработка данных подходов.

В ходе выполнения исследования проанализирован и систематизирован опыт создания центров газодобычи в России и за рубежом, на основании которого выделены четыре применяемых подхода: традиционный, традиционный с концепцией «интеллектуального месторождения», кластерный подход и модульный. Кроме того, для каждого из подходов были разработаны критерии и условия их формирования.

В процессе исследования определен наиболее оптимальный подход для создания центра газодобычи в одном из перспективных регионов России – Восточной Сибири. В результате исследования сделан вывод, что наиболее эффективным вариантом в условиях данного региона является применение кластерного подхода, направленного на объединение нескольких месторождений в одну систему для совместной подготовки и внешнего транспорта товарной продукции. Данный подход учитывает особенности месторождений Восточной Сибири и их удаленность от существующей инфраструктуры.

Применение системы спуска обсадных колонн и прорабатывающих башмаков

*М.Н. Кутлубаев
(ООО «Газпром недра» –
филиал «Газпром недра НТЦ»)*

С целью решения задачи по спуску протяженной обсадной колонны до проектной глубины разработаны и успешно применяются прорабатывающие башмаки с силовым гидравлическим приводом. Основной задачей данной работы является обоснование применения прорабатывающих башмаков за счет сокращения цикла строительства скважины путем исключения одного рейса спуско-подъемной операции КНБК на шаблонировку ствола скважины. Выполнен анализ по времени подготовки ствола скважины к спуску обсадной колонны. Не всегда удается добиться свободного хождения КНБК и качественной подготовки ствола перед спуском обсадной колонны по фактическим скважинным условиям – преодоление шламовых подушек, интервалов сужения ствола скважины (набухания глин), каверн и уступов. При спуске обсадных колонн, после получения посадки, первоочередными действиями являются подъем выше места получения посадки и осуществление промывки. В зависимости от положения талевого блока необходимо выполнять операцию по отвороту последней обсадной трубы и навороту промывочного переводника. Выполнен анализ по времени осуществления операции. Для сокращения негативного временного фактора на данные операции при спуске обсадной колонны идеально подходит оборудование типа CRTi (или Fill Up).

С целью спуска обсадной колонны до планируемой глубины применение данного оборудования позволит решить поставленную задачу за счет осуществления проработки непосредственного места посадки.

Анализ природно-климатических условий при обосновании технологических показателей эксплуатации ПХГ

И.А. Орехов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Классическая методика определения технологических показателей ПХГ основана на проведении расчетов с отбором всего оперативного резерва газа, и это зачастую является единственным вариантом. Нередко фактические технологические показатели, определенные с помощью такого подхода, отличаются от проектных. В условиях постоянного спроса на точность в определении проектных показателей ПХГ и соответствии их фактическим и сама методика проектирования газохранилищ требует корректировки и новых подходов.

Целью работы является определение технологических показателей при циклической эксплуатации с учетом полноты отбора оперативного резерва газа в зависимости от погодных условий в осенне-зимние сезоны, приближенных к реальной эксплуатации хранилища.

Кроме того, анализ природно-климатических условий любого региона позволит определить параметры при проектировании того или иного типа ПХГ, наиболее подходящего для сглаживания сезонных и пиковых неравномерностей потребления газа.

Методика выделения циклов изменения погодных условий состоит из нескольких этапов: сбор материала, расчет средней температуры за каждый ОЗП, выделение общего диапазона изменения температуры при ОЗП, расчет средней температуры за 21 сезон ОЗП, выделение циклов изменения погодных условий, определение необходимых показателей эксплуатации проектных газохранилищ.

Проведен анализ изменения средней температуры за ОЗП в двух регионах. Исходя из полученных результатов анализа, выделены циклы изменения погодных условий. Выделенные циклы погодных условий являются оптимальными для проведения прогнозных расчетов при определении технологических показателей циклической эксплуатации ПХГ представленных регионов. В условиях наличия в пластах-коллекторах неоднородных разностей методика выделения подобных циклов позволит повысить точность прогнозных расчетов.

Также построена зависимость температуры от количества дней в ОЗП. При проектировании газохранилища построение данной зависимости позволит выделить периоды пиковых и базисных нагрузок для конкретного региона и более корректно определить необходимый тип ПХГ и обосновать требуемые показатели.

Бурение с пневмоударным оборудованием

*В.Г. Козлов
(ООО «Газпром недра» –
филиал «Газпром недра НТЦ»)*

Строительство газовых скважин на многих месторождениях Восточной Сибири очень часто осложняется частичным или полным поглощением буровой промывочной жидкости. Причинами поглощения промывочной жидкости в процессе бурения скважин является наличие в разрезе трещиноватых разуплотненных пород с низким пластовым давлением. Такие осложнения носят геологический характер, возникают по не зависящим от исполнителя работ причинам. Основные применяемые методы борьбы с поглощениями, такие как установка кольматирующих составов, цементных мостов, закачка изолирующих реагентов, не всегда имеют положительный эффект. Работы производят в условиях частичного или катастрофического поглощения, строительство скважины продолжают на технической воде. В связи с этим при бурении скважин, осложненных поглощением, расходуется большой объем промывочной жидкости. Буровые бригады находятся в длительных простоях по причине ожидания завоза или набора технической воды. Вышеуказанные факторы увеличивают сроки строительства скважин.

В данной работе описывается технология и опыт бурения с применением пневмоударного оборудования. Проведен анализ опыта бурения скважины № 3 на Ковыктинском газоконденсатном месторождении с пневмоударным оборудованием на азоте и аэрированной промывочной жидкости (пене). Проведено сравнение со скважинами, пробуренными проектными КНБК, аналогичными по конструкции, бурение которых также было осложнено поглощениями.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что технология бурения с пневмоударным оборудованием является перспективной и позволяет сократить время строительства скважин.

Сравнительный анализ методов моделирования ГРП

С.С. Вологдин
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

На сегодняшний день существует множество методов моделирования трещин ГРП в гидродинамических симуляторах для прогнозирования и оценки технологического эффекта от ГРП. Каждая методика отличается своей структурой, количеством используемых параметров трещины ГРП, математическими моделями.

В данном докладе проводится сравнение следующих методов моделирования трещин ГРП:

- WFRACP – моделирование трещин ГРП с использованием виртуальных перфораций, с привязкой к локальной координате сетки и их построение во всех блоках, пересекаемых заданной плоскостью, применение упрощенной геометрии трещин ГРП;

- FRACTURE_SPECS – расширение функционала ключевого слова WFRACP, задание трещин ГРП с использованием виртуальных перфораций в части пересекаемых заданной плоскостью блоках и их активация на указанной глубине MD, применение упрощенной геометрии трещин ГРП;

- UNSTRUCTURED_FRACTURE_GRID_LEVELS (с использованием FRACTURE_TEMPLATE, FRACTURE_PATH, FRACTURE_WELL) – построение неструктурированных сеток LGR в области расположения трещины, применение более сложной геометрии трещин ГРП.

В ходе сравнения методик моделирования была проведена адаптация скважин на фактические данные по ГДИ, произведена прогнозная оценка технологического эффекта от ГРП для всех вышеперечисленных моделей ГРП.

По результатам расчетов на ГДМ составлены ранг-рейтинговые матрицы сравнения используемых команд моделирования трещин ГРП, на основе которых определен оптимальный метод.

Методические подходы к многовариантному трехмерному геомеханическому моделированию

Д.С. Мокина
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В современных реалиях добывающей отрасли геомеханическое моделирование занимает неотъемлемую часть в процессе разработки месторождений. Для более точного прогнозирования необратимых деформаций в пласте и ухудшения фильтрационно-емкостных свойств при воздействии на пласт важно обеспечить устойчивую достоверность прогнозной модели. Несмотря на постоянное повышение качества геолого-промысловой информации, процессов исследований и моделирования, исходные данные содержат некоторый уровень неопределенностей, который необходимо учитывать при создании цифровых моделей. Многовариантное моделирование учитывает возможные неопределенности и на основании множества реализаций формирует оптимальную модель согласованности свойств.

В докладе рассмотрены методические подходы к формированию этапов построения многовариантной трехмерной геомеханической модели, включая обоснование выбора вариативных параметров при создании геологической основы и граничных условий, а также при моделировании упруго-прочностных параметров геомеханической сетки.

Технология декольматации призабойной зоны скважины газоконденсатного месторождения на основе сонохимического воздействия

*К.Ю. Жданов, И.А. Шиков
(филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта)*

В настоящее время основные направления совершенствования методов воздействия на призабойную зону скважин (ПЗС) связаны, как правило, с комбинированием различных технологий, что позволяет расширить параметры их применимости, ограничивающие использование отдельных методов.

Сотрудниками филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта разработана и апробирована технология сонохимического воздействия (СХВ) на призабойную зону газовых и газоконденсатных скважин, основанная на комплексировании химических и физических методов в виде ультразвукового воздействия.

С целью обоснования эффективности разрабатываемой технологии были проведены опыты физического моделирования процессов декольматации на керновых моделях, отождествляемых по свойствам с кольматированными породами ПЗС. Результаты экспериментальных исследований позволили обосновать наиболее эффективные характеристики воздействия для проведения испытания технологии на пилотных промысловых объектах.

В целом, результаты проведенных исследований позволяют охарактеризовать технологию СХВ как эффективный инструмент для восстановления проницаемости отложений ПЗС.

Влияние закачки углекислого газа в истощенную газоконденсатную систему с целью увеличения углеводородоотдачи

*В.В. Кутуков, Г.С. Кудияров
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)*

В условиях завершающей стадии разработки оптимизация процесса подготовки пластовой смеси на УКПГ-1В с поддержанием объемов добычи и степени извлечения нестабильного конденсата (НК), снижения потерь метанола является важной задачей.

Производительность установки по НК плавно снижается, что связано как с сокращением объемов добычи, так и со снижением конденсатного фактора. Расчетные значения удельного выхода НК на текущих режимах составляют $99,34 \text{ г/м}^3$, при этом извлечение фракций C_{5+} и пропан-бутановой (C_3-C_4) от потенциально содержащегося в поступающей пластовой смеси составляет 95 и 46 % соответственно.

Реализация технологии НТА подразумевает ингибирование гидратообразования по потоку нестабильного конденсата, направляемого на орошение низкотемпературных абсорберов. В связи с чем фактический удельный расход метанола по УКПГ-1В повышен по сравнению с УКПГ, применяющих НТС, и составляет: в летний период $900-1100 \text{ г/1000 м}^3$, в зимний – $1600-1800 \text{ г/1000 м}^3$.

В результате установления оптимальных параметров работы основных технологических аппаратов, изменения технологической схемы подготовки газа, оптимизации подачи метанола по точкам достигается увеличение производства товарного нестабильного конденсата на $4,26 \text{ г/м}^3$, при этом извлечение фракции C_{5+} составляет 96 %, пропан-бутановой (C_3-C_4) – 54 %. Оптимизация подачи метанола привела к уменьшению потерь метанола с товарным газом и нестабильным конденсатом с $1,049$ до $0,919 \text{ кг/1000 м}^3$.

Моделирование и оптимизация процесса подготовки газа на УКПГ-1В Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения

*Л.В. Матейчук, П.И. Киян
(филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта)*

В настоящее время большинство газоконденсатных месторождений (ГКМ) разрабатываются на режиме истощения пластовой энергии. В процессе истощения углеводородной (УВ) системы залежи с высоким начальным содержанием УВ C_{5+} в пластовом газе происходит значительное выпадение данных компонентов в пласте. С целью доизвлечения уже выпавших ретроградных компонентов на практике применяется в основном закачка «сухого» газа, преимущественно состоящего из метана. Но также существуют работы по изучению влияния закачки неуглеводородных газов на газоконденсатную систему (ГКС) ввиду их дешевизны относительно углеводородных.

В данной работе проведено исследование на установках фазового равновесия процесса закачки углекислого газа и его влияние на истощенную ГКС с целью доизвлечения ретроградных УВ. Создана начальная ГКС, проведено ее истощение согласно классической схеме разработки ГКМ. Произведена закачка углекислого газа. Выполнено доистощение моделируемой залежи, по результатам экспериментов проведен анализ изменения газоконденсатной характеристики. Сделана оценка влияния углекислого газа на извлечение ретроградных УВ. Проведен сопоставительный анализ результатов исследований по закачке «сухого» и углекислого газа в истощенную УВ-систему.

СЕКЦИЯ № 3
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

Использование фотограмметрического метода для расчета объема грунта

*А.Р. Ниясулин
(ООО «Газпром трансгаз Сургут»)*

Применяемые классические методы съемки объемов грунта трудоемки. Требуют выполнения составом полноценной геодезической бригады, подвержены фактору сезонности (недоступность проезда, заснеженность либо залесенность периметра объекта и т.д.), длительны в обработке и получении результата.

В докладе предлагается использовать технологию, основанную на методе, сочетающем в себе получение линейки перекрывающихся фотографий объекта камерой беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с ГНСС-модулем с EXIF-информацией (GPS-координаты, высоты, угол наклона и т.д.) и применении программного обеспечения Agisoft Metashape Professional, реализующего алгоритмы фотограмметрии.

При использовании фотограмметрического метода ожидаемый эффект достигается за счет уменьшения трудоемкости полевых геодезических работ, сокращения времени на обработку и выдачу результата, точности измерений из-за улучшенной детализации выстраиваемой цифровой модели, охвата недоступных объектов с точки зрения техники безопасности.

Технология в перспективе позволит Обществу измерять площади участков местности, определять их уклоны, получать количественные характеристики эрозионных процессов, получать отметки тела трубопровода на воздушных переходах для расчета напряженно-деформированного состояния.

Коррозионный мониторинг в шурфах: сбор данных и аналитическая модель

Е.Г. Ефимов

(ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»)

Ежеквартально в Службу по управлению техническим состоянием и целостностью газотранспортной системы направляют данные о коррозионном мониторинге в шурфах. Данные представлены актами, содержащими информацию о проведенных шурфах, на двух страницах формата А4, с приложением из фотографий с места шурфа. В год служба получает и обрабатывает до 1000 таких актов. Анализ этого массива данных позволяет:

- формировать отчеты и аналитические записки о текущем коррозионном состоянии линейной части газотранспортной системы (ЛЧ ГТС);
- составлять перспективные программы и планы проведения коррозионного мониторинга в шурфах для линейных производственных управлений (ЛПУ), управления аварийно-восстановительных работ и подрядных организаций;
- определять техническое состояние для ЛЧ ГТС, не приспособленные к проведению ВТД в информационно-управляющей системе транспорта газа (ИУС Т2).

Обработка данных актов шурфов в ручном режиме достаточно трудоемкий процесс, требующий наличие у оператора высоких навыков внимательности и точности исполнения.

Для упрощения процедур приема и обработки данных от ЛПУ предлагается внедрение автоматизированных подходов к формированию массива данных при формировании актов шурфов. Разработанная форма сбора данных шурфов позволяет вносить, редактировать, хранить, анализировать и формировать акты шурфов в автоматическом режиме.

Дополнительно для анализа коррозионного состояния ЛЧ ГТС по данным актов шурфов разработана аналитическая модель, позволяющая определять обобщенные по ГТС параметры защищенности, поврежденность изоляционного покрытия, сопротивления грунта, поврежденность тела трубы, весовые показатели критериев нарушения изоляционного покрытия и формирует данные аналитики для ответственных отделов Общества.

Использование полученных отчетно-аналитических материалов ответственными отделами Общества позволяют снизить сроки и повысить достоверность принятия управленческих решений по поддержанию работоспособного состояния ЛЧ ГТС.

Современные методики расчета напряженно-деформированного состояния морского трубопровода при укладке S-методом в условиях импортозамещения

А.А. Костин
(ООО «Газпром морские проекты»)

Необходимость расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) при строительстве морского трубопровода обозначена в нормативных стандартах СТО Газпром 2-3.7-050-2006 (DNV-OS-F101) и СП 378.1325800.2017.

Цель данной работы – определить проблемы расчета НДС морского трубопровода при укладке в условиях импортозамещения программного обеспечения (ПО).

Задачами работы являлись:

- проанализировать существующие методы расчета укладки морского трубопровода S-методом;
- сгруппировать методы по категориям и выявить достоинства и недостатки каждой из них;
- определить необходимое ПО для существующих методов каждой категории и проанализировать их доступность на российском рынке.

В ходе работы была описана актуальная проблематика расчета НДС морского трубопровода при укладке S-методом в санкционных условиях Российской Федерации и предложены дальнейшие пути решения данной проблемы.

Опыт построения математической модели шельфовых месторождений

А.В. Пак

(ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск»)

В докладе рассматривается опыт построения математической модели системы сбора шельфового газоконденсатного месторождения в специализированном ПО OLGA. Данное ПО имеет большой спектр алгоритмов и инструментов, что позволяет с высокой точностью рассчитать параметры течения газожидкостной смеси и получить достаточно объективные данные в пунктах подготовки и переработки газа.

Ключевым показателем начального этапа освоения промысла являются относительно небольшие расходы пластовой продукции (по сравнению с максимальными проектными показателями) и, соответственно, низкие скорости течения скважинной продукции по газосборному коллектору до УКПГ. Следствием этого является накопление жидкости и возникновение пробкового режима течения на пиковых восходящих участках трубопровода. Разработанная модель промыслового трубопроводного транспорта для начального этапа освоения показала наличие переходных (пробковых) режимов течения многофазного потока пластового флюида, что является существенной проблемой при эксплуатации берегового технологического оборудования.

Дальнейшее исследование результатов моделирования выявило конструктивную особенность прокладки финишного участка трубопровода, позволяющую эффективно предотвращать залповые выбросы жидкости в приемном оборудовании УКПГ.

Влияние характеристик мерзлого грунта на технологию наклонно-направленного бурения

Н.В. Данилов (ПАО «Газпром газораспределение Уфа» – филиал в г. Уфе), С.М. Опойкова, Т.С. Султанмагомедов, Р.Р. Хасанов (Уфимский государственный нефтяной технический университет)

На сегодняшний день метод наклонно-направленного бурения (ННБ) является одним из передовых способов прокладки трубопроводов через различные препятствия, поэтому исследования, связанные с влиянием характеристик мерзлого грунта на технологию ННБ, являются актуальными.

Строительство переходов методом ННБ осуществляются в три этапа: 1) бурение пилотной скважины; 2) расширение скважины; 3) протаскивание трубной петли. Режимные параметры бурения мерзлых грунтов существенно отличаются от технологий, используемых при бурении немерзлых грунтов. Изменение механических свойств грунта в зависимости от температуры и влажности многократно подтверждено опытным путем.

Цель исследования заключается в оценке влияния температуры и влажности многолетнемерзлых грунтов на процесс бурения методом ННБ. На экспериментальном стенде было определено время, затраченное на разработку одного отверстия диаметром $d_1 = 6$ мм (1 этап) и $d_2 = 10$ мм (2 этап) для заданных значений температуры ($t_1 = -5$ °С; $t_2 = -10$ °С) и влажности грунта ($w_1 = 5$ %; $w_2 = 10$ %). Для опытов использовали одинаковой плотности суглинков, послойно уплотненный в деревянные лотки, которые помещали в морозильную камеру.

В результате проведенного эксперимента получена зависимость времени бурения от температуры и влажности многолетнемерзлого грунта. При изменении температуры с -10 °С до -5 °С ($w = \text{const}$) время бурения одного отверстия уменьшается в 2,25 раза, а при изменении влажности с 10 до 5 % ($t = \text{const}$) уменьшается в 2,58 раза.

Определение параметров работы малотоннажного хранилища СПГ

А.В. Панова

(ООО «Газпром межрегионгаз Москва»)

В текущей позиции сформировались такие технологические операции по ожижению природного газа (ПГ), как дроссельный цикл высокого давления с предварительным фреоновым охлаждением на АГНКС, дроссельно-эжекторный цикл с предварительным охлаждением, наиболее популярный азотный цикл и рентабельный дроссельно-детандерный. Близкое знакомство с основными способами сжатия ПГ позволяет остановить выбор на одной из актуальных и энергоэффективных технологий.

При проведении многочисленных научно-практических исследований было выявлено, что на МСПГ применяются упрощенные, но в то же время энергозатратные технологические новшества. Поэтому для обеспечения требуемой эффективности производства допускаются следующие решения:

- воссоздавать СПГ с повышенной температурой от -165 до -150 °С, что оказывает значительное влияние на объем выпуска СПГ. Также при хранении СПГ под давлением увеличиваются сроки сохранения качества потребляемого энергоресурса, что является весомым аргументом для потенциального покупателя;

- применение так называемого эффекта перепада давления и размещение производства на ГРС способствует направлению части не сжиженного ПГ на внутренние потребности.

Несмотря на достоинства, существуют и недостатки, которые заключаются в существенном снижении плотности теплоносителя при соответствующем повышении температуры и снижении объемной энергоемкости СПГ.

Применение технологии обработки данных при эксплуатации объектов ГТС

А.Н. Скребцов
(ООО «Газпром трансгаз Москва» – филиал «Московское ЛПУМГ»)

Применение методов анализа данных (Data Science) для оптимизации процессов транспортировки газа может значительно повысить эффективность работы газотранспортной системы.

Современные методы обработки данных позволяют прогнозировать потребление газа, используя методы временных рядов и моделирование процессов. Основываясь на исторических данных о потреблении газа, можно создать модель, способную предсказать будущий спрос. Это помогает оптимизировать транспортировку газа и работу подземных газовых хранилищ в периоды пикового спроса зимой.

Технологии Data Science также можно использовать для оценки выходных параметров газоперекачивающих агрегатов в режиме реального времени. Используя данные, полученные от системы автоматизированного управления, была разработана методика, основанная на статистическом анализе параметров работы газоперекачивающих агрегатов (ГПА). После фильтрации данных было определено необходимое количество данных для создания зависимостей параметров работы ГПА. С помощью регрессионного анализа был определен аналитический вид функции зависимости эффективной мощности от выходных параметров работы ГПА. Методом малых отклонений были определены коэффициенты влияния относительных изменений параметров работы на эффективную мощность. Был определен коэффициент технического состояния. Данный метод позволяет проводить дистанционную параметрическую диагностику и определять оптимальную схему загрузки ГПА на компрессорной станции.

Исследование структуры и свойств металла труб с внутритрубными неоднородностями

*А.В. Нищик, Р.В. Кашковский, С.И. Погуляев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Обеспечение надежной и безотказной эксплуатации газотранспортной инфраструктуры является одной из важнейших задач транспорта газа, решение которой должно осуществляться путем реализации комплекса мероприятий, включающих планирование и проведение диагностических и ремонтно-восстановительных работ. Объектом настоящего исследования являлся металл труб межпромыслового коллектора сухого газа Уренгойского НГКМ, на котором при проведении ультразвукового контроля выявлены внутренние неоднородности, распределенные по толщине трубы с наибольшей концентрацией в центре проката.

Целью исследования являлось установление причин образования выявленных неоднородностей. Исследования проводились с использованием методов химического анализа, механических испытаний и оценки микроструктуры. По итогам проведенных исследований установлено соответствие химического состава и механических свойств ТУ 40/48/56/79+ и API 5LX вне зависимости от наличия неоднородности. Исследования микроструктуры показали, что наблюдаемые неоднородности не являются внутритрубными расслоениями металла труб, а представляют собой прослойку бейнита с раскатанными неметаллическими включениями.

На основании проведенных исследований сделан вывод, что бейнитная прослойка является специфическим дефектом, связанным с ликвационными механизмами в процессе непрерывного литья заготовки, который не ухудшает прочностные и пластические свойства металла труб.

Анализ методик технико-экономического обоснования при выборе энергопривода магистральной газотранспортной системы

*А.У. Жумагулова, Д.М. Ляпичев
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Выбор энергопривода газоперекачивающих агрегатов (ГПА) на компрессорных станциях при проектировании магистрального газопровода имеет высокую важность, так как именно этот фактор во многом определяет объемы капитальных и операционных затрат. Современные технологические решения, в том числе в сфере частотного регулирования привода, позволяют практически сравнивать области применения газотурбинного и электроприводного приводов с точки зрения особенностей эксплуатации. Вместе с тем решающим фактором при выборе энергопривода является экономическое обоснование вариантов.

Существующие методики технико-экономического обоснования при выборе энергопривода были разработаны отечественными учеными в конце прошлого века. В основу расчета, как правило, ложатся критерии, основанные на оценке операционных затрат, формируемых из расходов на топливо для газотурбинного привода или электрической энергии для электроприводного двигателя. Помимо этого, в некоторых методиках учету подлежат расходы на смазочные материалы и воду, сопоставляемые для рассматриваемых видов привода, исходя из их особенностей эксплуатации. Также в расчете могут учитываться расходы на ремонтно-техническое и энергетическое обслуживание, амортизационные отчисления в средне-годовом эквиваленте и, наконец, расходы на выплату заработной платы задействованному персоналу.

В работе проанализированы существующие методики технико-экономического обоснования при выборе привода ГПА, проведен их сравнительный анализ и обоснована целесообразность их совершенствования.

Внедрение концептуально нового подхода к обработке данных ВТД и других видов диагностических обследований ЛЧ МГ на базе геоинформационных технологий

*К.В. Зайцева, Д.В. Дебенко
(ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»)*

В настоящее время методом внутритрубной диагностики (ВТД) обследовано около 7 тыс. км линейной части магистральных газопроводов в ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», что составляет более 80 % от общей обслуживаемой протяженности. При этом результаты ВТД, содержащие в себе информацию о каждой трубе, элементе обустройства, дефектах, составляют большой массив табличных структурированных данных.

Для решения задач хранения результатов ВТД, планирования и учета обследований в шурфах, а также ремонтных работ на платформе MS Excel в 2016 г. была разработана и внедрена в промышленную эксплуатацию система учета дефектов (СУД). При всех достоинствах реализованного подхода к управлению данными ВТД был выявлен ряд следующих недостатков:

- высокая трудоемкость при обработке данных ВТД;
- отсутствие многопользовательского режима работы;
- единый интерфейс для пользователей с разными ролями;
- отсутствие географической привязки особенностей на карте;
- отсутствие истории изменений.

Для решения вышеуказанных проблем, а также с учетом реализации мероприятий по импортозамещению программного обеспечения в докладе приведено описание реализации видоизменной схемы обработки результатов диагностических обследований, новой версии технического решения системы учета дефектов с использованием геоинформационных и web-технологий и достигнутый при этом положительный эффект:

- оптимизирован процесс внесения данных ВТД;
- переход на более устойчивую платформу;
- преемственность новой системы;
- возросшая функциональность системы;
- возможность интеграции ВТД с картографическими материалами.

Применение нейронных сетей для обнаружения и классификации дефектов при визуальном осмотре лопаточного аппарата газотурбинного двигателя

*О.В. Беляев
(ООО «Газпром трансгаз Югорск»)*

Настоящая работа направлена на исследование и применение технологий компьютерного зрения, сверточных нейронных сетей для обнаружения и классификации дефектов лопаточного аппарата газотурбинного двигателя.

Актуальность работы связана с возможностью автоматизации процессов проведения неразрушающего контроля, цифровизацией промышленности, применения методов машинного обучения. В ходе исследования создано три набора данных для задач обнаружения и классификации дефектов.

Результатом исследования является разработанная модель обнаружения и классификации дефектов лопаточного аппарата газотурбинного двигателя. Обучение моделей проходило с использованием сверточных нейронных сетей семейства YOLO v8. Наилучшая модель в задаче обнаружения дефектов имеет метрику Recall = 74 %, для задачи классификации Recall = 88 %. Произведена оценка и выбор наилучшей модели по показателю средней точности mAP_{0,5} = 71 % для обнаружения дефектов и mAP_{0,5} = 87 % для классификации повреждений.

В будущем запланировано использование модели для повышения эффективности визуального осмотра за счет сокращения времени на обнаружение и классификацию дефектов, прежде чем повреждения лопаточного аппарата приведут к остановке агрегата, возникновению аварийной ситуации и последующему дорогостоящему ремонту газотурбинного двигателя.

Оптимизация технологических решений по установке очистки газа на линейных компрессорных станциях

*К.В. Пахтеев, Д.Г. Репин
(ООО «Газпром проектирование» –
Нижегородский филиал)*

В работе приводится исследование возможности оптимизации капитальных и эксплуатационных затрат на линейные компрессорные станции (КС) за счет различных решений в части установок очистки газа (УОГ).

До недавнего времени применение УОГ на линейных КС обуславливалось необходимостью очистки газа от вновь попадающих загрязнений, существенной частью которых являлись безвозвратные потери масла из системы масляных уплотнений ГПА при работе нагнетателя. Ввиду того, что в настоящее время в основном на КС применяются ГПА с сухими газодинамическими уплотнениями (СГУ) и магнитным подвесом ротора, исключаящие данную проблему, возникает вопрос рентабельности УОГ на линейных КС из-за высоких капитальных вложений и эксплуатационных затрат, а также дополнительных затрат на сжигание топливного газа для компенсации локальных потерь давления (до 1,5 %) на УОГ.

Для оптимизации затрат рассматриваются такие варианты компоновки УОГ на существующих и вновь проектируемых линейных КС, как «Байпасная линия на УОГ», «Демонтаж УОГ», «Исключение УОГ». Проведенное технико-экономическое сравнение с существующим вариантом показывает рентабельность всех трех альтернативных проектных решений.

Однако варианты «с проектом», противоречащие нормативным требованиям, могут привести к возникновению рисков попадания механических примесей и посторонних предметов в ГПА и запорную арматуру. Для оценки рисков были проанализированы статистические данные некоторых эксплуатирующих организаций в части объемов уловленных примесей на ПУ, позволившие выработать основные принципы и компенсирующие мероприятия для обоснования рассматриваемых проектных решений в рамках исследования по повышению энергоэффективности линейных КС ПАО «Газпром».

Исследование эффективности применения турбодетандерной установки на газораспределительной станции как источника электрической энергии и холода

*М.В. Холодов, Д.В. Косолапов
(ООО «Газпром проектирование» –
Нижегородский филиал)*

Ежегодно на газораспределительных станциях вследствие снижения давления газа до заданного уровня перед подачей его потребителям теряется до 15 млрд кВт·ч энергии. Соответственно, энергоэффективность данных станций можно повысить за счет утилизации избыточной энергии газового потока путем внедрения турбодетандерных энергетических установок (ТДЭУ).

Целью проведенной работы является исследование эффективности применения турбодетандерной установки на ГРС, а также поиск оптимальных условий для внедрения данного оборудования.

В процессе исследования было проанализировано несколько типов схем ТДЭУ и расчет их основных параметров, а также был проведен технико-экономический анализ для каждой схемы в зависимости от расхода природного газа на ГРС.

На основании результатов проведенного экономического сравнения можно подтвердить, что для рассматриваемых случаев внедрения ТДЭУ энергоэффективными оказались установки с одновременным производством электроэнергии и холода на ГРС производительностью 500 тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$ и 1000 тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$, так как имеют положительную прибыль (10,12 и 11,08 % от капитальных вложений) в конце срока эксплуатации.

В настоящее время практически на всех ГРС страны снижение давления перекачиваемого газа осуществляется запорно-регулирующей арматурой, однако внедрение ТДЭУ на узлах редуцирования позволяет достичь высокого технологического эффекта за счет выработки дополнительной электроэнергии и холода для обеспечения собственных нужд станции и продажи избыточной энергии возможным потребителям.

Разработка методики по управлению оборудованием электрохимической защиты на основании показателей надежности и остаточного ресурса

*Д.И. Пьянзин, Д.А. Васин
(ООО «Газпром проектирование» –
Нижегородский филиал)*

Изменяя рабочие параметры системы электрохимической защиты (ЭХЗ) на оптимальные показатели, можно уменьшить нагрузку на рабочие элементы системы ЭХЗ, тем самым продлить ресурс оборудования.

Авторами предлагается методика по оптимальному регулированию режимов работы станций катодной защиты (СКЗ), учитывающая показатели надежности и остаточного ресурса. Реализация алгоритма позволит выявить наиболее уязвимые элементы системы, определить время безаварийной работы, снизить вероятность отказа.

Предлагаемый алгоритм реализуется для линейной части объектов транспорта нефти и газа. По полученным исходным данным производится:

- расчет влияния смежных СКЗ на защитный потенциал;
- анализ вариативности состояний системы на предмет отказа;
- создание Марковской модели надежности для определения величин вероятностей состояний системы с последующим определением коэффициента готовности;
- определение остаточного ресурса системы ЭХЗ;
- регулирование режима работы системы ЭХЗ до оптимальных показателей с учетом критериев по ресурсу и надежности. За критерий надежности принимается коэффициент живучести.

Проработка методики на объектах с различным временем эксплуатации показала значительное отличие по показателям надежности. Реализация работы алгоритма на объектах с длительным сроком эксплуатации была направлена на поддержание работы системы, на объектах с малым сроком – на оптимизацию выходных параметров.

Повышение эффективности рекуперации паров на морских терминалах

*В.С. Густов (ООО «Газпром экспо»),
В.В. Пшенин (Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II)*

Внедрение установок рекуперации паров на производственных площадках морских терминалов, на которых осуществляются операции погрузки на танкеры нефти и нефтепродуктов, обеспечивает экологичность, безопасность и коммерческую эффективность технологического процесса. Новая методика оценки конкурирующих технологий позволяет произвести объективную оценку применения различных технологий улавливания паров с учетом различных факторов и выбрать наиболее подходящую технологию для каждого объекта.

Внедрение установок рекуперации паров на объектах налива нефти и нефтепродуктов направлено на достижение следующих целей:

- 1) повышение уровня экологической безопасности при проведении технологических операций погрузки;
- 2) обеспечение ресурсосбережения в части предотвращения потерь легких компонентов при испарении;
- 3) обеспечение безопасного процесса погрузки танкера за счет недопущения достижения опасных концентраций в зоне налива на причальных сооружениях;
- 4) достижение коммерческих показателей за счет вовлечения уловленного продукта во вторичный оборот и использование наличия установки рекуперации паров (УРП) на терминале как конкурентного преимущества.

Необходимо отметить, что УРП разных типов имеют свои эксплуатационные особенности.

В рамках развития научных исследований, по независимой оценке, работы установок различного типа были проведены исследования работы УРП конденсационного типа оригинальной разработки на одном из терминалов Балтийского моря.

Разработка метода объективной оценки конкурирующих технологий рекуперации паров при наливе нефти и нефтепродуктов в танкеры позволит значительно снизить воздействие на окружающую среду и повысить экономическую эффективность всего технологического процесса.

Способ определения напряженно-деформированного состояния газопроводов на основе цифровых данных беспилотного летательного аппарата

*Р.Р. Гайнетдинов (ООО «Газпром трансгаз Уфа»),
А.А. Ливин, В.Ф. Баширов (Филиал 644 ПАО «Газпром»)*

Разработан способ определения напряженно-деформированного состояния газопроводов на основе цифровых данных беспилотного летательного аппарата. Способ основывается на использовании высотных отметок с высокоточной геодезической привязкой. Новый способ позволил получить хорошую сходимость с данными геодезической съемки с использованием нивелира.

Одним из актуальных вопросов безопасной эксплуатации магистральных газопроводов ПАО «Газпром» является контроль уровня напряженно-деформированного состояния (НДС) на участках упругопластических изгибов. В соответствии с требованиями СП 86.13330.2012 минимально допустимые радиусы упругого изгиба газопровода при укладке в траншею должны быть не менее $1000D$.

Предложенный способ позволяет:

1. Обеспечить дополнительный контроль за физическими объемами работ, выполняемых подрядной организацией при строительстве новых и капитальном ремонте существующих газопроводов.
2. Выполнять обследования протяженных участков газопроводов на предмет выявления ненормативного уровня НДС.
3. Повысить эффективность проведения геодезических измерений, выполняемых специалистами Общества.

Способ контроля герметичности подводных переходов

М.Ю. Лехин
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

Проблеме своевременного обнаружения места разгерметизации (утечки) и контроля герметичности на подводных переходах магистральных нефте- и продуктопроводов, транспортирующих жидкое углеводородное сырье и продукты его переработки, в настоящее время в Российской Федерации и за рубежом уделяется особое внимание.

Результатом выполненной работы является разработка метода повышения безопасности трубопроводного транспорта углеводородов, подача заявки на получение патента на изобретение от 19.12.2022 № 2022133622, решение о выдаче патента от 05.03.2024 «Способ и устройство контроля герметичности переходов через преграды». Изобретение относится к области строительства и эксплуатации трубопроводов, в частности газопроводов.

Целью создания настоящего изобретения является обнаружение неисправности в подводном переходе трубопровода, а также возможность определения характера данной неисправности.

Техническим результатом заявляемого способа и устройства контроля герметичности переходов через преграды является повышение качества и информативности при контроле за безопасной эксплуатацией переходов трубопроводов через преграды, а также расширение эксплуатационного функционала контроля переходов.

Технический результат достигается за счет способа контроля герметичности переходов через преграды, заключающегося в том, что контроль герметичности перехода трубопровода через преграду, выполненного по схеме «труба в трубе», осуществляют за счет контроля изменения давления в межтрубном пространстве с помощью манометра, установленного в соответствующем запорно-регулирующем узле на береговой части перехода, после чего газоанализатором, устанавливаемым извне в герметичный карман запорно-регулирующего узла, связанного с межтрубным пространством, определяют характеристики загазованности среды межтрубного пространства, по которым делают вывод о характере повреждения трубопровода.

Условия размещения подводной дожимной компрессорной станции на месте эксплуатации

Н.Н. Зайцев
(ООО «Газпром добыча Надым»)

ООО «Газпром добыча Надым» является одним из лидеров по объемам добычи природного газа. Общество эксплуатирует 4 месторождения: Бованенковское, Медвежье, Юбилейное, Ямсовейское, ожидается ввод в эксплуатацию Харасавэйского месторождения. На Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении (БНГКМ) подготовка газа к транспорту осуществляется на установках комплексной подготовки газа по технологии низкотемпературной сепарации газа с применением трубодетандерных агрегатов (ТДА), а ежегодный объем добычи составляет свыше 110 млрд м³.

При эксплуатации ТДА со сменной проточной частью (СПЧ) со степенью расширения (Пт) 1,7 и системой управления активными магнитными подшипниками (СУАМП) производства S2M (Франция) отмечены ограничения работы агрегатов, связанные с превышением допустимых уровней вибрации, в том числе приводящие к аварийным остановам вследствие как механического несовершенства деталей, так и газодинамических сил, влияющих на ротор. Автором рассмотрены причины возникновения и способы устранения данных явлений в целях снижения уровней вибрации до допустимых значений во всем диапазоне работы ТДА.

В настоящее время в рамках технического перевооружения на БНГКМ проведены работы по замене СПЧ с Пт = 1,7 на СПЧ с Пт = 2,3 и внедрению СУАМП производства АО «Газпром автоматизация» и магнитных подшипников производства ООО «ЭМАС-Турбо» в количестве 20 единиц, при этом на 18 из них проведены комплексные диагностические обследования с целью определения фактической механической надежности. В ходе работ отмечены различные недостатки оборудования и программного обеспечения: повышенная вибрация (как по параметру перемещения, так и виброперемещения), неинформативность данных, выводимых на автоматизированном рабочем месте оператора технологических установок подготовки газа, неполнота данных, фиксируемых архивом системы управления магнитными подшипниками.

Автором рассмотрены общие подходы к проведению приемки оборудования на объекте эксплуатации, опыт использования отечественного оборудования для вибрационной диагностики с применением программно-вычислительного комплекса MIC-200M, а также проведена оценка информативности и достоверности данных, фиксируемых штатными средствами (АРМ, СУМП).

Применение геофизических исследований при обследовании грунтов основания линейных сооружений (трубопроводов) в криолитозоне

*Д.В. Копылов, А.П. Шабашов
(ООО «Меретояханефтегаз»)*

Для получения геологической информации о грунтах оснований трубопроводов в рамках работ по геотехническому мониторингу (ГТМ) и оптимизации термометрических наблюдений предлагается применение геофизики, бесконтактной электроразведки методом сопротивлений с высокоплотной системой наблюдений и обработкой полученных данных с помощью двумерной инверсии в комплексе с термометрией. Выбор геофизического метода электроразведки обусловлен дифференциацией талых и мерзлых грунтов по удельному электрическому сопротивлению (УЭС). Условно, понижение температуры и возрастание содержания льда в грунтах приводит к увеличению УЭС грунта и, наоборот, увеличение температуры и влажности грунтов приводит к уменьшению УЭС. Бесконтактная электроразведка менее трудозатратна и быстрее по сравнению с термометрией, возможно разделение участков мерзлых и талых грунтов непрерывно по трубопроводу. Периодичность проведения термометрических измерений в рамках ГТМ может быть сокращена при стабилизации температурного поля грунтов в допустимых проектом значениях. На участках, где залегают стабильно мерзлые грунты, по данным нескольких циклов наблюдений термометрии и электроразведки периодичность термометрических наблюдений предлагается оптимизировать в пользу электроразведочных наблюдений. На участках, где залегают талые грунты, – термометрию выполнять согласно проектной документации. В результате комплексирования электроразведки и термометрии в системе ГТМ будет получена более детальная информация о расположении талых и мерзлых грунтов сооружений и оптимизируются трудоемкие термометрические наблюдения.

Организация обогрева отсеков и маслобаков ГПА-ц-6,3/56м в период низких температур наружного воздуха

*К.С. Красильников
(ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»)*

При одновременном нахождении всех ГПА КЦ № 1 КС «Пикалево» в состоянии «РЕЗЕРВ» или «РЕМОНТ» штатная система взаимообогрева не выполняет свои функции, вследствие этого необходимо подогревать отсеки переносными электрическими конвекторами, а также скачивать масло в насосную масел с целью его подогрева.

Для поддержания предпусковых условий в период низких температур наружного воздуха автором разработана система водяного обогрева маслобаков и отсека двигателя ГПА.

С целью реализации обогрева во время длительного простоя ГПА на КЦ № 1 осуществлен монтаж радиаторов обогрева в отсеке двигателя в количестве двух штук с подводом к ним трубопровода от стационарной магистрали отопления. А также подключены змеевики в маслобаках ГПА, что в свою очередь позволяет сократить время подготовки ГПА к пуску и поддерживать нормальные условия по температуре в отсеке двигателя и маслобаке.

Данная разработка позволяет поддерживать предпусковые условия во время длительного простоя или в период низких температур окружающего воздуха. Решение проблемы с обогревом позволило значительно сократить время подготовки к пуску. Применение водяного обогрева исключает расход электроэнергии на обогрев маслобаков и отсеков, что позволяет более эффективно выполнять программу по энергосбережению.

Разработка имеет высокую практическую ценность, так как отопление ГПА является важным аспектом его безопасной и эффективной эксплуатации.

Капитальный ремонт без вовлечения новой трубной продукции действующего участка газопровода с повышением категории в местах нарушения минимальных расстояний

*В.Р. Лукашенко, В.О. Иванов
(ООО «Газпром трансгаз Волгоград»)*

На сегодняшний день Общество вкладывает большие средства для обеспечения необходимыми материально-техническими ресурсами объектов капитального ремонта. С целью оптимизации затрат было принято решение максимально сократить объем работ, выполняемых подрядными организациями, путем повышения категории участка магистрального газопровода.

Рассмотрим существующие методы капитального ремонта линейного участка магистрального газопровода:

- выборочный ремонт локальных участков газопровода по данным диагностики;
- замена участка газопровода на участок из новых труб с демонтажем старого.

Предлагаемый метод капитального ремонта способствует повышению категории участка газопровода в местах нарушения минимальных расстояний.

В докладе приводятся результаты проведенного экономического анализа существующих и предложенных методов ремонта.

Сделан вывод о том, что применение данного метода значительно сокращает сроки и затраты на капитальный ремонт газопровода, а также повышает уровень качества диагностики и ремонта дефектных стыков труб.

Методика комплексной оценки трассы действующих подземных трубопроводов в условиях карстоопасности

*Д.А. Нечаев, А.Н. Колов
(ООО «Газпром добыча Ноябрьск»)*

Учитывая особенности развития карстового процесса, связанные с его скрытым процессом протекания, серьезными разрушениями грунтового основания и т.д., прогнозирование такого процесса для территорий, на которых расположены трассы линейных трубопроводов, особенно важны.

Для анализа опасности карстово-суффозионных процессов, рассматривая их влияние на трубопроводы, предлагается внедрить следующую последовательность действий:

- применить методы дистанционного зондирования для выявления признаков карста и суффозии;
- использовать моделирование для прогнозирования развития карстово-суффозионных процессов;
- разработать сценарии экстренных ситуаций и планы мероприятий для своевременного реагирования и предотвращения ущерба большого масштаба.

В качестве ключевого компонента предлагается применять многоступенчатый подход к оценке восприимчивости к риску карстово-суффозионных процессов при помощи метода соотношения частностей (Frequency Ratio, FR) и ГИС-технологий, таких как ArcGIS.

Этот подход позволяет комплексно оценить потенциальную опасность карстово-суффозионных процессов и спланировать необходимые меры по предотвращению или минимизации их отрицательного воздействия на трубопровод и окружающую среду. А превентивное выявление потенциально опасных участков позволяет предпринять необходимые меры и уменьшить вероятность аварий и нештатных ситуаций.

Контроль геодинамического состояния газопроводов, расположенных на потенциально опасных участках

А.Н. Пивоварчик
(ООО «Газпром диагностика»)

Одним из приоритетных направлений работы ПАО «Газпром» является обеспечение бесперебойных поставок природного газа конечному потребителю, что подразумевает повышение надежности всех элементов газотранспортного оборудования. Несмотря на большой спектр диагностических работ общего направления, вопросы геодинамической безопасности трубопроводов газотранспортных систем, пролегающих в зонах опасных природно-техногенных рисков (оползни, карсты, зоны активных тектонических разломов и пр.), в программе работ технической диагностики и экспертизе промышленной безопасности практически не рассматриваются.

Среди всех существующих методов, позволяющих отслеживать геодинамическое состояние системы «труба-грунт», выделяется радиоволновой метод. Технология радиоволнового диагностирования может быть использована в двух вариантах: высокочастотном и низкочастотном. Последний базируется на основе выполнения изысканий способом радиоволнового поля Земли. Он основан на возникновении локальных электромагнитных полей при механо-электрических преобразованиях горных пород под воздействием механических нагрузок. Частота электромагнитных импульсов является индикатором процессов деформаций в скрытой стадии их развития, позволяя локализовать места подготавливаемых нарушений сплошности.

Эффективность применения радиоволновых методов диагностирования состояния потенциально опасных геодинамических участков отмечена во многих научно-исследовательских работах, их использование хорошо зарекомендовало себя на целом ряде объектов ПАО «Газпром».

Комплексный подход к геодезическому мониторингу на объектах газового комплекса

Д.Р. Баширова
(АО «Газпром диагностика»)

В рамках комплексного подхода к геодезическому мониторингу на объектах газового комплекса предлагается интеграция данных инженерно-геологических изысканий и результатов геодезических наблюдений. Основные принципы заключаются в следующем:

1. Создание комплексной геомеханической модели на основе выполненных инженерно-геологических изысканий.

2. На основании построенной комплексной геомеханической модели выполнение проектирования оптимальной геодезической сети (расположение высотной опорной сети вне зоны влияния деформационного процесса, деформационной сети – на основе анализа напряженно-деформированного состояния). Предварительная оценка скорости деформационного процесса.

4. Выполнение геодезических наблюдений и, на их основе, верификация полученной модели.

5. Расчет необходимого и достаточного интервала между циклами наблюдений.

6. По результатам выполненных циклов наблюдений создание прогнозной модели на основе методов машинного обучения и оценка качества выполненного прогнозирования.

Оптимизация технических решений по развитию магистрального газопровода с учетом неравномерности газопотребления

М.В. Дорохова
(АО «Газпром промгаз»)

Цель работы заключается в оптимизации предлагаемых технических решений по развитию магистрального газопровода путем учета неравномерности газопотребления и использования запаса газа, накапливаемого в трубопроводе в периоды сниженного потребления.

В работе реализован подход к оценке резерва пропускной способности магистрального газопровода и выполнена оптимизация технических решений по развитию на среднесрочную перспективу с учетом неравномерности газопотребления, что рекомендовано пунктом 9.3.5 Р Газпром 091-2010 без регламентирования порядка выполнения.

Для моделирования нестационарного режима выполнены анализ неравномерности существующего и перспективного газопотребления, учет количества аккумулированного газа и оценка резерва пропускной способности существующего магистрального газопровода в пиковый период потребления.

Результаты моделирования стационарного режима показывают, что обеспечение пиковых режимов невозможно без строительства новой компрессорной станции. Результаты моделирования нестационарного режима газопотребления подтверждают возможность обеспечения поставки газа новым потребителям без реализации дополнительных технических мероприятий по линейной части.

Моделирование стационарного и нестационарного режимов газопотребления на среднесрочную перспективу позволяют обосновать оптимизацию технических решений по развитию магистрального газопровода.

Исследование реологических свойств высоковязкой нефти Северо-Комсомольского месторождения

*А.К. Николаев, А.С. Голунцов
(Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II)*

В настоящее время проблема транспортировки высоковязкой нефти остается актуальной, так как уникальные реологические свойства нефти на каждом месторождении создают трудности для создания единой оптимальной методики транспорта неньютоновской нефти. Основные трудности в транспорте неньютоновской нефти связаны с ее особыми реологическими характеристиками.

Изучение методов транспортировки высоковязких нефтей выявляет четыре основных подхода: нагрев, разбавление, эмульгирование и гидротранспорт.

В ходе исследования были проведены эксперименты по определению реологических свойств нефти Северо-Комсомольского месторождения в диапазоне температур от 5 до 60 °С, получены зависимости динамической вязкости от скорости сдвига.

По результатам экспериментов определен диапазон температур, в котором нефть переходит от неньютоновских свойств к ньютоновским.

Оптимизация технических решений по развитию магистрального газопровода с учетом неравномерности газопотребления

М.А. Галиев

*(ЭПУ «Казаньгоргаз», ООО «Газпром трансгаз Казань»),
Запевалов Д.Н. (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

На сегодняшний день на газотранспортных предприятиях большое значение придается совершенствованию методов и средств сбора информации. Большая часть газопроводов в условиях городской агломерации выполнены в подземном исполнении и подвержены воздействию негативных факторов со стороны как почвы, так и электротранспорта. С целью получения актуальных данных была разработана технология системы бесконтактного сбора, передачи и хранения данных электрохимической защиты (ЭХЗ).

Принцип действия устройства основан на бесконтактной передаче данных ближнего радиуса действия (NFC). Устройство имеет три канала для фиксации основных параметров работы станции ЭХЗ:

- 1) выходной ток нагрузки установки ЭХЗ;
- 2) выходное напряжение установки ЭХЗ;
- 3) защитный потенциал подземного газопровода.

При использовании устройства исключаются такие операции, как:

- 1) запись результатов измерений на промежуточные бумажные носители (журнал установки ЭХЗ и промежуточный носитель);
- 2) перенос данных с бумажного носителя в электронную базу данных;
- 3) перенос в протокол измерений при контроле эффективности станции ЭХЗ.

Экономический эффект от использования устройства достигается за счет сокращения времени на выполнение технического обслуживания, уменьшения пробега автотранспорта, повышения достоверности результатов.

Организация геотехнического мониторинга объектов ГТС в процессе их эксплуатации

*С.А. Калюжный, И.В. Кузнецова, Р.В. Овчинников
(ООО «Газпром трансгаз Краснодар»)*

На протяжении всего периода эксплуатации объектов ГТС (ГОСТ 27751-2014, табл. 1, не менее 25 лет) под воздействием антропогенной нагрузки и природных факторов происходят изменения режима водотока, инженерно-геологических свойств, а также деструктивные процессы в используемых материалах. В связи с этим возникает необходимость контроля за развитием указанных процессов, влияющих на безаварийную работу ГТС. Различают мониторинг состояния и параметров. Целью мониторинга по состоянию является контроль за развитием предельных состояний и принятия мер по недопущению их развития. Мониторинг параметров нацелен на наблюдение за определенными параметрами. Мониторинг осуществляется в отношении зданий и сооружений, однако окружающий грунтовый массив, включающий в себя эти объекты, также требует мониторинга для обеспечения безопасной эксплуатации.

Нормативного документа в ПАО «Газпром» по организации геотехнического мониторинга (ГТМ) в нормальных природных условиях на сегодняшний день нет, что затрудняет разработку программ по его ведению и определению количественных характеристик допустимого уровня техногенных воздействий.

В настоящей работе предлагается риск-ориентированный подход, при котором объем работ по ГТМ будет зависеть от степени риска и сложности объекта, а также разработка и создание системы слежения, включающей электронные датчики параметров грунта и блок передачи данных на АРМ ответственного работника, что позволит следить за удаленными и труднодоступными объектами.

Перспективы предобучения в задачах получения математических моделей элементов энергосистемы

*И.И. Мансуров
(ООО «Газпром трансгаз Чайковский»)*

В настоящее время получение математических моделей остается трудозатратной и ресурсотребовательной задачей. В связи с этим возникают вопросы по получению быстродействующих математических моделей.

Одним из вариантов решения является использование нейронных сетей, которые значительно упрощают процедуру получения математических моделей. Однако сама процедура обучения нейросетевых математических моделей также требует достаточно большого количества времени. Поэтому актуальным вопросом является ускорение процедуры получения нейросетевых математических моделей объектов, в частности, газотурбинной установки (ГТУ) и газотурбинной электростанции (ГТЭС).

В данной работе предлагается способ получения быстро решаемых нейросетевых математических моделей ГТЭС и ГТУ – это гипотеза предобучения, позволяющая уменьшить время обучения и ошибку нейронной сети.

В результате исследования получены быстро решаемые нейросетевые математические модели ГТЭС и ГТУ, которые превосходят по скорости работы и точности классические математические модели.

Результаты данных исследований имеют практическую ценность в рамках разработки и внедрения цифрового двойника компрессорной станции, над которой работают специалисты ООО «Газпром трансгаз Чайковский».

Бесконтактные методы измерения постоянного тока

Н.С. Неровный
(ООО «ГСП-Комплектация»)

В настоящее время в эксплуатации ПАО «Газпром» находятся более 50 % магистральных газопроводов, возраст которых более 30 лет. Данные участки газопроводов требуют проведения как наземных, так и надземных обследований, в том числе для объектов, не подготовленных для проведения внутритрубного диагностического обследования. Целью обследования является определение технического состояния газопровода, наличие в нем коррозионных дефектов и дефектов защиты покрытий.

Наиболее перспективный метод оценки коррозионного состояния газопровода основан на контроле постоянных и переменных электромагнитных полей, в частности, для контроля постоянных блуждающих токов.

Основными источниками блуждающих токов, наведенных в трубопроводе, являются электрифицированные железные дороги, воздействия линий электропередач (ЛЭП), в городских условиях – электротранспорт (трамвай, метрополитен).

Показателем наличия блуждающих токов от источников постоянного тока в грунте являются изменение во времени значений потенциалов (абсолютной разности потенциалов между наибольшим и наименьшим значениями), превышающие 0,5 В, при измерении в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно электродов сравнения, отнесенных друг от друга на 100 м (ГОСТ 9.602-2016).

Получить значения силы тока, протекающего по трубопроводу, возможно с помощью контактного (по падению напряжения) или бесконтактного измерения.

Варианты измерения тока на основе измерения магнитных полей является нетривиальной задачей.

В докладе рассмотрены варианты создания измерителей постоянного тока, оценена возможность использования решений на современной электронной базе.

Решение задач позволит прогнозировать степень опасности дефектов и совершенствовать технологии поиска, локализации коррозионных дефектов.

Отбор воздуха после КНД ГТУ-25П на нужды СГУ и обдува магнитного подвеса ГПА-25М-02 (03,04)

*И.О. Гончаров
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)*

Система обеспечения барьерным воздухом (БВ) предназначена для охлаждения магнитного подвеса, предотвращения появления взрывоопасной концентрации газа после вторых ступеней сухих газодинамических уплотнений (СГУ) и для подачи воздуха на обдув опоры турбины низкого давления при останове газоперекачивающего агрегата (ГПА).

Необходимое избыточное давление в системе создается компрессором барьерного воздуха (КБВ), приводимым в движение электродвигателем, а также отбором после 7-й ступени компрессора высокого давления (КВД) газотурбинной установки ГТУ-25П. В составе ГПА-25 «Урал» два КБВ – один в работе, второй, на случай отказа первого, в резерве. Отбор после 7-ой ступени КВД подпитывает ресивер, воздух из которого подводится в систему БВ в момент переключения рабочего КБВ на резервное, так как в этот промежуток времени КБВ не обеспечивают СГУ воздухом необходимых параметров.

Так как отбор после 7-ой ступени осуществляется через сечение маленького диаметра, и расход воздуха на входе в ресивер намного меньше, чем на выходе, то в случае поломки рабочего КБВ и отказа запуска резервного произойдет останов агрегата со стравливанием газа из контура нагнетателя.

Для исключения возникновения подобной ситуации НПО «Искра» предложили конструкторское указание (КУ) № 121-16-721. Смысл КУ заключается в отключении КБВ на всех режимах работы ГПА, кроме пуска и останова, и обеспечении системы БВ воздухом, необходимых параметров за счет увеличения диаметра трубопровода отбора от 7-ой ступени КВД. Использование данного решения приведет к следующим проблемам: выпадение капельной влаги при высокой степени понижения давления воздуха, нагрев циклового воздуха перед ГТУ, дополнительные затраты электроэнергии на работу активного теплообменника.

Так как существующая схема обеспечения барьерным воздухом, а также КУ № 121-16-721 имеют множество недостатков, а в случае с КУ № 121-16-721 возникнут еще и эксплуатационные ограничения, было разработано техническое решение об использовании в качестве барьерного воздуха отбора после компрессора низкого давления (КНД) ГТУ-25П.

В работе проведены математический анализ отбора после КНД и отбора после 7-ой ступени КВД, сравнение их энергоэффективности, оценка стоимости реализации и влияния их на эксплуатационные характеристики ГТУ. Также предложены две схемы реализации отбора от КНД, изложены преимущества перед КУ № 121-16-721 и существующей схемой обеспечения барьерным воздухом.

Анализ ошибок при проектировании технологической обвязки компрессорной станции

М.Р. Самохвалов
(ООО «Газпром трансгаз Москва» –
филиал «Московское ЛПУМГ»)

В начале 80-х гг. XX столетия при строительстве и эксплуатации большинства компрессорных цехов, предназначенных для транспортировки природного газа по магистральным газопроводам, эксплуатирующие организации столкнулись с повышенной вибрацией входных и выходных агрегатных газопроводов, не работающих ГПА. Большая часть таких цехов сооружались по однотипному проекту, с 5-ю или 6-ю ГПА единичной мощностью 16 МВт. Такие ГПА работают параллельно на общие входные и выходные коллектора, АВО газа и ПУ. В ходе эксплуатации было обращено внимание на тот факт, что в цехах с кольцевыми входными и выходными коллекторами наблюдалась повышенная вибрация входных/выходных агрегатных кранов неработающих ГПА, при работе цеха по схеме с крайними двумя неработающими агрегатами.

В ходе теоретических и практических исследований были выявлены и сформулированы критерии возбуждения тупиковых колебаний.

Определить наличие тупиковых колебаний можно по набору признаков. Первым из них является повышенная вибрация агрегатных кранов и присоединяющих трубопроводов нерабочих газоперекачивающих агрегатов. При этом таких агрегатов должно быть не меньше двух, присоединены они должны быть к одному общестанционному коллектору, а отношение длин тупиков принимать нечетные значения.

Вторым признаком является превалирование низкочастотных составляющих вибрации, которую при относительно высоких значениях можно считать гармонической.

Моделирование дефектов в зоне термического влияния продольного сварного шва и способ оценки качества металла этой зоны

*Л.А. Косарева
(ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»)*

Цель работы заключается в разработке универсального способа оценки качества сварного соединения газопровода. Способ основан на определении зависимости изменения структуры металла зоны термического влияния сварного соединения от значения дисперсии твердости. После проведения измерений твердости, вычисления дисперсии твердости металла определяется размер зоны термического влияния. Одновременно с этим определяется эталонное значение ее размера. Результатом является сравнение измеренного и эталонного значений, выраженное в процентах.

Для проведения экспресс-оценки качества сварного соединения ультразвуковым методом предлагается путем измерения твердости металла зоны термического влияния сварного шва вычислить значения дисперсии твердости в зависимости от координат участков зоны термического влияния, определить точку перехода от максимальных значений к минимальным, принять полученную точку за границу зоны термического влияния, расчетным методом определить ее эталонное значение, сравнить два полученных результата путем отношения и сделать заключение о качестве сварного соединения.

Разработан способ оценки качества сварного соединения без разрушения металла, который можно применять дополнительно, а также в местах, где выполнение внутритрубной диагностики невозможно. В 2022 г. получен патент РФ № 2759313, МПК: G01N 29/14. Способ оценки качества сварного соединения/ Михалев А.Ю., Косарева Л.А.; заявитель и патентообладатель ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

Методика газодинамического расчета центробежного компрессора смешанного хладагента

А.А. Смирнов (Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II),

Б.С. Александрук (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

Хладагенты применяются в нефтегазовой отрасли, начиная от холодильных установок прямого назначения и заканчивая охлаждением призабойной скважины бурения и даже контролем качества для нужд атомной энергетики. Есть два способа сжижения газа: классический цикл и цикл смешанного хладагента (СХА).

В работе стояла задача доказать эффективность цикла СХА перед классическим и подобрать методику расчета центробежного компрессора (ЦК). Классический цикл сжижения природного газа – 3 компрессора = 3 хладагента, цикл СХА – 1 компрессор = 3 хладагента. Меньше компрессоров – меньше стоимость оборудования. Классический цикл идет скачкообразно, цикл СХА протекает равномерно. По мимо этого СХА дает возможность управлять процессом в режиме онлайн. Для цикла СХА требуется ЦК с индивидуальной проточной частью, а также рабочие колеса с усиленным уплотнением. Для этого нужно разработать методику газодинамического расчета. Затем для удобства методика будет написана для ЭВМ на языке программирования Python. До начала газодинамического расчета требуется определить цикл, по которому будет идти процесс сжижения. Существуют базовые циклы, один из них будет взят за основу. По итогу работы будет повышена эффективность процесса сжижения природного газа, снижены затраты на оборудование, получена удобная программа для множественного расчета ЦК, в которую можно ввести начальные данные и получить индивидуальные характеристики компрессора.

О совершенствовании подходов к определению коэффициента заполнения трубопровода

*А.В. Борисов, Б.С. Александрук
(Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II)*

Определение объема перекачиваемого продукта во внутренней полости трубопровода является приоритетной задачей по диспетчеризации и оперативному учету транспортировки энергоносителей, в особенности в экспортных проектах. Для решения этой задачи применяют средства прямого и косвенного измерения на компрессорных станциях и газоизмерительных станциях.

Однако существуют препятствующие корректному измерению факторы, искажающие действительные данные по продукту перекачки:

- незаконная врезка и отбор продукта/утечка;
- дефект внутренней части трубопровода, газоводные скопления;
- геометрические расширения ввиду влияния термобарических параметров.

Данные факторы предполагают создание многофакторной модели учета объема перекачиваемого продукта в остановленном/работающем трубопроводе.

Для решения этой задачи была создана программа для ЭВМ на языке Python. Программа отображает эмпирические данные напряжений с датчиков, установленных во внутреннюю полость трубопровода. Первичное отображение коэффициента заполнения усредняется методом Ньютона – Гаусса и рассчитывает коэффициент заполнения, дополнительно определяя среды, находящиеся во внутренней полости трубы: нефть, газ, вода, воздух и иные скопления.

Программа может быть использована в задачах товарно-транспортных операций.

СЕКЦИЯ № 4
«ИНЖЕНЕРНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА
В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ»

Разработка метода расчета поврежденных элементов стальных конструкций

Е.А. Матвеев

*(ООО «Газпром проектирование» – Санкт-Петербургский филиал,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-
строительный университет)*

Практика технической экспертизы эксплуатации строительных конструкций зданий и сооружений показала, что допущенные ошибки при проектировании, изготовлении и монтаже приводят к дефектам, которые в процессе длительной эксплуатации получают развитие. В дополнение к ним конструкции получают также повреждения в процессе нарушения условий эксплуатации. Таким образом, полученные общие и местные повреждения в виде механических погнутостей, коррозии элементов сечения, а также вырезов частей сечения в сочетании с неравномерной осадкой конструкции и ее элементов весьма существенно снижают несущую способность. Нормативная оценка влияния перечисленных дефектов и повреждений на прочность и устойчивость элементов конструкций в настоящее время практически отсутствует.

Способ точечного анализа проб воды из артезианских скважин

В.И. Коновалов
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)

Согласно Федеральному закону от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», постановлению Правительства РФ от 11.02.2016 № 94 и лицензий на пользование недрами одна из важнейших задач, стоящих перед недропользователем (в рамках ведения мониторинга за подземными водами), – это контроль качественного состава подземных вод, формируемого в естественных условиях под действием природных или техногенных факторов. Также перед ликвидацией скважин на воду с извлеченным водоподъемным оборудованием необходимо производить отбор проб на химические показатели.

Данные требования распространяются на все категории гидрогеологических скважин, включая эксплуатационные для ХТВ, а также выведенные из эксплуатации по различным причинам контрольно-наблюдательные и наблюдательные, предназначенные для оценки водоносных горизонтов на пресные подземные воды для целей экологического мониторинга, включая полигоны ТБО и т.д.

Для решения данной задачи необходимо использование специализированного оборудования, позволяющего точно производить отбор проб на химический анализ с заданной глубины, на конкретные химические элементы, содержащиеся в воде и являющиеся определяющими с точки зрения вреда для здоровья человека.

Для проведения точечного опробования подземных вод в скважине предложено простое и экономически эффективное устройство для профилирования водоносного горизонта.

Перспективные конструктивные решения для опор ротора центробежного нагнетателя

Г.Е. Евтух
(ООО «Газпром инвест» –
филиал «Газпром ремонт»)

Газовая промышленность – одна из ключевых отраслей топливно-энергетического комплекса. Максимально эффективное использование пропускной способности газопроводов определяется оптимальным режимом их эксплуатации, в значительной степени зависящим от работы компрессорных станций с минимальными энергозатратами на сжатие и дальнейшую транспортировку газа по трубопроводу. Снижения энергетических затрат на перекачку газа по магистральному газопроводу можно достичь путем проведения работ по увеличению ресурса, надежности и обеспечения экологической безопасности нагнетателей газоперекачивающих агрегатов.

Опыт эксплуатации нагнетателей показывает, что подшипниковый узел ротора является одним из наиболее нагруженных компонентов, на который приходится 20–25 % всех аварийных остановов газоперекачивающих агрегатов. Проведенный анализ достоинств и недостатков различных видов и конструкций подшипников, применяемых в нагнетателях газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях магистральных газопроводов, дает возможность сделать вывод, что наиболее перспективными подшипниками являются лепестковые газодинамические подшипники с транспортируемым газом в качестве смазки.

Данные подшипники имеют ряд геометрических и физических параметров, которые можно варьировать для получения достаточной несущей способности при заданных рабочих скоростях вращения ротора, что требует дополнительных исследований.

В перспективе применение газодинамических подшипников позволит значительно упростить конструкцию нагнетателя за счет исключения маслосистемы с датчиками и улучшить массогабаритные показатели, а также снизить стоимость изготовления и обслуживания в эксплуатации.

Метод удаления отложения солей из проточной части и обвязки центробежного нагнетателя ГПА при компрессорном отборе газа на Увязовской промплощадке

*М.С. Третьяков
(ООО «Газпром ПХГ» –
филиал «Касимовское УПХГ»)*

В докладе представлены проблемы при эксплуатации газоперекачивающего агрегата (ГПА) во время компрессорного отбора газа и метод удаления солей из проточной части и обвязки центробежного нагнетателя (ЦБН) на Увязовской промплощадке.

В поиске технических решений, направленных на повышение энергоэффективности оборудования в сложившихся эксплуатационных условиях, с наименьшими затратами материальных и человеческих ресурсов, был разработан метод удаления солевых отложений из проточной части и обвязки ЦБН путем подачи дистиллированной воды через штатный штуцер перед сетчатым технологическим фильтром насосом высокого давления, что приводит к нормализации параметров работы оборудования.

Внедрение данного метода позволяет ГПА в условиях солеобразования работать бесперебойно и с максимальным экономическим эффектом, а Увязовской промплощадке выполнять ежегодный план по отбору газа.

Разработка эксплуатационного дросселя для системы подводной добычи

*И.В. Соловьев, Д.А. Андреев, И.А. Левченко
(ООО «Газпром 335»)*

Экономическая безопасность Российской Федерации неразрывно связана с технологической независимостью страны в части оборудования для добычи, транспортировки и переработки природного газа. Освоение шельфовых газоконденсатных месторождений является мировым трендом, в России активно осваиваются углеводородные ресурсы арктического и субарктического шельфов, однако отечественного оборудования для организации таких работ не существует.

С учетом постоянно усиливающегося санкционного давления, в целях обеспечения технологической независимости страны и развития отечественной промышленности реализуются проекты по созданию отечественной системы подводной добычи. Одним из ключевых элементов таких систем является подводная фонтанная арматура, которая имеет в составе штуцерный модуль, состоящий из элементов, которые интенсивно изнашиваются в процессе эксплуатации.

Эксплуатационный дроссель является критическим компонентом подводной фонтанной арматуры, без которого ее функционирование невозможно. Учитывая, что стоимость дросселя значительна, а поставки оборудования на территорию Российской Федерации не гарантированы, его разработка крайне актуальна и перспективна.

Разработан проект эксплуатационного дросселя для подводной фонтанной арматуры, который может применяться как на иностранном оборудовании, так и на отечественном. Сформирован ряд технологических решений, которые активно используются в создании отечественного подводного добычного оборудования.

Изготовление аналога пневмоцилиндра импортного производства

*А.Н. Анисимов
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)*

На установке комплексной подготовки газа Заполярного месторождения при подаче газа выветривания в межпромысловый коллектор компрессорной установкой Enerflex (с оппозитными компрессорами Ariel) возникает необходимость охлаждения компримированного газа аппаратом воздушного охлаждения (АВО).

На АВО газа компрессорной установки для регулирования створок жалюзи установлены пневмоцилиндры фирмы GARZO incorporated производства США. Основным элементом пневмоцилиндра является формованная прокатная диафрагма (с лавсановой нитью), которая вместе со стенками цилиндра образует герметичную воздушную камеру. Износ данной диафрагмы привел к нарушению герметичности воздушной полости и, как следствие, к нарушению работоспособности пневмоцилиндра.

Ввиду отсутствия возможности заказа диафрагмы у импортного поставщика была разработана новая конструкция пневмоцилиндра с возможностью изготовления в условиях механоремонтного участка.

Особенность новой конструкции заключается в обеспечении герметичности воздушной камеры за счет использования двух уплотнительных колец на поршне привода вместо диафрагмы, что значительно упростило конструкцию.

Совокупность признаков конструкции пневмоцилиндра позволила получить патент на полезную модель.

Оценка напряженного состояния в трубах большого диаметра, имеющих несовершенство формы

С.И. Погуляев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Трубы большого диаметра, используемые при транспортировке природного газа и других углеводородов, изготавливаются из листов различными методами формовки. В процессе формовки листу придают цилиндрическую форму, сваривают и экспандируют. В процессе таких операций возникают неравномерные пластические деформации, которые являются источниками остаточных напряжений. Кроме того, труба не имеет идеальный круглый профиль, а больше соответствует многоугольнику со сглаженными углами, которые невозможно отличить невооруженным глазом. На участках этого профиля возникают различные по уровню кольцевые напряжения. Эти напряжения в совокупности с остаточными могут провоцировать ускоренный рост трещин и других дефектов в процессе эксплуатации.

В докладе представлены методические подходы по измерению локальной кривизны, описывающей геометрические несовершенства формы трубы, и расхождения кромок после разрезки колец для установления остаточных напряжений. На основе выполненных измерений при использовании известных методов строительной механики и сопротивления материалов приведены расчетные подходы по оценке неравномерного распределения напряженного состояния в трубах большого диаметра, имеющих несовершенство формы и остаточные напряжения.

Способ корректировки положения ротора в собственных магнитных опорах

*И.О. Гончаров, И.И. Матюшкин, С.М. Рубин
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)*

Во время работы газоперекачивающего агрегата ГПА-25М-02(03,04) «Урал» ротор центробежного нагнетателя (ЦБН) находится в опорах магнитного подвеса (МП) во взвешенном состоянии. Положение ротора относительно неподвижных элементов опор ЦБН и восприятие осевых и радиальных нагрузок регулирует система управления МП, опираясь на показания двух радиальных блоков датчиков и одного осевого.

Неправильная установка радиальных блоков датчиков относительно корпуса ЦБН приведет к неверному позиционированию ротора относительно статора во время работы ЦБН и, следовательно, уменьшению радиальных зазоров между ротором и статорными элементами. Малые зазоры неизбежно приведут к касанию ротора нагнетателя о статор, что приведет к аварийному останову газоперекачивающего агрегата. Также неправильно выставленные блоки датчиков делают настройку магнитного подвеса невозможной.

Для правильного позиционирования блоков датчиков после ремонта нагнетателя необходимо несколько раз произвести процедуру по демонтажу магнитных опор с коррекцией положения блоков датчиков в них и обратному монтажу опор. Заводская конструкция ЦБН не предусматривает регулировку блоков датчиков без демонтажа передней и задней опор нагнетателя.

Чтобы уйти от проблемы регулировки блоков датчиков с неоднократным демонтажом/монтажом магнитных опор, разработано изобретение, на которое получен патент № 277274 от 09.06.2022. Изобретение позволяет регулировать положение радиальных блоков датчиков на передней и задней опорах ЦБН НЦ-25М/120, не разбирая нагнетатель.

Изобретение реализовано и успешно эксплуатируется на КС-45 «Усинская ГПА-12» с декабря 2021 г. и на КС-45 «Усинская ГПА-14» с мая 2022 г.

Комплексный показатель технического состояния газодобывающего промысла

Р.С. Ялчигулов
(ООО «Газпром добыча Надым»)

ООО «Газпром добыча Надым» – одно из крупнейших газодобывающих предприятий России, осуществляющее добычу углеводородов на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Флагманом газодобычи на полуострове Ямал является Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение. Разработку месторождения ведут на трех газовых промыслах, включающих широкий комплекс эксплуатируемого оборудования. В связи с этим актуальной является проблема ежедневного контроля технического состояния столь большого количества технологического оборудования, часть из которого работает в условиях, способствующих ускоренному износу деталей, узлов и механизмов. С целью оптимизации производственных процессов и повышения эффективности производства на предприятии активно внедряются новейшие технологии, основанные на масштабной цифровизации и обширной автоматизации технологических процессов.

Основная цель работы – получить инструмент проведения удаленной функциональной оценки состояния и параметрической диагностики основного технологического оборудования с достижением минимальной погрешности в режиме реального времени. В работе рассмотрена действующая нормативно-техническая документация в области параметрической диагностики, проведено сравнение предлагаемых подходов к определению технического состояния оборудования, разработана автоматизированная система мониторинга и прогнозирования комплексного показателя технического состояния газовых промыслов.

Предлагаемый подход позволяет получать оперативные данные о работе основного технологического оборудования, оценивать его техническое состояние и определять область перспективных режимов работы газовых промыслов с учетом индивидуальных технических и эксплуатационных ограничений. Внедрение комплексного показателя технического состояния помогает оперативно контролировать динамику изменения критических параметров работы технологического оборудования, повышает безопасность эксплуатации и обеспечивает высокую степень функциональной надежности газодобывающего производства.

Математическая модель и алгоритм расчета оболочек, учитывающие наличие ослаблений

Н.А. Мишуренко

*(ООО «Газпром проектирование» –
филиал в г. Санкт-Петербурге, Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-строительный университет)*

Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) и устойчивости тонкостенных оболочечных конструкций с ослаблениями является сложной задачей по совокупности следующих факторов:

- действующие нормативные документы не содержат в полном объеме информации о расчете конструкций с ослаблениями;
- используемые математические модели не учитывают в полном объеме особенности влияния ослаблений на НДС и устойчивость оболочек;
- процесс моделирования тонкостенных конструкций с ослаблениями в программных комплексах, основанных на применении метода конечного элемента, является трудоемким и требует высокой квалификации исполнителя.

Для исследования НДС и устойчивости оболочек с ослаблениями рекомендуется использовать математическую модель, учитывающую геометрическую нелинейность, поперечные сдвиги, ортотропию материала, наличие ослаблений и подкрепляющих элементов и вычислительный алгоритм, построенный на применении метода Рунге и метода Ньютона. Программная реализация алгоритма осуществлена в пакете компьютерной алгебры Maple.

Цифровая трансформация магистрального транспорта газа на основе применения волоконно-оптических систем мониторинга

В.Н. Зеликов
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Одним из наиболее актуальных направлений цифровизации в области магистрального транспорта газа является применение волоконно-оптических систем мониторинга (ВОСМ) с целью дистанционного контроля технического состояния магистральных газопроводов (МГ).

Такие системы способны осуществлять непрерывный удаленный мониторинг деформаций и температуры МГ, а также окружающего грунта, выдавать рекомендации по предупреждению и минимизации последствий аварийных ситуаций, проводить контроль утечек газа и несанкционированного доступа к охранной зоне.

В данной работе автором были изучены и представлены основные особенности различных ВОСМ, выделены их преимущества и недостатки, изложены результаты участия в комплексе работ по научно-техническому сопровождению испытаний таких систем и отмечены основные факторы экономической эффективности от их применения.

Промышленное внедрение ВОСМ ограничивается их относительно высокой стоимостью и сложностью монтажа в полевых условиях. Однако результаты проведенных испытаний свидетельствуют о возможности эффективной эксплуатации ВОСМ на магистральных газопроводах и иных инфраструктурных объектах, находящихся в опасных природных зонах, таких как: зоны с повышенной сейсмической активностью, оползневые участки, карсты, вечномёрзлые грунты, активные тектонические разломы и области со значительным перепадом высот.

Высокоэффективный центробежный компрессор с осевым входом

*В.В. Савченко
(ООО «Газпром трансгаз Югорск»)*

Основной целью исследования является изучение газодинамических характеристик центробежного компрессора с целью определения максимальной эффективности для установок с осевым входом рабочего тела. Исследования проведены на специализированном испытательном стенде, оснащенном мультипликатором, благодаря чему удалось достичь высокой частоты вращения. Рабочим телом при испытаниях является воздух. При проведении тестов фиксировались обороты, мощность, давление, температура, расход и политропный КПД. В результате удалось достичь значения политропного КПД более 90 %. Данные исследования способствуют развитию и разработке высокоэффективных компрессорных установок в газотранспортной отрасли.

СЕКЦИЯ № 5
«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОЦЕССЫ
В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Каталитическая активность NiMo/Al₂O₃ катализаторов гидроочистки, приготовленных с использованием солей гетерополикислот Ni(IV)

*Р.С. Нагиев (ООО «Газпром переработка Благовещенск»,
Амурский газоперерабатывающий завод),
А.Д. Бадикова (Уфимский государственный
нефтяной технический университет)*

Дибензотиофен, являющийся представителем класса гетероциклических серосодержащих соединений, представляет особый интерес при оценке активности катализаторов гидроочистки. Использование дибензотиофена в качестве модельного соединения обусловлено сравнительно высокой инертностью в деструктивных гидропроцессах с высвобождением сероводорода.

Цель работы заключалась в сравнительном определении каталитической активности NiMo/Al₂O₃ катализаторов гидроочистки, приготовленных с использованием солей гетерополикислот Ni(IV), а также в подтверждении псевдопервого порядка реакции гидродесульфидирования дибензотиофена.

На основании экспериментальных данных и расчетных значений констант скоростей реакции гидродесульфидирования дибензотиофена показана высокая активность катализаторов гидроочистки, приготовленных с использованием солей гетерополикислот Ni(IV), подтвержден псевдопервый порядок реакции. Результаты кинетического эксперимента и исследование механизма протекания реакции гидродесульфидирования дибензотиофена свидетельствовали о преимущественном протекании реакции по маршруту гидрогенолиза связей C–S. Приготовление катализаторов гидроочистки с применением солей гетерополикислот Ni(IV) позволяют добиться увеличения дисперсности частиц и содержания активной фазы.

Устройство очистки от механических примесей сырья и продукции Сургутского ЗСК и мероприятия по снижению негативного воздействия на производственный процесс

М.Г. Сятчихин
(ООО «Газпром переработка» –
филиал «Сургутский ЗСК»)

На технологических объектах Сургутского ЗСК все более остро встает вопрос, связанный с засорением отложениями механических примесей технологического оборудования, из-за чего существует необходимость вывода отдельных единиц оборудования, а также установок в целом на внеплановые ремонты для проведения чисток теплообменного и массообменного оборудования.

В процессе проведения планово-предупредительных ремонтов наблюдается тенденция увеличения количества отложений в технологическом оборудовании. Наиболее выраженные проблемы существуют на объектах установки регенерации метанола, установки стабилизации конденсата, блока извлечения изопентана и узла получения пропана, установки очистки пропановой фракции, установки моторных топлив, установки каталитического риформинга комплекса облагораживания моторных топлив. Также с каждым годом выявляются все новые проблемы, связанные с отложениями в технологическом оборудовании, такие как утонения змеевиков технологических печей.

Последствиями отложений на объектах производства № 1 Сургутского ЗСК являются внеплановые ремонты и вынужденные сокращения загрузки на технологические установки, что влечет дополнительные финансовые затраты ПАО «Газпром».

В данной работе предлагается определить возможные варианты возникновения отложений, а также рассмотреть мероприятия, которые позволят уменьшить негативные воздействия на технологический процесс объектов Сургутского ЗСК.

Оптимизация режима работы установки стабилизации конденсата УКПГ-2 Ковыктинского ГКМ

Е.А. Рудых
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

В работе выполнен анализ возникающих проблем и отклонений от проектных показателей в начальный период эксплуатации Установки стабилизации конденсата (УСК) УКПГ-2 Ковыктинского ГКМ, а также предложены мероприятия по оптимизации режима работы установки. Актуальность работы обусловлена тем, что УСК УКПГ-2 является ключевым элементом в процессе эксплуатации Ковыктинского ГКМ, поскольку нестабильный конденсат со всех газовых промыслов поступает именно на УКПГ-2.

В период пуска и вывода на режим УСК наблюдались следующие отклонения:

- изменяющиеся в широком диапазоне температуры питания, верхней и кубовой части колонны;
- несоответствие давления насыщенных паров стабильного конденсата нормативным значениям;
- вскипание конденсата в змеевиках печи;
- значительное выпадение жидких углеводородов в рефлюксной емкости и входных сепараторах компрессорной станции газов стабилизации.

Для решения имевшихся проблем была разработана технологическая модель УСК в программе Aspen Hysys. В модели была учтена полная геометрия колонны стабилизации конденсата, однако адаптация к фактическим технологическим параметрам была затруднена и потребовала значительных временных затрат. Это связано с отсутствием фактического компонентного состава нестабильного газового конденсата.

Полученные расчетные значения были апробированы в рабочих условиях, затем преобразованы в математические алгоритмы, которые в конечном итоге внедрены в автоматизированную систему управления технологическими процессами.

Благодаря оптимизационным решениям удалось стабилизировать работу УСК, поддерживать стабильное давление насыщенных паров конденсата, сократить потери компонентов C_{5+} , а в перспективе получить экономический эффект более чем в 30 млн руб.

Повышение эффективности работы АВО с целью увеличения выработки СПГ

*М.С. Красюк
(ООО «Газпром СПГ Портовая»)*

На установках сжижения природного газа температура потоков смешанного хладагента перед входом в основной теплообменный аппарат в большей степени зависит от способности аппаратов воздушного охлаждения рассеивать теплоту поступающих в них потоков. С повышением температуры смешанного хладагента происходит рост тепловой нагрузки на теплообменный аппарат, в результате которой способность хладагента отнимать тепло от потока природного газа снижается. Вместе с этим при увеличении температуры окружающего воздуха конденсация тяжелых компонентов происходит в меньшей степени и наблюдается перераспределение составов потоков СХ, что приводит к некорректной работе линий сжижения.

Одним из способов уменьшения влияния роста температуры окружающего воздуха на технологический режим является применение систем увлажнения воздуха. В летний период времени, при проектной температуре воздуха для +22,6 °С, применение системы увлажнения воздуха перед блоками АВО позволяет снизить температуру наружного потока на 3,6 °С, что способствует повышению эффективности работы АВО и снижению температуры потока СХ в среднем на 3 °С.

Применение системы увлажнения воздуха перед КВОУ ГПА оказывает положительное влияние на работу газотурбинной установки: при снижении температуры воздуха на входе в осевой компрессор повышается эффективность работы ГТУ, а вместе с этим происходит увеличение мощности, передаваемой на компрессор циркуляции СХ. Так, снижение температуры воздуха на 3,6 °С способствует повышению эффективности ГТУ на 0,35 %.

Комплексное применение описанных систем позволяет увеличить производство целевой продукции на 5,6 % при температуре окружающего воздуха +22,6 °С, что эквивалентно увеличению выработки каждой линии сжижения на 4,2т/ч СПГ.

Применение системы увлажнения воздуха перед АВО и КВОУ ГПА позволяет увеличить выработку СПГ путем снижения температуры потоков смешанного хладагента и повышения КПД ГТУ. Благодаря простоте конструкции, высокой надежности оборудования и низким эксплуатационным затратам данное техническое решение может быть внедрено не только в производственный цикл получения СПГ, но и в другой процесс, связанный с использованием АВО.

Прогнозирование концентрации коррозионно-активных элементов

*И.В. Перов, А.И. Гараев
(АО «Газпромнефть-МНПЗ» – Московский НПЗ)*

На нефтеперерабатывающих предприятиях регулярно происходит вывод оборудования в ремонт, что влияет на эксплуатационные параметры работы установок, более трети данных событий так или иначе связаны с коррозионным износом оборудования и трубопроводов.

Для обеспечения контроля за процессом коррозии на Московском НПЗ внедрена система непрерывного мониторинга скорости коррозии. Исходными данными для работы данной системы являются параметры технологической среды, которые обновляются в режиме реального времени, и лабораторные анализы по содержанию коррозионно-активных химических элементов, которые проводятся только по некоторым точкам, а поточные анализаторы отсутствуют. Следовательно, в системе непрерывного мониторинга скорости коррозии эти данные не обновляются, что не позволяет корректно оценивать фактическую скорость коррозии.

Для решения данной проблемы в ходе исследовательской работы были разработаны модели прогнозирования концентрации коррозионно-активных элементов на основе методов машинного обучения. При сравнении полученных моделей определено, что лучшими параметрами обладает нейросетевая модель. Прогнозируемый результат, полученный на данной модели, показал хорошую корреляцию с лабораторными данными, что подтверждает качество разработанной модели и возможность ее применения.

Октаноповышающая присадка без смолообразования

В.А. Бойко

(АО «Газпромнефть-МНПЗ» – Московский НПЗ)

Конечная детонационная стойкость товарного бензина НПЗ связана с работой ряда технологических установок. Нарушение работы любой из технологических установок, производящих компонент бензина, неизбежно приводит к снижению выработки или снижению октанового числа. В присутствии риска вывода из строя какой-либо технологической установки, прибавляющей ОЧ, октаноповышающая присадка без смолообразования, способна играть страховочную роль в обеспечении качества бензина. Целью проекта является принятие октаноповышающей присадки в качестве компонента бензина в рамках альтернативной рецептуры компаундирования товарных топлив НПЗ. Рассматриваемое вещество – 2,4,6-трис(диметиламинометил)фенол, используется в качестве ингибитора радикалообразования на производстве эпоксидных смол, способно оказывать высокий иммобилизующий эффект на углеводородные радикалы. Подобное торможение радикалообразования способно оказывать октаноповышающий эффект за счет митигации центров возникновения детонационной нестойкости при горении топлива.

Перевод установки изомеризации легкой нефти на отечественный бесхлорный катализатор

В.В. Фролова

(АО «Газпромнефть-МНПЗ» – Московский НПЗ)

В связи с экономическими реалиями, повысившими спрос на ряд оборудования и применяемые материалы, в настоящее время нефтеперерабатывающие компании испытывают высокую потребность в отечественных технологиях, в том числе в каталитических системах. По экспертным оценкам, в последние годы около половины российского автомобильного бензина производилось с использованием иностранных катализаторов гидроочистки, изомеризации и риформинга. Поставки данных катализаторов на сегодняшний момент не осуществляются, однако, для обеспечения качественным топливом всего автомобильного рынка в России могут успешно применяться катализаторы российского производства.

При этом применяемые хлорированные катализаторы изомеризации имеют ряд недостатков, связанных с высокой чувствительностью к каталитическим ядам и непрерывной подачей хлорсодержащего реагента, что повышает риск коррозии оборудования и требует дальнейшего удаления хлора из газа изомеризации раствором щелочи.

Переход на отечественные каталитические системы несет в себе потенциал по повышению эффективности работы установок изомеризации легкой нефти и повышает уровень независимости нефтеперерабатывающих предприятий от импортных технологий и материалов.

Отечественные катализаторы гидрокрекинга: комплексный подход к производству дизельного топлива высокого качества

*С.А. Хорошева, В.А. Сальников, А.А. Пимерзин
(ООО «Газпромнефть – Промышленные инновации»),
А.В. Трафимов, И.Д. Резниченко, А.В. Клейменов
(ПАО «Газпром нефть»)*

На сегодняшний день отечественные НПЗ продолжают эксплуатировать катализаторы гидрокрекинга импортного производства, ключевые поставщики которых ушли с российского рынка.

Таким образом, основной актуальной задачей для разработчиков является импортозамещение промышленных катализаторов гидрокрекинга на отечественные аналоги.

В настоящее время в компании «Газпромнефть – Промышленные инновации» совместно с Институтом катализа им. Г.К. Борескова СО РАН разработана технология производства компонентов и катализаторов одно- и двухстадийного гидрокрекинга вакуумного газойля.

Данные катализаторы представляют собой алюмооксидный носитель с кислотными компонентами (аморфный алюмосиликат, цеолит Y) и оксидами металлов VI и VIII групп. Технологии получения псевдобемита (предшественника оксида алюминия) и аморфного алюмосиликата успешно реализованы на промышленном оборудовании. Все технологии вариативны и позволяют получать сырье для применения в других каталитических системах.

Проведена оценка активности, селективности и стабильности разработанных катализаторов для первой стадии гидрокрекинга вакуумного газойля: образцы, в сравнении с аналогами, не уступают по активности и превышают по селективности к дизельному топливу на 2–5 % в зоне рабочих конверсий сырья при длительных испытаниях в течение 3,5 мес. на пилотной установке в реакторе проточного типа.

Разработка новых абсорбентов для эффективной очистки газа от кислых примесей

*В.А. Рыжова, А.М. Шефиев, А.В. Ситдикова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

На объектах переработки газа ООО «Газпром переработка» – Оренбургском ГПЗ и Астраханском ГПЗ решаются две основные задачи по очистке газа от кислых примесей: селективная очистка от H_2S в присутствии CO_2 и одновременная очистка газа от H_2S и CO_2 , что требует применения соответствующих абсорбентов.

С 01.01.2022 вступил в действие Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности газа горючего природного, подготовленного к транспортированию и (или) использованию», ужесточающий требования к качеству газа по содержанию сернистых примесей.

Основными тенденциями в развитии и совершенствовании процессов очистки газа в мировой практике является разработка новых более эффективных абсорбентов, а также модифицирование (усовершенствование) уже известных абсорбентов путем введения в раствор добавок, улучшающих их эксплуатационные свойства.

Для исследования абсорбентов в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» создана экспериментальная установка, обеспечивающая возможность проведения комплексных испытаний новых и существующих абсорбентов в условиях, приближенных к промышленным.

Проведенные испытания позволили разработать предложения по повышению эффективности процесса абсорбционной очистки газа, в том числе за счет модификации используемых в настоящее время абсорбентов.

Способ умягчения воды в котельной компрессорных станций для защиты внутренних стенок труб от отложения на них минеральных веществ

*И.И. Самохвалов
(ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» –
филиал «Арзамасское ЛПУМГ»)*

Комплекс мер по подготовке воды для использования в котельной продиктован необходимостью продления срока службы сооружения. Котлы, водонагреватели и теплообменники способны работать только с сырьем определенного качества.

Целью работы является удаление минеральных солей, образующихся на внутренних стенках труб теплоснабжения, снижение образования сульфатной накипи на теплопередающих поверхностях, повышение производительности способа умягчения воды в котельной компрессорной станции при невысоких энергетических затратах, а также исключение химического загрязнения воды.

Рассмотрены современные способы умягчения воды котельных компрессорных станций.

Предложен способ умягчения воды в котельной компрессорной станции для защиты внутренних стенок труб от отложения на них минеральных веществ по принципу создания электромагнитного поля, вырабатываемого с помощью катушки.

Разработан прототип прибора для умягчения воды в котельной компрессорных станций для защиты внутренних стенок труб от отложений на них минеральных веществ.

Проведены анализы отбора проб воды, в результате которого зафиксированы положительные изменения по снижению минеральных солей в водном растворе.

СЕКЦИЯ № 6
**«АВТОМАТИЗАЦИЯ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА,
МЕТРОЛОГИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ»**

Мобильный ретранслятор

М.А. Магомедов
(ООО «Газпром трансгаз Махачкала»)

В XXI в. трудно представить работу крупнейших компаний, организаций и военных структур без использования радиосвязи. Для связи персонала при проведении плановых работ используются портативные радиостанции (рации), мобильные и стационарные телефоны. Мобильные телефоны экономически не выгодны и не всегда удобны как для работников, так и для работодателя. Стационарные телефоны для удаленной мобильной радиосвязи не целесообразны. Для мобильной радиостанции используются импортные базовые станции (ретрансляторы). Зона покрытия базовых станций сильно ограничена, и для увеличения зоны покрытия необходимо устанавливать несколько базовых ретрансляционных станций, что с экономической стороны не совсем выгодно.

Для увеличения радиуса работы портативных ручных раций УКВ диапазона без использования дополнительных установок базовых станций предлагается использовать систему мобильного ретранслятора, состоящую из двух разнесенных друг от друга в пространстве блоков мобильных ретрансляторов, в которых используется GSM модуль, подключенный к стационарной радиостанции и создающий канал звуковой информационной связи между GSM модулем и стационарной радиостанцией, обеспечивающий связью две разнесенные друг от друга в пространстве группы портативных ручных раций УКВ диапазона. При отсутствии сотовой связи можно воспользоваться спутниковой связью.

Мобильный ретранслятор позволит организовывать технологическую связь в местах, удаленных от базовых станций. Данная разработка рекомендована в использовании совместно с мобильными операторами. Это позволит уменьшить количество базовых станций в труднодоступных местах. При необходимости можно разработать шифрование информации.

Опыт разработки программного комплекса «Мобильная автоматизированная рабочая станция» (МАРС)

*В.А. Баранов
(АО «Газпром космические системы»)*

АО «Газпром космические системы» оказывает потребителям услуги космической связи и дистанционного зондирования с применением материалов космической и аэрофотосъемки. Одна из услуг – воздушное патрулирование магистральных газопроводов.

В рамках оказания услуги выполняется аэрофотосъемка трасс магистральных газопроводов, обработка материалов аэрофотосъемки, аналитическая обработка, формирование отчета и передача заказчику.

Фотограмметрическая и аналитическая обработка выполняется в городе Щёлково в Центре аэрокосмического мониторинга (ЦАКМ).

По условиям договора результаты аналитической обработки требуется передать заказчику как можно быстрее. И в текущей схеме работ наиболее затратный по времени этап – передача материалов в ЦАКМ по каналам связи.

Для увеличения скорости информирования заказчика о ситуации вдоль газопроводов было принято решение начать разработку программно-аппаратного комплекса «Мобильная автоматизированная рабочая станция» (МАРС).

МАРС позволяет производить предварительную обработку непосредственно в полевых условиях и отправить отчет в ЦАКМ через спутниковую связь с последующей передачей заказчику в течение нескольких часов.

Цифровое управление ТКРС

С.В. Перекрестов
(АО «Мессояханефтегаз»)

В период с 2017 по 2022 гг. выявлены предельные 10 аварий с ГНВП управляемого и неуправляемого характера. При анализе состава аварий прослеживается буфер отставания принятия решений на устье составом бригады ТКРС, а именно потеря времени на закрытие превентором плашечного механического типа (потеря времени составляет от 1 до 5 мин). Потеря времени по герметизации устья до 5 мин показывает необратимость последствия ГНВП, в основном переход в неуправляемый выход флюида и газа с устья скважины.

Предлагается внедрить в систему гидропревентора блок управления, который дает возможность удаленного управления системой специалистам ДО и ПО контролировать (24/7) данные, поступающие с телеметрии и программы по предупреждению аварий на базе Эра-Ремонты, и закрывать гидропревентор (в том числе со срезными плашками) при отклонении от совокупных уставок газовой среды, отклонение от жидкости глушения, изменение статического уровня жидкости и фиксации видеоконтроля на устье. В отечественной и зарубежной отрасли ТКРС подобных совокупных решений и их применения нет.

Контроль за данными телеметрии с устья скважины дает полный контроль за процессом ремонта и исключает потенциал аварии до 90 %, что позволит в свою очередь:

- сохранить жизнь и здоровье работников;
- максимально повысить уровень безопасности в процессе ТКРС;
- предотвратить экологические катастрофы;
- предотвратить риск перерасхода бюджета и сохранить репутацию предприятия;

Таким образом, система гидропревентора – необходимый комплекс оборудования, предназначенный для полной герметизации устья нефтяных и газовых скважин при их строительстве и ремонте.

Внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта при обустройстве нефтегазовых месторождений

*А.С. Захаров
(ООО «Газпром газомоторное топливо»)*

Нефтегазовое месторождение является ключевым технологическим сооружением и объектом, которое определяет эффективность добычи энергоресурсов на протяжении всего жизненного цикла месторождения

В данном докладе описываются цифровые технологии, которые позволят обеспечить снижение уровня аварийности, мероприятия для предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе постройки нефтегазовых скважин на основе действующих технологических и геологических банков данных и моделей месторождений с применением цифровых технологий, искусственного интеллекта и интернета, которые проводятся в рамках создания цифрового месторождения. Интеграция на основе современных компьютерных технологий с возможностями искусственного интеллекта позволят обеспечить улучшение мониторинга процесса эксплуатации и бурения нефтегазового месторождения, организовать процесс производственной деятельности без аварий в данной отрасли. Внедрение и адаптация новых технологий при принятии решений по бурению месторождений направлено на обеспечение безопасности технологического процесса, дополнительного контроля буровых работ, получение оперативной информации о состоянии месторождения в реальном масштабе с учетом информации с поправкой на изменения экспертных методов.

Разработка сорбционно-емкостного сенсора влажности газа на основе тонких пленок, полученных микродуговым оксидированием, электрохимическим анодированием и магнетронным напылением

С.О. Михин
(ООО «Газпром трансгаз Томск»)

В природном газе так же, как и в других газах, находящихся в естественной среде, содержится некоторое количество влаги в виде водяного пара. В сфере магистральных газопроводов присутствие влаги в транспортируемом продукте приводит к снижению энергетической эффективности процесса транспорта, вызывает негативные физические и химические процессы. В связи с приведенными аспектами значительной является роль контроля за параметрами транспортируемой среды – температурой точки росы по воде с целью минимизации рисков поставки некондиционного газа контрагентам, в том числе по экспортным контрактам.

В рамках программы импортозамещения зарубежных аналогов *Michell/Xentaur* в работе представлены результаты научных исследований по разработке и исследованию метрологических и электрических свойств сорбционно-емкостного сенсора влажности на основе тонких пленок. Сенсоры представляют собой подложку из высокочистого алюминия, на которую по освоенным технологиям микродугового оксидирования и электрохимического анодирования нанесен влагочувствительный слой из оксида алюминия, на который технологией магнетронного напыления в вакууме нанесен пористый влагопроницаемый электрод из титана/нитрида титана.

Реализация сенсора влажности на тонких пленках, имеющих малую толщину, позволяет измерять как относительную влажность от 10 до 95 %, так и абсолютную влажность при температурах до -100 °С.

Импортозамещение систем аналитической отчетности на базе SAP BW

П.И. Никифоров
(ООО «Газпром информ»)

Импортозамещение в сфере ИТ – одна из актуальных тем, касающаяся многих компаний в Российской Федерации. Некоторые из них применяют системы аналитической отчетности (CAO) для автоматизации производственных процессов. Переход на новое программное обеспечение (ПО) сопровождается затратами на лицензии, обучение, а также поддержку со стороны разработчика. Снизить затраты можно, создав собственную систему, используя в разработке готовые компоненты с открытым исходным кодом. Цель исследования – выявление возможности импортозамещения CAO с применением свободно распространяемого ПО на примере замещения SAP BW.

В работе приводится вариант реализации CAO, предназначенной для замещения SAP BW. Разработанная система поддерживает многопользовательский режим и интерактивные отчеты, имеет возможность выгрузки данных из любых систем, поддерживающих web-сервисы, включая SAP BW, не содержит платных и закрытых компонентов, для ее работы не требуются облачные хранилища данных, позволяет настроить ограничения доступа ко всем ее функциям с помощью ролей, а также имеет инструментарий для настройки собственных отчетов и форм ввода любой степени сложности. В результате выполнения работы было проведено исследование существующих инструментов с открытым исходным кодом для анализа данных и построения информационных систем, методов интеграции информационных систем, а также была разработана система аналитической отчетности. Реализованная CAO способна заместить SAP BW.

Перспективы применения систем кодирования и передачи информации на основе генератора с хаотической динамикой и синергетическим наблюдателем

Н.С. Самойлов
(ООО «Газпром информ»)

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к применению хаосодинамических систем и синергетических наблюдателей в области передачи информации.

Целью исследования является анализ и разработка новых методов передачи информации с использованием хаосодинамических систем и синергетических наблюдателей с акцентом на обеспечение высокого уровня безопасности данных.

Для достижения поставленной цели используются методы анализа хаотических систем, разработка синергетического наблюдателя и анализ применения таких систем в передаче информации.

Ожидается, что использование хаосодинамических систем и синергетических наблюдателей позволит значительно улучшить безопасность и эффективность передачи данных.

Применение хаосодинамических систем и синергетического наблюдателя в передаче информации представляет собой перспективное направление, обеспечивающее высокий уровень защиты данных.

Предполагается, что разработанные методы могут быть успешно применены в различных областях нефтегазовой промышленности. Адаптация этих методов для конкретных сценариев использования может привести к развитию новых и инновационных решений в области передачи данных.

Программный модуль «Планирование и согласование разрешений на проведение работ»

Е.Э. Иванов
(ООО «Газпром трансгаз Москва»)

Программный модуль «Планирование и согласование разрешений на проведение работ» разработан с учетом требований Департамента 308, Департамента 310 и Департамента 645 ПАО «Газпром».

Функционал программного модуля «Планирование и согласование разрешений на проведение работ» предназначен для автоматизации процессов планирования и согласования работ, производимых в филиалах Общества, контроля регламентных сроков подачи запросов на проведение работ, полноты оформления документов по запрашиваемой работе, хода подготовки и выполнения работ, расчета сохраненного и стравленного газа.

В целях оптимизации времени формирования запросов, обеспечения точности расчетов объемов сэкономленного и стравленного газа, мониторинга хода выполнения работ, а также обеспечения обновления нормативно-справочной информации по объектам ремонта в программном модуле «Планирование и согласование разрешений на проведение работ» предусмотрен информационный обмен с внешней системой ИСТС «Инфотех», программным модулем «Электронный журнал диспетчера» и ИУС ПТ (УЧР).

Цель работы: разработка программного модуля для оптимизации процесса согласования и контроля выполнения работ повышенной опасности в филиалах Общества с соблюдением требований охраны труда и промышленной безопасности.

Внедрение биометрической системы контроля и управления доступом

О.Ю. Желейкина
(ОАО «Газпром трансгаз Москва»)

В докладе рассматриваются виды идентификаторов системы контроля и управления доступом с использованием биометрических данных. Были выделены основные виды идентификации с использованием биометрии: отпечаток пальца, сетчатка глаза, радужная оболочка глаза, рисунок вен, а также распознавание лиц.

В наши дни задачи, связанные с контролем управления доступом на объекты, выполняет система контроля и управления доступом (СКУД) – комплекс, который создан для предотвращения возможности несанкционированного доступа на территорию организации.

Биометрия считается более безопасной по отношению к обычным СКУД, так как сравнивает уникальные для каждого человека показатели.

В данной теме было проанализировано, какие из видов идентификаторов самые надежные. Сравнение происходило путем учета показателей коэффициента ложного пропуска (FAR) и коэффициента ложного отказа (FRR).

Технологии, основанные на биометрической идентификации, постоянно получают обширное распространение и популярность как для предприятий, так и для тех, кто пользуется данным доступом. Хороший пример постоянного использования идентификаторов личности в повседневной жизни – в смартфонах, домофонах и т.п. Использование данных систем приводит к повышению защиты доступа к тому или иному объекту.

Автоматизация пропускной системы для автотранспортных средств

А.Р. Парамзин
(ООО «Газпром трансгаз Москва»)

В наши дни задачи, связанные с проверкой и пропуском автотранспортных средств на объекты, выполняют сотрудники КПП, которые проверяют наличие путевого листа, соответствие содержимого транспорта заявленному в путевом листе, и пропуск водителя. Данный тип проверки автотранспортных средств и водителя непрактичен и требует автоматизации (модернизации).

В докладе рассматривается система проверки и пропуска автотранспортных средств. Были выделены основные виды улучшения данной системы: внедрение системы RFID-меток для транспортного средства, а также установка инспекционно-досмотрового комплекса (ИДК) для проверки содержимого автотранспортных средств. Данное внедрение повысит уровень безопасности, автоматизирует и ускорит проверку и пропуск автотранспортных средств, а также предотвратит несанкционированный ввоз неразрешенного груза на предприятие.

Система RFID-меток и ИДК для автоматической проверки содержимого автотранспортных средств значительно ускоряют проезд на территорию посредством автоматизации проверки удостоверения и пропуска водителей, путевых листов и содержимого автотранспортных средств.

Технология системы RFID-меток и ИДК все больше получает обширное распространение и популярность для предприятий с ограниченным доступом на территорию. Использование данных систем повышает безопасность и за счет автоматизации ускоряет процесс проверки.

**Автоматизированная информационная система
«Надежность систем автоматизации
ООО «Газпром трансгаз Югорск»**

*И.Б. Зуев
(ООО «Газпром трансгаз Югорск»)*

Расширение использования цифровых технологий в ООО «Газпром трансгаз Югорск» (далее – Общество) направлено как на повышение надежности и эффективности эксплуатации основного и вспомогательного оборудования, так и на общее повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности Общества.

С целью реализации указанных подходов Обществом предусмотрено участие в реализации цифровых инициатив «Стратегии цифровой трансформации ПАО «Газпром» в области комплексной автоматизации производственно-технологических процессов». Одной из таких инициатив является автоматизированная информационная система «Надежность систем автоматизации ООО «Газпром трансгаз Югорск». Разработана экспертная система по расследованию отказов (далее – Система). Система содержит базу данных, включающую информацию по расследованию отказов с 2012 г. Система помогает пользователю установить причины отказов и разработать мероприятия, повышающие надежность. Пользователю необходимо ввести данные: тип ГПА; тип САУ; указать внешние проявления отказа. Выходной информацией являются данные: вид отказавшего оборудования, вид отказавшего элемента, описание причины отказа и мероприятия по недопущению подобных отказов. Пользователю Системы остается проверить причины отказа и выбрать мероприятия по недопущению отказа.

Интеллектуальная система оптимизации выбора методов ремонтных работ на магистральном газопроводе

Т.А. Корепанова
(ООО «Газпром переработка»)

После подробного изучения результатов диагностических обследований линейной части магистральных трубопроводов были выявлены потенциальные области применения методов машинного обучения для оптимизации обработки данных.

В рамках проведенного исследования была создана база данных, необходимая для последующей разработки модели идентификации внешних дефектов участка трубопровода по изображению с использованием технологий искусственного интеллекта.

Внедрение передовых технологий позволит улучшить процессы формирования предложений и сократить вероятность ошибок в области обработки и актуализации данных, необходимых для анализа текущего состояния и целостности трубопроводной системы. Это открывает новые возможности для повышения эффективности и надежности диагностики трубопроводов, что имеет важное значение для обеспечения их безопасной эксплуатации и предотвращения возможных аварийных ситуаций.

Реализация импортозамещения контрольно-измерительных приборов в нефтегазовой промышленности

О.Ю. Осипова
(ООО «Газпром проектирование»)

Ограничения, вводимые западными странами, стали стимулом для развития технологической независимости от импортного оборудования КИП. Со стороны государства была развернута программа по импортозамещению, в которой активное участие принимает ПАО «Газпром». Так на апрель 2022 г. доля импортного оборудования составила 40 %, а к 2035 г. ожидается 30 %.

Одним из не охваченных ранее направлений является отсутствие российских газоаналитических комплексов, применяемых для контроля чистоты газов в технологических процессах, контроля дымовых газов и т.д. Специалисты ГК «ХРОМОС» с помощью собственных разработок в области деталей приборов, электроники и ПО создали не имеющие аналогов, универсальные нерадиоактивные высокочувствительные детекторы, позволяющие определять следовые количества соединений различной природы на уровне частей на миллиард. Это позволило полностью заместить импортные приборы таких марок, как Siemens, Yokogawa, ABB, Emerson, Shimadzu, Agilent, PerkinElmer.

Мероприятия, обеспечивающие дальнейшее развитие импортозамещения:

1. Выполнение мер поддержки отечественных производителей КИП.
2. Заключение рамочных договоров с производителями КИП по разработке и внедрению аналогов импортного оборудования.
3. Разработка и внедрение стандартов для отечественных КИП, которые коррелируются с международными стандартами качества.
4. Организация мероприятий по маркетингу и продвижению отечественных КИП.

Цифровая трансформация системы обеспечения надежной и безопасной транспортировки природного газа

В.И. Коновалов
(ООО «Газпром трансгаз Ухта»)

В настоящее время оценка технического состояния линейной части магистрального газопровода проводится в соответствии с методикой, указанной в СТО Газпром 2-2.3-292-2009. Данная методика строится на основе результатов внутритрубной диагностики, состояния запорно-регулирующей арматуры и оценки технического состояния защитного покрытия.

Разработана комплексная оценка технического состояния (КОТС), оценивающая в полной мере все параметры, воздействующие на целостность трубопровода.

Для качественного анализа и мониторинга технического состояния реализована система на основе искусственного интеллекта. Данная методика позволит оценить остаточный ресурс и выдать рекомендации по дальнейшей эксплуатации в соответствии с действующими стандартами.

Реализация цифрового двойника на основе предложенного искусственного интеллекта необходима для изменения структуры работы по управлению техническим состоянием и целостностью газотранспортной системы в целом. С помощью синхронизации цифрового двойника с картой газопровода возможно работать с информацией в любом направлении, просто выбрав участок.

В структуру цифрового двойника предлагается интегрировать всю исполнительную и эксплуатационную документацию, чтобы снизить нагрузку на ответственные отделы и решить проблему с размноженными автоматизированными системами.

Решение проблемных вопросов организации обработки и защиты персональных данных в нефтегазовой отрасли с использованием современных технологий

В.Е. Кокунцыков
(ООО «ЭТП ГПБ»)

Построение грамотного процесса организации обработки и защиты персональных данных (ПДн) в компании является гарантом сохранения конфиденциальности защищаемых сведений субъектов ПДн, что в свою очередь подразумевает доверительные отношения с данной компанией, минимизацию вероятных репутационных, экономических и политических рисков. В современном информационном обществе организация обработки и защиты ПДн являются одними из самых актуальных и важных проблем. В нефтегазовой отрасли, которая входит в ТЭК РФ, данные вопросы обозначены особенно остро. На практике основные проблемы вытекают из корреляции перечисленных элементов обработки ПДн. Утечка ПДн – главная и самая распространенная проблема на данный момент. Также существует ряд сопутствующих проблем, которые требуют решения.

Для решения проблемных вопросов, связанных с организацией обработки и защиты ПДн в нефтегазовой отрасли, с целью исключения и сведения к нулевому порогу утечки ПДн необходим комплексный и системный подход, включающий в себя:

- разработку правильного и верно составленного комплекта организационно-распорядительных и локальных нормативных актов в соответствии с российским, а также по мере необходимости, международным законодательством в части ПДн;
- подборку защитных мер – отечественных сертифицированных средств защиты информации, выработка комплексного, формализованного подхода по обеспечению информационной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли;
- проведение анализа рисков и выработки мер по их минимизации. Данные процедуры также включают проведение аудита информационной безопасности как внутреннего, так и внешнего;
- периодическое обучение работников нефтегазовой отрасли, в части организации мероприятий, касательно обработки и защиты ПДн.

Стоит отметить, что важным аспектом решения проблемных вопросов, связанных с организацией обработки и защиты ПДн, в том числе в нефтегазовой отрасли, является использование современных технологий.

На основании вышеизложенного, а также во исполнение Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. (утв. Указом Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490) в настоящем докладе предлагается проект программного продукта, направленного на автоматизацию решений проблемных вопросов организации обработки и защиты ПДн в нефтегазовой отрасли с задействованием искусственного интеллекта.

Развитие интеллектуальных систем учета газа как основной фактор повышения безопасности использования газа в промышленности и быту

Д.С. Семейченков
(ООО «Газпром межрегионгаз инжиниринг»)

Развитие интеллектуальных систем учета газа и их интеграция в производственно-диспетчерские системы позволяет диспетчерскому персоналу оперативно реагировать на аномалии и аварийные ситуации, возникающие в процессе использования газа конечными потребителями.

Для автоматизации производственно-диспетчерских процессов компаний Группы Газпром специалистами ООО «Газпром межрегионгаз инжиниринг» разработана программная платформа ИУСЦИФРА, благодаря которой получать оперативные данные стало возможно не только с объектов газораспределительных систем, крупных потребителей газа, но и с устройств населения. Это стало возможно за счет интеграции интеллектуальных счетчиков газа (ИСГ), укомплектованных системой безопасного использования газа (СБИГ), в составе датчиков СО и СН₄ с единым пультом управления системами телеметрии на платформе ИУСЦИФРА.

Основные задачи ИСГ, оснащенных СБИГ:

- автоматический учет газа;
- контроль загазованности помещения;
- контроль работоспособности системы;
- своевременное оповещение владельца объекта, а также аварийно-диспетчерской службы о возникших аварийных ситуациях.

Данное техническое решение соответствует требованиям информационной безопасности и импортозамещения ПАО «Газпром» и проходит апробацию в пилотной региональной компании по реализации газа.

Мобильный стенд для испытания электроприводов трубопроводной арматуры с линейным перемещением

*Е.А. Кувшинов
(ООО «Газпром ПХГ» –
филиал «Касимовское УПХГ»)*

В связи с необходимостью тестирования электроприводов трубопроводной арматуры (ТПА) после ремонта был создан мобильный стенд. Спроектированный на базе программируемого логического контроллера и панельного компьютера стенд реализует возможность выдачи основных команд управления электроприводом ТПА и вывода с него информационных параметров, позволяя проводить полную диагностику устройства перед установкой по месту. Отличительной чертой стенда является универсальность электрического подключения к электроприводам ТПА всех типов как отечественного, так и импортного производства, а также тестирование в автоматическом режиме.

Весомым преимуществом стенда является тестирование электроприводов ТПА линейного перемещения под изменяемой нагрузкой, тем самым имитируя запорную часть. В стенде реализована возможность изменения создаваемого усилия электроприводом, позволяя проверять моментные выключатели устройства.

Не имея аналогов промышленного исполнения, мобильный стенд используется как сервисное оборудование при техническом обслуживании и ремонте электроприводов ТПА.

Предварительная обработка и анализ данных о работе промышленного оборудования средствами Python

*П.Е. Шевченко, Д.А. Рычков
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Для мониторинга состояния промышленных объектов необходимо периодическое воспроизведение режимов работы оборудования с использованием технологических моделей. Для технологического моделирования установившегося режима работы следует использовать данные о параметрах отдельных аппаратов за соответствующие периоды времени. Выбор таких периодов представляет определенные трудности и требует анализа изменения параметров во времени с сопоставлением их с регламентными величинами. При этом необходимо также контролировать адекватность технологических параметров, отсеивая недостоверные значения.

Из средств, предоставляющих инструменты для решения обозначенной задачи, в открытой печати упоминается программный комплекс «Seeq», имеющий иностранное происхождение и требующий лицензирования. Отечественных аналогов данного продукта найти не удалось. Исходя из этого было принято решение о разработке собственного программного инструментария.

В качестве языка программирования было решено использовать Python. Основным преимуществом Python применительно к поставленной задаче является наличие большого количества библиотек с реализованными функциями для анализа и визуализации данных, что значительно ускоряет процесс разработки.

В перечень задач разрабатываемого инструмента вошли чтение данных из файла «.xlsx» (или «.csv»), визуализация отдельно взятого параметра, сравнение его распределения на различных временных интервалах, возможность проведения отбраковки нерелевантных значений и вывод итогового отчета в виде статистики (минимальное, среднее, максимальное) на графике и в отдельном файле формата «.xlsx» или «.csv».

Система мониторинга топливно-регулирующего клапана на базе машинного обучения

Е.Д. Савельев
(ООО «Газпром трансгаз Саратов»)

Доклад посвящен системе мониторинга топливно-регулирующего клапана, основанной на принципах машинного обучения. Рассматривается актуальность надежного контроля параметров топливного клапана для обеспечения эффективной работы двигателей. Приводится обзор принципов машинного обучения, используемых для анализа и прогнозирования работы клапана. Освещаются технические аспекты архитектуры системы мониторинга, ее интеграция и обучение на реальных данных.

Топливо-регулирующий клапан, машинное обучение, мониторинг систем, эффективность газоперекачивающих агрегатов, прогнозирование сбоев, технический контроль, архитектура системы, обучение на реальных данных, оптимизация топливных систем, надежность и безопасность

Современные технологии в области автоматизации и мониторинга вносят значительные изменения в эффективность и надежность работы технических систем, особенно в контексте газоперекачивающих агрегатов (ГПА). В данном контексте представляется необходимым рассмотреть инновационный подход к контролю и обслуживанию топливно-регулирующего клапана с использованием передовых технологий машинного обучения. Данная тема ставит перед собой задачу исследования и разработки системы мониторинга, способной адаптироваться к динамике работы ГПА, предсказывать возможные сбои и оптимизировать параметры подачи топлива для обеспечения максимальной эффективности и надежности двигателей.

Переносной универсальный стенд для проверки работоспособности блока управления котлом БУК-4М и блока управления подогревателем БУК-5ПУР и подобных им

Д.В. Янкин
(ООО «Газпром трансгаз Саратов»)

Актуальность разработки: повышение надежности и безопасности производственного оборудования. Переносной стенд позволяет увеличить надежность работы водогрейных котлов котельных КС и подогревателей газа на ГРС путем проведения полного анализа работоспособности блоков управления.

Краткое описание разработки: стенд позволяет произвести имитацию запуска котла (подогревателя). В процессе имитации запуска проверяется:

1. Подача сигнала на исполнительные механизмы (вентилятор, воздушная заслонка, шибер, трансформатор зажигания, клапан запальника, клапан отсечной, клапан малого горения, клапан большого горения, аварийная звуковая сигнализация). Контроль сигнала отображается с помощью световой индикации.

2. Срабатывание аварийного останова путем подачи принудительного аварийного сигнала по каждой контролируемой установке с помощью тумблеров.

3. Переход блока управления из режима «малое горение» в режим «большое горение» и обратно.

Также данный стенд позволяет произвести проверку временных интервалов технологических параметров без фактического запуска котла (подогревателя) и повысить уровень знаний и понимания принципа работы САУ котлом (подогревателем).

Автоматизация процедуры своевременного проведения технической диагностики трубопроводной арматуры

Е.В. Павкин
(ООО «Газпром трансгаз Саратов»)

Своевременная техническая диагностика трубопроводной арматуры имеет решающее значение для обеспечения безопасности и надежности промышленных систем по ряду причин: предотвращение аварий, обеспечение эффективной работы оборудования, соблюдение нормативов и стандартов, защита окружающей среды.

Существующие проблемы и задержки при проведении технической диагностики трубопроводной арматуры могут иметь серьезные последствия для промышленных объектов и окружающей среды: отсрочка обнаружения повреждений, риск аварий и простоев, негативное воздействие на окружающую среду, неэффективное использование ресурсов.

Использование разработанной в ООО «Газпром трансгаз Саратов» информационной системы «Контроль за эксплуатацией трубопроводной арматуры» (КЭ ТПА): описание и назначение информационной системы, функциональные возможности, преимущества. Проблемы, которые можно предотвратить и исключить благодаря использованию информационной системы.

Разработка и внедрение устройств на базе микроконтроллеров для решения эксплуатационных задач

*Д.С. Максименко
(ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»)*

В процессе эксплуатации и обслуживания систем автоматического управления возникают проблемы технического характера, для решения которых требуются специализированные приборы. Зачастую оборудование имеет иностранное происхождение или вовсе отсутствует на рынке. Разработка приборов, имеющих необходимый функционал, собственными силами стала оптимальным решением.

Например, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС) филиала Общества – Волховское ЛПУМГ была оснащена расходомером «KROHNE OptiGas 5010C». Пульт оператора АГНКС настроен под данный расходомер, и переход на работу с отечественным расходомером «Фломак» был невозможен без дополнительных мероприятий. За короткий срок разработано и внедрено устройство (сетевой шлюз) для сопряжения расходомера «ЭлМетро-Фломак» с программным обеспечением пульта оператора АГНКС.

Другим примером является разработка устройств для диагностики и ремонта систем автоматического управления, которые пока базируются на иностранных микроконтроллерах, но в данный момент ведется разработка программного обеспечения для отечественного микроконтроллера от АО «ПКК Миландр». Внедрение собственных устройств позволило сократить время на диагностику и ремонт вышедших из строя модулей.

Все разработки оформлены как рационализаторские предложения.

Расчет режимов эксплуатации ПХГ с использованием методов машинного обучения

А.П. Попович
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Целью работы является исследование возможностей алгоритмов машинного обучения под задачи, связанные с расчетом режимов работы объекта ПХГ, и создание прототипа нейросетевой модели процессов эксплуатации ПХГ.

Новизна работы заключается в следующем:

- впервые исследованы возможности использования технологий машинного обучения под задачи расчета режимов работы подземного хранилища газа;
- на основе обученной нейронной сети создан экспериментальный образец ПО по расчету режимов работы объекта ПХГ.

Необходимость создания нейросетевой модели связана с возросшими требованиями к скорости принятия решений. Моделирование с использованием машинного обучения позволит в короткие сроки:

- выполнить расчет основных эксплуатационных показателей;
- рассчитать режимы эксплуатации ПХГ в сезон отбора/закачки;
- обосновать технические и технологические решения.

В ходе работ была проведена оценка качества работы нейросетевой модели и оценка применимости нейросетевых подходов для решения поставленных задач. Использование методов машинного обучения позволило быстро рассчитывать оптимальные режимы эксплуатации рассматриваемого ПХГ на созданном ПО с интуитивно понятным интерфейсом.

Применение искусственного интеллекта в рамках реализации строительства объектов ПАО «Газпром»

А.И. Булат
(ООО «Газпром инвест» –
филиал «Ноябрьск»)

Искусственный интеллект (ИИ) является одной из самых инновационных и быстро развивающихся технологий в наше время. Использование ИИ в различных отраслях промышленности и обществе в целом приводит к значительному улучшению эффективности и оптимизации процессов. В строительной отрасли, где точность и слаженность в работе играют ключевую роль, применение ИИ дает огромные возможности.

Искусственный интеллект в процессах строительства применим в областях:

- автоматизации проектирования и планирования;
- управления строительным процессом;
- контроля и обслуживания инфраструктуры.

Применение ИИ в строительстве открывает широкие перспективы для развития отрасли. Автоматизация проектирования и планирования, оптимизация управления строительным процессом, контроль и обслуживание инфраструктуры – все это позволяет улучшить эффективность работы, сократить затраты и повысить качество проектов. Однако необходимо учитывать потенциальные риски, связанные с безопасностью и этическими вопросами применения ИИ. Поэтому важно создать надежные системы и стандарты, которые учтут все необходимые аспекты и обеспечат безопасность и эффективность применения искусственного интеллекта в строительстве.

Качество данных ГИРС: анализ и контроль

*К.С. Егорова
(ООО «Газпром недра» –
филиал «Газпром недра НТЦ»)*

В докладе рассматривается проблематика обеспечения актуальности и достоверности данных, полученных при проведении геологоразведочных работ. Повышение качества данных позволит снизить издержки и окажет положительное влияние на потенциал принимаемых управленческих решений при планировании, проведении и анализе результатов ГИРС.

Автором приводятся основные критерии качества данных (такие как целостность, актуальность, полнота и т.д.) и специфика их применения в сфере ГИРС. На основе указанных критериев предлагаются варианты метрик, позволяющих получить числовую оценку уровня качества. Предложенные метрики использовались для первичного анализа данных производственного филиала ООО «Газпром недра», который показал разнородный уровень качества по применяемым критериям.

В заключение описывается система автоматического контроля качества информации и первичные результаты ее внедрения.

СЕКЦИЯ № 7
«ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Актуальные вопросы техносферной безопасности предприятий нефтегазовой отрасли

*Н.А. Нечепуренко, Н.А. Колобанова
(ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград имени И.А. Матлашова»)*

Стратегия развития энергетической отрасли нашей страны основана на планировании добычи и потребления, мониторинга рынка нефтегазовой отрасли, а также прогнозирования и моделирования перспективных путей развития.

Для предотвращения аварийности на объектах нефтегазовой отрасли важно проводить систематический анализ произошедших инцидентов, улучшать процессы обучения персонала, внедрять современные технологии мониторинга и предотвращать технические отказы оборудования. Только комплексный подход к вопросам безопасности может снизить вероятность аварийных ситуаций.

Экологическая политика ПАО «Газпром» основана на Конституции Российской Федерации, федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, международных нормативно-правовых документах в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

При всех проводимых мероприятиях по снижению риска опасностей актуальные вопросы техносферной безопасности требуют системного подхода и постоянного мониторинга. Важно совмещать технические, организационные и информационные меры для снижения рисков и обеспечения безопасности в отрасли. Внедрение новых технологий, новых форм и методов производственного контроля, применение современных средств мониторинга технического состояния, повышение экологической компетентности персонала, подготовки кадров в специализированных учебных центрах, оснащенных современными тренажерами, в целом может дать положительную динамику.

Автоматизация оформления газоопасных работ на платформе «ИУСЦИФРА»

К.А. Новиков

(ООО «Газпром межрегионгаз инжиниринг»)

1. Предпосылки автоматизации оформления газоопасных работ на платформе «ИУСЦИФРА».
2. О платформе ООО «Газпром межрегионгаз инжиниринг» для автоматизации бизнес-процессов – «ИУСЦИФРА».
3. Архитектура построения производственных информационных систем на платформе «ИУСЦИФРА».
4. Анализ нормативно-правовой базы в части оформления газоопасных работ в электронном виде.
5. Подготовительные мероприятия по автоматизации оформления газоопасных работ на платформе «ИУСЦИФРА».
6. Согласование с надзорными органами оформления газоопасных работ в электронном виде.
7. Организация контроля электронного документооборота в ООО «Газпром межрегионгаз инжиниринг».
8. Достигнутые результаты по итогам автоматизации оформления газоопасных работ на платформе «ИУСЦИФРА».

Возникновение потерь (утечек) газа, обусловленных эксплуатацией оборудования с конструктивными несовершенствами

Р.В. Низматуллин
(ООО «Газпром газнадзор»)

С 2016 г. ООО «Газпром газнадзор» поручена работа по анализу и предоставлению данных в Департамент ПАО «Газпром» (Аксютин О.Е.) и Департамент ПАО «Газпром» (Михаленко В.А.) по выявленным утечкам природного газа.

В процессе выполнения контрольно-надзорной деятельности специалистами Башкирского управления ООО «Газпром газнадзор» после проведения сравнительного анализа определено увеличение количества выявления утечек газа через неиспользуемые термокарманы с резьбовыми заглушками, термокарманы, не оснащенные резьбовыми заглушками, разъемные соединения сифонных трубок для манометров.

Конструктивные несовершенства и несвоевременное техническое обслуживание данного оборудования на объектах ПАО «Газпром» влекут за собой риски разрушения импульсных линий и технологических трубопроводов, что может привести к возникновению инцидента или аварий на опасных производственных объектах (ОПО), материальному ущербу и потерям природного газа.

Для предотвращения возникших рисков предлагается составить перечни технических решений, несущих повышенные риски для разрушения оборудования МГ, после чего составить планы демонтажа, консервации или замены вышеперечисленного оборудования при проведении очередных плановых ремонтных работ на объектах ПАО «Газпром».

Предлагаемое решение соответствует политике ПАО «Газпром» в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности в части достижения цели по снижению рисков аварий на ОПО, а также окажет благоприятный эффект в части экономии природного газа путем сокращения количества утечек.

Анализ текущего состояния и затрат на обеспечение производственных объектов ПАО «Газпром» знаками безопасности, предложения по применению современных доступных технологий

И.И. Насыров
(ООО «Газпром газнадзор»)

Цель: оперативное обеспечение объектов дочерних обществ (ДО) ПАО «Газпром» знаками безопасности.

Имеется возможность сократить затраты ДО, а также количество предписаний со стороны надзорных и контролирующих органов; создание безопасных условий труда, сохранение жизни и здоровья работников общества; формирование культуры производственной безопасности и совершенствование системы управления производственной безопасностью.

Проблема: нехватка знаков безопасности в ДО ПАО «Газпром». Установлено, что финансирование, которое выделяется на них, недостаточное, особенно в тех ДО, где климатические условия летом аномально жаркие, а зимой холодные. Знаки отцветают, ломаются и деформируются, предписания со стороны надзорных органов (Ростехнадзор, Газнадзор, АПК 3 и 4 уровней) только увеличиваются.

Выход: эту проблему можно решить через ОНМ (оборудование, не требующее монтажа). Заказать режущий плоттер и самостоятельно освоить. С помощью этого плоттера можно сделать корпоративные стенды, знаки безопасности как на улице, так и внутри зданий. За основу знаков можно использовать пластик или оцинкованный лист. Тем самым ДО будут обеспечены знаками безопасности, стендами по охране труда и табличками разного рода. Выполнением знаков, стендов и табличек в филиалах могут заниматься уполномоченные по охране труда.

Оптимизация технологического режима ГПА для экономии топливного газа

Б.А. Гочев
(ООО «Газпром добыча Уренгой»)

ПАО «Газпром» ведет системную работу по минимизации воздействия на окружающую среду. Основной экологической целью при осуществлении дочерними обществами компании производственной деятельности является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Целью работы является поиск оптимального способа снижения концентрации NO_x и CO в продуктах сгорания газотурбинных приводов как на вновь разрабатываемых, так и на находящихся в эксплуатации ГПА.

Таким образом, появляется необходимость поиска универсального способа снижения концентрации NO_x в продуктах сгорания газотурбинных приводов как на вновь разрабатываемых, так и на находящихся в эксплуатации ГПА.

Поставленную задачу можно решить следующими способами:

- 1) снижением выбросов за счет снижения температуры подаваемого воздуха на вход в компрессор ГТУ;
- 2) доочисткой выбросов на выходе из ГПА (селективное каталитическое и селективное некаталитическое восстановление);
- 3) утилизацией тепла выхлопных газов ГПА на основе органического цикла Ренкина (ORC-технология);
- 4) снижением выбросов за счет технических методов.

В ходе проделанной работы можно сделать вывод, что высокая концентрация параметров выхлопных газов зависит от высокой температуры подаваемого воздуха на вход в компрессор ГТУ, низкого КПД двигателей ГПА, высокого содержания избыточного кислорода, отбора горячего воздуха от двигателя на обогрев циклового воздуха.

Оптимизации технологического режима позволила получить следующий полезный эффект: экономию газа как топливного источника; уменьшение экологических выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; продление срока эксплуатации выхлопной системы.

В итоге без дополнительных капитальных затрат удалось уменьшить содержание выбросов и получить полезный эффект от экономии топливного газа, при этом сохранив технологические и аэродинамические характеристики ГПА.

Повышение безопасности действующих подземных трубопроводов в условиях просадки грунта путем применения ВОЛС

*Д.А. Нечаев, А.Н. Колов
(ООО «Газпром добыча Ноябрьск»)*

Для предотвращения активизации опасных геологических процессов и обеспечения постоянного геотехнического мониторинга линейной части удаленных и труднодоступных промысловых трубопроводов в настоящее время применяется большое количество методов. Одним из таких является применение волоконно-оптических систем (ВОЛС), которые устанавливаются на самой стенке трубопровода или же в непосредственной близости к линейной части. Данный метод эффективен, однако требует высоких капиталовложений.

В данной работе представлена методика оценки трассы по опасности активации карстово-суффозионных и просадочных геологических процессов и определению потенциально-опасных участков трубопроводов, которая была применена для оптимизации прокладки кабеля ВОЛС. Обозначены основные аспекты подключения на реальном объекте и обоснована финансовая эффективность возможности реализации технических решений по подключению. Предложенную методику возможно использовать как при проектировании, так и при эксплуатации трубопроводов для обеспечения эффективного и экономически выгодного применения и установки ВОЛС для обеспечения геотехнического мониторинга линейной части трубопровода.

Способ исключения выбросов через неорганизованные источники как основа климатического проекта

М.Ю. Лехин
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

В 2021 г. Правительство России утвердило Стратегию социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. Ее цель – достижение углеродной нейтральности при устойчивом росте экономики.

Для сокращения выбросов парниковых газов необходимо модернизировать производство, внедрять новые технологии, направленные на повышение уровня промышленной и экологической безопасности – энергоэффективности.

С целью решения вышеописанных задач, минимизации и возможной полной ликвидации выбросов и утечек углеводородов через фланцевые соединения были спроектированы, разработаны технические решения, на основании которых поданы заявки и получены патенты на полезную модель № RU 163135 U1 «Фланцевое соединение трубопровода», изобретение № RU 2635952 C2 «Способ предотвращения утечек из фланцевых соединений трубопроводов».

Представленное в работе техническое решение направлено на исключение выбросов загрязняющих веществ (в том числе парниковых газов), повышение производственной безопасности при эксплуатации объектов нефтегазовых предприятий, по результатам проведенных ОПИ подтверждены заявленные функциональные способности и назначение, при этом в соответствии с пунктом 2.6.28 «Фланцы и прокладки» ИТС 46-2019 запатентованное изобретение классифицируется как наилучшая доступная технология.

Проведенные расчеты свидетельствуют о целесообразности рассмотрения предложенного технического решения по сокращению выбросов как фундаментальную основу для реализации климатического проекта.

Организация и повышение оперативной противofонтанной готовности предприятий и аварийно-спасательных служб на объектах ПАО «Газпром» (на примере Астраханского газоконденсатного месторождения)

И.С. Соколов
(ООО «Газпром газобезопасность»)

Основные цели и задачи по организации и повышению оперативной противofонтанной готовности предприятий и аварийно-спасательных служб:

1. Оценка по статистическим мировым данным опасности открытого фонтана, величины ущерба и необходимости повышения оперативной готовности как предприятий, так и аварийно-спасательных формирований.

2. Выявление и определение ключевых факторов повышения оперативной готовности и снижения рисков возникновения открытых газовых и нефтяных фонтанов в зарубежных и российских компаниях.

3. Анализ и выбор факторов, характеризующих подготовленность производственных предприятий и аварийно-спасательных формирований к действиям в условиях ситуаций, связанных с открытыми газовыми и нефтяными фонтанами.

4. Расчет количественной оценки и обобщенного показателя оперативной готовности производственного предприятия и аварийно-спасательного формирования на примере Астраханского газоконденсатного месторождения ООО «Газпром добыча Астрахань».

5. Разработка организационно-управленческого механизма повышения оперативной противofонтанной готовности.

Стратегия консолидированного подхода по выполнению комплексных мероприятий по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов

Е.С. Звонарева
(ООО «Газпромнефть-Развитие»)

Для обеспечения выполнения комплекса мероприятий по сохранению водных биологических ресурсов (ВБР) и среды их обитания, а также для снятия рисков в части нарушения требований природоохранного законодательства разработана новая модель и порядок взаимодействия ключевых участников процесса, в соответствии с которой реализована единая политика, обеспечивающая управление рисками и выстраивание кросс-функциональной системы контроля по искусственному воспроизводству (ИВ) ВБР.

В рамках данной модели ООО «Газпромнефть-Развитие» определено как единая площадка реализации программы ИВ ВБР в рамках обязательств 14 ДО ПАО «Газпром нефть» и единое окно в коммуникациях с ФАР. В качестве подрядной организации выбрано ФГБУ «Главрыбвод» – крупнейшая и единственная госструктура, созданная для сохранения ВБР, имеет опыт и объем производственных мощностей для воспроизводства всех видов рыб на всей территории РФ, владеет 106 рыбоводными заводами.

За 2023 г. в зависимости от региона осуществлен выпуск мальков сибирского осетра, нельмы, кеты, сазана, стерляди и атлантического лосося общим количеством более 5,5 млн штук.

Реализация данного проекта позволяет унифицировать подходы по выполнению комплекса мероприятий по сохранению ВБР и среды их обитания, исключить риски по отсутствию производственных мощностей, необходимых пород и достаточному количеству молоди рыб на всей территории присутствия компании, развить прозрачность и гибкость реагирования на изменения производственной программы ДО, выполнение обязанности по ИВ ВБР.

Модернизация системы охлаждения серверного помещения здания «Корпус инженерно-лабораторный НГП»

*Р.А. Гатиятуллин
(ООО «Газпром добыча Надым»)*

Микроклимат серверного помещения является одним из основных внешних факторов, влияющих на скорость и безопасность серверного и коммуникационного оборудования. Поддержание оптимальных параметров микроклимата (температуры и влажности) обеспечивается путем организации эффективного холодоснабжения в серверном помещении.

В рамках настоящей работы рассмотрен вопрос внедрения в серверном помещении здания «Корпус инженерно-лабораторный НГП» ООО «Газпром добыча Надым» резервной системы естественного холодоснабжения «Free-cooling», основанной на технологии охлаждения теплоносителя за счет окружающей среды без применения компрессоров и другого энергоемкого оборудования. Система «Free-cooling» имеет ряд преимуществ перед традиционно применяемыми системами искусственного холодоснабжения, которые характеризуются: отсутствием резервирования; повышенным износом оборудования в условиях низких температур (ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$); необходимостью применения дорогостоящего и энергоемкого оборудования импортного производства; высокой стоимостью хладагента.

Внедрение системы «Free-cooling» позволит исключить указанные недостатки, а также обеспечить существенное сокращение затрат по статье бюджета «Энергия покупная» (электроэнергия). Произведенные расчеты потребления электроэнергии показывают, что годовые затраты сократятся с 1 100 000 до 163 000 руб., таким образом ожидаемый экономический эффект составит 937 000 руб. в год.

Лазер. Универсальный и экологичный подход к очистке

*В.А. Золотухина, С.А. Квасникова
(ООО «Газпромнефть-Развитие»)*

Оптимизировать процесс очистки металлических поверхностей является главной целью исследования. Метод очистки поверхностей лазерной технологией заключается в его экологичности, безопасности, деликатном воздействии на обрабатываемую поверхность и удалении загрязнений с различных видов материалов. Сравнив лазерную очистку с другими методами очистки металлических поверхностей, оптимальной технологией оказалась лазерная. Внедрение лазерного метода обработки поверхностей позволит сократить затраты на расходные материалы и утилизацию отходов, а также увеличить срок эксплуатации обрабатываемых деталей.

Качественная подготовка металлических поверхностей перед проведением мероприятий по антикоррозионной защите или выполнением строительного контроля, перед сваркой и резкой металла играет важнейшую роль в обеспечении надежности и долговечности оборудования и конструкций. Рассматривая существующие методы очистки, можно отметить ряд ограничений: необходимость утилизации отходов, грубое воздействие на обрабатываемую подложку, негативное влияние на человека, ограниченные возможности при очистке определенных материалов.

Увеличение срока службы металлических изделий благодаря деликатному воздействию приводит к снижению затрат на средства индивидуальной защиты и расходные материалы, исключению негативного воздействия на человека и значительных временных и денежных затрат на утилизацию отходов.

В качестве альтернативы традиционным методам очистки металлических поверхностей предлагается лазерная технология. Данный метод может быть использован для подготовки поверхностей к дефектоскопии, снятия коррозии, следов нагара, ГСМ и лакокрасочных покрытий, очистки деталей сложных форм и в труднодоступных местах, обезжиривания, зачистки сварных швов, обработки комбинированных поверхностей.

Лазерное излучение, являясь универсальным инструментом, обладает различными технологическими возможностями при обработке материалов. Такими возможностями являются: высокая производительность очистки, прецизионность, низкие амортизационные расходы, локальность, адаптивность.

В качестве сравнения проанализированы методы по различной обработке: пескоструйной, химической, ручной и лазерной. По результатам выявлено, что лазерная обработка имеет больше положительных показателей, чем остальные.

Рассмотрены виды лазерных устройств разных мощностей от 50 до 2000 Вт. Вакриск 50–120 Вт – компактное портативное устройство, работает от сети и аккумулятора; compact lasert 200–300 Вт – мобильная установка с большей мощностью и весом; laser system 100–2000 Вт – стационарное устройство, ручная и автоматизированная очистка поверхностей.

Все эти устройства имеют свои особенности, начиная от обработки локальных зон на высоте, заканчивая удалением краски с больших площадей на крупногабаритных конструкциях.

Основной областью применения лазерной обработки на месторождении являются конструкции, детали и механизмы, подготовительные работы и в процессе эксплуатации.

При сравнении лазерного и пескоструйного методов очистки поверхностей конструкций выявлено, что лазерное оборудование является экономически выгоднее за счет отсутствия абразивных материалов, которые подлежат утилизации, и снижения затрат на средства индивидуальной защиты. Кроме этого, не требуются дополнительные расходные материалы на обезжиривание и удаление пыли.

Применение лазерных установок позволит сократить затраты на расходные материалы и повысить качество обработки материалов. В сравнении с традиционными методами очистки металлических поверхностей лазерная технология является экологичнее, безопаснее и эффективнее.

Перспективой является продление срока эксплуатации зданий и сооружений не только в части промышленных объектов, но и гражданского назначения. Массовое производство и широкий спрос могут спровоцировать развитие и конкуренцию, что в свою очередь может сказаться на появлении более дешевых аналогов или комплектующих.

Единые звуковые сигналы при ЧС на объектах бурения и строительства ПАО «Газпром»

*А.И. Изотова
(«Газпром инвест» – филиал «Ноябрьск»)*

В современных условиях наиболее остро встает вопрос комплексного подхода к безопасности стратегически важных объектов, сохранения жизни и здоровья работников при возникновении ЧС. Одним из основных факторов защиты является оповещение работников о происшествии на объекте.

При осуществлении административно-производственного контроля на объектах реализации инвестиционных проектов ПАО «Газпром» на регулярной основе выявляются следующие нарушения:

- звуковые сигналы при ЧС, применяемые на ОПО, не соответствуют сигналам, утвержденным в ПМЛА;
- работники не владеют информацией о звуковых сигналах при ЧС в связи с применением на объектах отличающихся друг от друга сигналов.

Отсутствие законодательного регулирования системы оповещения на ОПО, а также выявление повторяющихся нарушений при осуществлении административно-производственного контроля подталкивают к необходимости установления единых звуковых сигналов при ЧС на объектах бурения и строительства ПАО «Газпром».

Применение понятных, доступных и единых для всех сигналов позволит предотвратить ошибочные действия работников и избежать тяжелых последствий в результате ЧС.

Методы повышения эксплуатационной надежности автономных источников электроснабжения магистрального газопровода «Сила Сибири»

Д.Ю. Маров
(ООО «Газпром трансгаз Томск»)

Для электроснабжения инфраструктурных объектов линейной части магистрального газопровода «Сила Сибири» наравне с традиционными системами централизованного электроснабжения применяются системы автономного электропитания. Одним из видов таких систем является автономный термоэлектрический источник питания АТИП-3200. В качестве источника электроэнергии в АТИП применяются восемь сдвоенных термоэлектрических генераторов, работающих на эффекте Зеебека – при приложении градиента температуры к полупроводниковой структуре на ее выводах образуется термоЭДС.

В ходе первых лет эксплуатации было выявлено снижение эксплуатационных параметров термоэлектрических генераторов, однако по итогам консультаций с представителями завода-изготовителя методики количественной оценки состояния отдельных компонентов генераторов и рекомендации по повышению их надежности предоставлены не были.

Автором данной работы были определены причины снижения генерируемой мощности и разработана методика количественной оценки состояния термоэлектрических модулей, основанная на оценке величины внутреннего сопротивления полупроводниковой структуры посредством измерения тока короткого замыкания модуля. Разработана схема и изготовлен опытный образец устройства, способного в автоматическом режиме с заданной периодичностью производить оценку и индикацию состояния отдельных термоэлектрических модулей. За счет этих мероприятий значительно повышена эксплуатационная надежность оборудования и скорость реагирования оперативного персонала на отклонения параметров рабочего режима от нормативных значений.

Повышение надежности и безотказности основного технологического оборудования установки очистки от сернистых соединений

Е.Ю. Кузнецов
(АО «Газпром диагностика»)

Большинство установок очистки от сернистых соединений имеют продолжительный срок эксплуатации, превышающий проектный на несколько десятков лет. При этом оборудование уже неоднократно проходило экспертизу промышленной безопасности. Имеющиеся повреждения и отказы основного технологического оборудования в большей степени вызваны эксплуатацией сверх нормативного срока, назначенного производителем.

Под воздействием сернистых соединений материалы, из которых изготовлены основные элементы технологического оборудования, подвергаются коррозионным повреждениям, что требует проведения ежегодного планово-предупредительного ремонта.

Комплексная оценка технического состояния позволяет оценить наиболее поврежденное технологическое оборудование и дать рекомендации по дополнительному мониторингу за техническим состоянием оборудования, проведению частичной или полной замены его, что благоприятно влияет на жизненный цикл, повышает надежность и безотказность всей установки по очистке от сернистых соединений, а также сокращает в дальнейшем простои на капитальные ремонты.

Современный подход к обучению по охране труда для работников пунктов отгрузки нефтепродуктов

С.В. Москаленко
(ООО «Газпром переработка» –
филиал ОАО «Астраханский газоперерабатывающий завод»)

В настоящее время активную цифровизацию переживает сфера обучения персонала, что в большинстве случаев положительно сказывается на эффективности обучения.

По особенностям обучения различных групп людей проведены многочисленные социальные эксперименты, после которых исследователи пришли к выводу о различных путях эффективного обучения для разных возрастных групп работников.

При изучении проблематики обучения по охране труда работников рабочих профессий была выявлена неэффективность традиционного метода обучения молодых работников, когда работник хочет, но психологически ему трудно запомнить большой массив информации из огромного количества локальных нормативных актов. После проведения целевых опросов молодых работников рабочих профессий была создана система видеоинструктажей.

С помощью этой системы повысится эффективность обучения по охране труда и посредством более качественного обучения повысится вовлеченность персонала в систему управления производственной безопасностью предприятия.

Оптимизация процесса проверки тепловых извещателей во взрывоопасных зонах

Г.И. Каменко
(ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»)

В докладе освещены методики проверки работоспособности технических средств противопожарной защиты во взрывоопасных зонах, а также предложены возможные технические решения и способы их реализации.

Основанием для проведения настоящей работы послужила необходимость усовершенствования методики проверки взрывозащищенных тепловых пожарных извещателей Fenwal серии 12-X27121-000 и их аналогов. В основе проблематики лежит отсутствие возможности приобретения специализированного импортного оборудования HST Series Heat Detector Tester для проверки вышеуказанных тепловых извещателей, используемых на объектах магистральных газопроводов ОАО «Газпром трансгаз Беларусь». Сопутствующей проблемой является необходимость проведения сложных и трудоемких организационных мероприятий и подготовительных работ при использовании во взрывоопасных зонах оборудования и приборов не во взрывозащищенном исполнении.

Для решения вышеизложенных проблем, в рамках действующего законодательства и программы импортозамещения в докладе рассмотрена возможность применения взрывозащищенного устройства собственной разработки и соответствующая методика проверки тепловых извещателей во взрывоопасных зонах.

**Энергоэффективность предприятий на стадии реализации инвестиционного проекта и операционной стадии.
Синергетический эффект в области водоснабжения и водоотведения на примере комплекса по переработке этансодержащего газа в районе п. Усть-Луга**

Р.Ю. Соломатин
(ООО «РусХимАльянс»)

1. Описание проекта КПЭГ как уникального газового технологического кластера, показатели мощностей по товарной продукции, место в России и мире.

2. Вводная часть: вододефицитный район, отсутствие мощностей по ВК в районе строительства, отсутствие лимитов на пользование водными объектами для сброса.

3. Основные технические решения по системам ВК в рамках синергии как пример энергоэффективности (водозабор, очистные сооружения, система оборотного водоснабжения, сети водоотведения, техническое решение и согласование ПАО «Газпром» размещения канализационного коллектора 2 ДУ 560 в охранной зоне МГ для отвода сточных вод (стадия строительства) и дальнейшая эксплуатация в операционной стадии.

4. ГПК КПЭГ – отсутствие негативного влияния на водные объекты (бессточная система). Экологичность.

5. Плюсы и минусы реализуемой схемы по сравнению с традиционными техническими решениями.

6. Выводы.

Анализ и обработка исходных данных при обосновании взрывоустойчивости зданий и сооружений при взрывах топливно-воздушных смесей на компрессорных станциях

*А.А. Дурум, Ю.Ю. Петрова, Ю.В. Гамера
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Компрессорная станция (КС) является опасным производственным объектом с обращением в основном технологическом процессе природного газа, относящегося к воспламеняющимся веществам.

Целью работы является анализ взрывоустойчивости зданий и сооружений при авариях со взрывами природного газа на КС. При авариях на КС в общем случае могут реализовываться два принципиально разных взрыва, приводящих к формированию разнесенных по времени барических воздействий – физический и химический.

В докладе проведена идентификация источников взрывоопасности на КС, определены расчетные сценарии аварий на источниках взрывоопасности на КС и проведена оценка ожидаемых частот разгерметизации источников взрывоопасности и частот реализации расчетных сценариев аварий.

Анализ технологий очистки сточных вод малых и сверхмалых объектов водоотведения

*Д.И. Сакаян, Н.С. Хохлачев, Д.А. Неретин, А. В. Теребнев
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

С каждым годом антропогенное воздействие на водные экосистемы неизменно растет. Одной из главных причин данной тенденции являются неудовлетворительная работа объектов водоотведения хозяйственно-бытового и промышленного назначения. Для комплексной оценки эффективности очистки сточных вод действующих инженерных объектов ПАО «Газпром» был проведен анализ технологий очистки с последующим ранжированием и категорированием. Оценка режимов работы исследуемых на объектах ПАО «Газпром» очистных сооружений показала фактическую загрузку по объему сточных вод менее 50 % от проектных значений в 60 % случаев. В таких условиях зачастую не удается достичь проектной эффективности процессов очистки, и необходимыми мерами становятся интенсификация режимов работы очистных сооружений с соответствующим ростом энергозатрат. В работе выделены наиболее распространенные технологии биологических систем очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, к которым отнесены: технология биологической очистки сточных вод в аэротенках с использованием аэробных процессов; технология очистки сточных вод с использованием биофильтров; технология биологической нитри-, денитрификации.

Восстановление нарушенных ландшафтов с использованием новых современных технологий и технических средств

*Д.В. Усламин, И.А. Багаутдинова, Р.Ю. Галлямов
(ООО «Газпромнефть-ГЕО»)*

Повышение эффективности процесса биологического этапа рекультивации на труднодоступных территориях является ключевой целью для восстановления нарушенных ландшафтов при геологоразведочной деятельности.

Проведение рекультивации нарушенных земель на автономных и отдаленных месторождениях дорогостоящий процесс, при этом использование тяжелой техники при выполнении комплекса работ наносит дополнительный значительный ущерб растительному покрову в регионах со сложными грунтами (Арктика, болотистая местность и др.).

Проведенные исследования показали, что использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является комплексной, эффективной технологией по восстановлению нарушенных ландшафтов:

1. БПЛА с камерами высокого разрешения формируют снимки участков, что позволяет детально оценить требуемый объем работ по рекультивации нарушенных земель.

2. С помощью БПЛА, оснащенным специальными датчиками, производится сбор данных о почве (состав, влажность, уровень питательных веществ), на основании которых производится анализ и разрабатываются детальные почвенные карты для оптимизации использования удобрений и норм высева травосмеси.

3. БПЛА с системами опрыскивания вносят удобрения с высокой точностью, что повышает эффективность, снижает расход.

4. БПЛА позволяет высаживать семена с нужной нормой высева без дополнительного воздействия на почвенный покров.

5. БПЛА с гиперспектральной или мультиспектральной камерой позволяет производить оценку всхожести, проективное покрытие и другие параметры.

Улучшение цифровых сервисов в компании: инновационный подход к повышению безопасности труда и эффективности операций

*Е.К. Волченко, В.А. Верещагин
(ООО «Газпромнефть – МНПЗ»)*

Согласно концепции развития нефтеперерабатывающей отрасли в РФ компания стремится быть лидером в отрасли и задает тенденции и векторы перспективного развития на международном рынке. По итогам анализу HSE сектора компания выявляет слабые места и стремится свести их к минимуму.

Сделан вывод о необходимости кардинально менять подход к решению данной ситуации: в век развития цифровых технологий необходимо весь свой опыт внедрить в цифровые сервисы для развития данного блока.

В результате проделанной работы компания одной из первых в РФ и странах СНГ запустит свой флагманский продукт, который будет иметь ряд преимуществ:

- перенос цифровых сервисов в единое приложение на базе действующего устройства;
- внедрение цифрового сервиса;
- импортозамещение;
- создание системы «Цифровой завод».

Данная система позволит вывести тенденции безопасного производства на новый уровень, что станет эталоном для других участников отрасли.

СЕКЦИЯ № 8
«ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В НЕФТЯНОЙ
И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Цифровая трансформация отечественных предприятий ТЭК в условиях импортозамещения и оттока иностранного капитала

Д.А. Игнатов
(ООО «НИИгазэкономика»)

Доклад базируется на исследовании влияния оттока иностранного капитала из масштабных инвестиционных проектов нефтегазовой отрасли на фоне санкционного давления и процессов импортозамещения на реализацию проектов цифровой трансформации отечественных топливно-энергетических компаний.

В рамках оценки вышеуказанного влияния были рассмотрены такие проекты, как «Сахалин-2» (ПАО «Газпром»), «Арктик СПГ-2» (ПАО «НОВАТЭК») и «Восток Ойл» (ПАО «Роснефть»), а также финансовые показатели перечисленных компаний. Произведен анализ процесса адаптации отечественных транснациональных топливно-энергетических компаний к новым реалиям, который позволил им не только успешно функционировать, но и продолжать развитие собственной цифровой экосистемы.

Определено косвенное влияние необходимости импортозамещения аппаратно-программных комплексов на технологических объектах критической информационной инфраструктуры посредством технического перевооружения существующих цифровых систем и систем автоматизации на реализацию цифровой трансформации отечественных компаний ТЭК.

В условиях импортозамещения предприятиям ТЭК предлагается не ограничиваться техническим перевооружением, а использовать цифровые системы для модернизации аппаратного и программного обеспечения на объектах критической информационной инфраструктуры в рамках реструктуризации собственных стратегий цифровой трансформации.

Развитие методических подходов к качественной оценке стратегических рисков нефтегазовых компаний в условиях трансформации рынка

*Ю.А. Тюлькина, А.Ю. Колесник
(ООО «НИИгазэкономика»)*

В современном мире наблюдается рост неопределенности на глобальных энергетических рынках, что связано с кризисными явлениями в экономике стран и регионов, ростом геополитической напряженности и развитием технологий (в том числе «зеленых»). Изменение геополитического ландшафта и структуры энергетического баланса многих стран влияет на деятельность нефтегазовых компаний и достижение их стратегических целей, в связи с чем актуальной задачей является систематическая оценка влияния стратегических рисков на достижимость стратегических целей нефтегазовых компаний с применением формализованного подхода.

В рамках совершенствования методических подходов к качественной оценке стратегических рисков нефтегазовых компаний авторами предложена единая 9-уровневая шкала оценки вероятности реализации стратегических рисков. Также выработан подход по формированию отдельных 9-уровневых шкал для оценки влияния последствий реализации стратегических рисков на достижимость каждого конкретного стратегического целевого показателя. Кроме того, сформирован механизм расчета относительных рангов стратегических рисков и предложена шкала для установления значимости уровней стратегических рисков.

Разработанный методический подход имеет научную ценность для совершенствования методической базы в области рисков, а также практическую значимость при определении приоритета реагирования на конкретные стратегические риски.

Идентификация стратегических рисков в компаниях нефтегазовой отрасли

*Ю.А. Тюлькина, А.Ю. Колесник
(ООО «НИИгазэкономика»)*

В настоящее время наблюдается тенденция к структурному изменению условий, в которых функционируют нефтегазовые компании. Глобальные вызовы, в том числе глобальные политические и экономические изменения, конкуренция со стороны возобновляемых источников энергии, цифровая трансформация, усиление влияния экологической повестки, изменение структуры газового рынка повышают уровень неопределенности и ставят под угрозу реализацию стратегии. Это повышает актуальность своевременной идентификации и оценки стратегических рисков как на стадии формирования стратегии, так и при ее реализации.

Авторами предложен методологический подход к идентификации стратегических рисков и их факторов на основе синтеза инструментов стратегического управления. В ходе его апробации были выявлены факторы стратегических рисков, на основе анализа которых сформированы причинно-следственные цепочки «фактор – вызов – угроза – риск».

Рассмотренный методический подход к идентификации стратегических рисков может использоваться в рамках процесса стратегического управления. Результаты применения методического подхода могут использоваться для оценки стратегических рисков, формирования стратегии реагирования, а также разработки плана мероприятий по управлению стратегическими рисками в целях снижения их воздействия на деятельность нефтегазовой компании.

Применение непрерывной формы метода максимальной согласованности для поддержки принятия управленческих решений

*Р.М. Романов (ООО «НИИгазэкономика»),
А.И. Гусева (НИЯУ «МИФИ»)*

Важность анализа поведения исторического ряда и создания надежных прогнозов на будущее является актуальной задачей стратегического планирования на фоне быстро изменяющихся условий хозяйствования на мировом рынке для России. Прогнозирование временных рядов – это задача, для решения которой используется широкий спектр методов, от классических статистических до моделей Deep Learning. В области прогнозирования временных рядов применяются разнообразные методы моделирования, включая статистические и основанные на машинном обучении, но, по мнению экспертов, не существует универсальной модели, способной точно отразить всю временную динамику. Однако не менее важным, чем точное предсказание будущих значений, является понимание причины полученного результата и факторов, способствовавших прогнозу. В этом смысле интерпретируемость направлена на количественную оценку аспектов, которые делают чтение и анализ результатов более простыми для человеческого понимания.

В данной работе предлагается подход с использованием нечеткой логики и модели для многомерного прогнозирования, позволяющей найти баланс между интерпретируемостью и точностью. Представляются теоретическое обоснование применимости нечеткой логики, а именно использование нечетких временных рядов для прогнозирования, а также принципиальная схема модели функционирования для данной системы.

Показатели эффективности и инструменты управления материально-техническими ресурсами

*Н.А. Сычева
(ООО «Нефтесервисные решения»)*

1. Ключевые показатели эффективности материально-техническими ресурсами (МТР): оборачиваемость МТР, понятие низкоэффективного запаса.
2. BI инструмент «Карта МТР» по управлению МТР, реализованный в ГПН: архитектура (кратко), основные аналитики и показатели.
3. План-факт анализ и автоматический прогноз лимитов освоения (вовлечение в производственную программу) и лимитов финансирования (бюджет проекта), реализованный в «Карте МТР».
4. Ключевые пользователи и решения, принимаемые с помощью BI инструмента.
5. Планы по импортозамещению на отечественный продукт (PIX BI).

Эксплуатация основных средств в условиях агрессивной среды как источник повышенного финансирования инвестиционных проектов

М.Ю. Лехин
(ООО «Газпром добыча Иркутск»)

В дочерних обществах ПАО «Газпром» часть закупочных процедур оборудования, не требующего монтажа инвестиционных проектов, проводится за счет амортизационных отчислений эксплуатируемых основных средств. Объемы таких вложений соответственно пропорциональны и соизмеримы амортизационным отчислениям. Налоговое законодательство позволяет списывать в ускоренном порядке основные средства, эксплуатируемые в условиях агрессивной среды, а соответственно повысить амортизационные отчисления. С целью полного раскрытия возможности применения повышающего коэффициента проведены исследования, результатом которых является создание правовой базы для реализации применения ускоренной амортизации, основанной на:

- лично полученных более 20 писем с разъяснениями от государственных органов, напрямую или косвенно связанных с реализацией налогоплательщиками пп. 1. п. 1 ст. 259.3 НК РФ, в соответствии с выполненными запросами;
- реестр доводов и доказательств, позволяющих налогоплательщику применять повышающий коэффициент амортизации для основных средств, эксплуатируемых в условиях агрессивной среды на основании судебной практики;
- анализа общедоступных письменных разъяснений Минфина и Минэкономразвития Российской Федерации.

Контрактная стратегия как инструмент контроля реализации инвестиционных проектов

А.А. Ковалев
(ООО «Газпром инвест»)

ООО «Газпром инвест» – единый технический заказчик по реализации инвестиционных проектов ПАО «Газпром» по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов добычи, транспорта и переработки газа, объектов газификации.

В лице 10 филиалов ООО «Газпром инвест» ПАО «Газпром» ежегодно заключает не менее 130 новых договоров на строительные работы более чем с 50 подрядными организациями.

Учитывая уникальность и широкую географию инвестиционных проектов, своевременное заключение договоров на строительные работы является одним из факторов, влияющих на своевременный ввод объектов в эксплуатацию.

С целью снижения рисков при заключении договоров на строительство объектов в ООО «Газпром инвест» внедрен процесс формирования контрактной стратегии на строительные работы.

Процесс формирования контрактной стратегии представляет собой планирование сроков проведения закупочных процедур и заключения договоров на генподряд и субподряд с определением потенциальных исполнителей основных работ.

Планирование ключевых закупочных операций позволяет своевременно выявлять отклонения от инвестиционно-строительного процесса и принимать решения по ускорению заключения договоров или по согласованию переноса строительства объекта на более поздние сроки.

В свою очередь, планирование потенциальных исполнителей работ позволяет снизить риски отсутствия заявок при проведении закупочных процедур на выполнение строительных работ на объектах с низкой капиталоемкостью или расположенных в отдалении от других крупных нефтегазовых проектов.

Таким образом, в настоящий момент внедрение процесса формирования контрактной стратегии позволило выявить и оценить основные риски при заключении договоров, а также повысило ответственность кураторов договоров при поиске непосредственных исполнителей работ.

Внедрение и развитие системы управления рисками в ООО «Газпром инвест» при реализации инвестиционной программы ПАО «Газпром»

*М.Э. Мохначева
(ООО «Газпром инвест»)*

Управление проектом – это совокупность знаний, навыков, средств и методов применительно к проведению работ по проекту. Целью проектного управления является минимизация срока реализации проекта с сохранением качества и соблюдением изначально заложенного бюджета. Проектный подход остается главным трендом при формировании и внедрении новых управленческих систем ООО «Газпром инвест» при реализации инвестиционной программы ПАО «Газпром».

Управление рисками – инструмент проектного управления, принятый в международной практике, а также неотъемлемая часть успешной реализации проектов. Управление рисками позволяет снижать влияние негативных событий на достижение целей проекта, принимать обоснованные инвестиционные, технические и технологические решения при его реализации и планировать мероприятия по своевременному реагированию.

Данная работа описывает основные подходы по внедрению процесса управления рисками от разработки методологической базы и определения ключевых участников процесса до его цифровизации.

Результатом исследования является оценка влияния риск-ориентированного подхода на бизнес-процессы управления проектами в Обществе.

Разработка методических подходов к оценке освоения участков недр с учетом формирования регионально-технологических кластеров

*Е.В. Авдеева, Е.В. Панченко, Д.В. Копытова,
Ю.А. Вагнер, Е.В. Никулина
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Формирование регионально-технологических кластеров позволяет получить синергетический эффект за счет возникновения ряда факторов повышения эффективности, которых нельзя достичь при отдельном освоении участков недр.

В целях эффективного функционирования нефтегазовой отрасли авторским коллективом разработан единый оценочный показатель (ОП) проектов, позволяющий производить оценку и ранжирование минерально-сырьевой базы участков для последующего формирования кластеров лицензионных участков (ЛУ). Данный оценочный показатель объединяет критерии в единую оценку по ключевым факторам, изменяющуюся от 0 до 1 с шагом 0,2.

Ключевые факторы, влияющие на показатели экономической эффективности участков недр, объединены в группы – географические, геологические, показатели МСБ, технологические, прочие. Предложен подход присвоения веса каждому критерию по факторам. Градация весов обладает достаточной точностью и отражает тесноту корреляционной связи между критериями.

На основании ОП проводится отбор участков недр, рассматриваемых в качестве первоочередных для создания региональных кластеров.

Кластерный подход дает возможность прорабатывать единую стратегию разведки и общие инфраструктурные решения для нескольких перспективных объектов, что в итоге приводит к существенному экономическому эффекту от их синергии.

Социально-экономический эффект от сокращения числа аварий и инцидентов в секторе переработки газа и газового конденсата посредством технологий компьютерного зрения

*Ю.А. Вагнер, Е.В. Панченко, Д.В. Копытова,
С.С. Скрылева, Е.В. Авдеева
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Для внедрения системы компьютерного зрения (CV) на базе предприятия, занимающегося переработкой газа и газового конденсата, были проанализированы исходные данные по наличию и потребности в оборудовании на объектах основной технологии и отгрузки товарной продукции для определения объема капитальных вложений.

В рамках реализации проекта предлагается использовать существующую систему промышленного телевидения из взрывозащищенных камер, осуществить закупку серверов и приобрести готовое программное обеспечение (ПО) или разработать необходимое ПО самостоятельно. Экономическая оценка для выбора варианта произведена по трем вероятным сценариям прогнозирования тренда аварий и инцидентов. Для выявления тренда проанализированы данные аудита ЕСУПБ за десятилетний период по 5 предприятиям сектора переработки. Затраты на устранение последствий аварий и инцидентов определены на основе коллективных договоров, аудита ЕСУПБ, экологических отчетов и отчетных данных газодобывающих предприятий ПАО «Газпром».

Согласно результатам экономических расчетов, вариант с покупкой ПО характеризуется наибольшим значением ЧДД. Срок окупаемости варианта с покупкой ПО составил 3 года, а с разработкой ПО – 5 лет.

Социальный эффект от внедрения технологии CV достигается за счет повышения статуса «предпочтительного» работодателя, создающего безопасную и комфортную рабочую среду и заботящегося об окружающей среде. С учетом вышеизложенного технологии CV целесообразно внедрить как на рассмотренном в работе предприятии, так и в других дочерних обществах ПАО «Газпром» в рамках перспективного развития.

Влияние сроков проведения геологоразведочных работ на экономическую эффективность участков недр

*К.В. Жукова, М.Н. Иканина, О.А. Королева, Е.В. Панченко
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Геологоразведочные работы (ГРР) являются совокупностью взаимосвязанных, применяемых в определенной последовательности работ по изучению недр, обеспечивающих подготовку запасов и ресурсов природного газа, газового конденсата и нефти для промышленного освоения.

На основании сроков окончания выполнения ГРР принимаются инвестиционные решения о начале освоения участка недр. Период выполнения и объемы ГРР оказывают существенное влияние на эффективность освоения участков недр.

Своевременные сроки проведения ГРР позволят расширить ресурсную базу углеводородов в целях газоснабжения российских потребителей и обеспечения зарубежных поставок газа в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Сопоставление экономической эффективности выполнено на примере трех месторождений с разными сроками проведения ГРР (классический, ускоренный и форсированный).

Сравнительный анализ влияния сроков ГРР на экономическую эффективность участка недр позволил выявить, что наиболее привлекательным является форсированный метод ГРР.

Влияние организационно-экономического механизма взаимодействия между недропользователями на эффективность реализации проекта по освоению месторождения

*Е.В. Коростелева, В.В. Сузрובה, Н.Л. Сергеева
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Влияние механизма взаимодействия между недропользователями на эффективность реализации проекта рассмотрено на примере комплексной технико-экономической оценки совместного освоения запасов газоконденсатного месторождения, расположенного на двух лицензионных участках. Лицензии на разведку и добычу полезных ископаемых принадлежат крупной энергетической компании и региональной государственной нефтегазовой компании.

В работе рассмотрено два варианта взаимодействия:

- вариант 1 предусматривает заключение договора купли-продажи;
- вариант 2 предполагает дополнительно заключение долгосрочного рискованного операторского договора (ДРОД).

Согласно результатам выполненной технико-экономической оценки, проект является нерентабельным в силу высокой капиталоемкости. Поскольку основная цель реализации инвестиционного проекта заключается в социальной газификации, для региональной компании возможно привлечение государственного субсидирования, что положительно сказывается на эффективности проекта.

В результате с учетом консолидации финансовых ресурсов компаний и государства проект по варианту 2 становится экономически целесообразным для каждого из участников.

Таким образом, ДРОД является актуальным и эффективным инструментом для формирования отношений между нефтегазовыми компаниями при эксплуатации месторождений, а привлечение государственного субсидирования позволяет реализовывать социально значимые проекты на совместно выгодных условиях.

Разработка методических рекомендаций по количественной оценке рисков проектов инфраструктурного строительства (в нефтегазовой отрасли) на стадиях их предварительной проработки

*Ю.А. Сумарокова
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Реализация проектов инфраструктурного строительства сопряжена со значительными рисками, реализация которых потенциально может оказать существенное влияние на достижение их целей.

С учетом вышесказанного актуальным и целесообразным выглядит внедрение инструментов и процедур анализа рисков на всех стадиях жизненного цикла реализации инфраструктурных проектов, а в особенности на стадиях их предварительной проработки, например, установления соответствующих денежных, временных и прочих резервов.

В работе автором приведен пошаговый алгоритм количественной оценки рисков на стадии инициирования проекта инфраструктурного строительства для целей учета и минимизации их потенциального негативного влияния посредством включения соответствующих резервов в предварительный бюджет проекта. Методические рекомендации описывают общие принципы проведения оценки влияния рисков на стоимость проекта, при этом их применение может варьироваться в зависимости от объема исходных данных о проекте, наличия временных ресурсов у специалистов, осуществляющих проработку проекта, и др.

Таким образом, предлагаемые рекомендации позволяют на этапе инициирования уточнить стоимость проекта инфраструктурного строительства с учетом потенциального влияния присущих ему рисков. Результаты работы могут быть актуальны для целей определения размера необходимых резервов в бюджете проекта с учетом уровня его сложности и в условиях неопределенности.

Показатели газификации как отражение экономического развития субъектов Российской Федерации

М.В. Викторов
(ООО «Газпром межрегионгаз»)

Доступность газового топлива и связанный с этим процесс газификации играют важную роль для социально-экономического развития регионов Российской Федерации. Реализация долгосрочной программы развития газоснабжения и газификации регионов Российской Федерации, а также программы по догазификации способствуют комплексному развитию региональной инфраструктуры, благотворно влияют на экономическое развитие регионов, а также оказывают положительный социально-экологический эффект.

Однако, несмотря на общепринятое мнение о важности реализации данных программ, в исследованиях уделено недостаточно внимания рассмотрению влияния газификации регионов на их дальнейшее экономическое и социальное развитие.

В связи с этим целью данного исследования является выявление взаимосвязей между определенными социально-экономическими показателями развития региона и показателями газификации.

В докладе представлены результаты рассмотрения положительных эффектов газификации, а также результаты корреляционного и регрессионного анализов на примере нескольких субъектов Российской Федерации.

Выбор оптимального способа использования ШФЛУ НГКМ юга полуострова Ямал

*Д.И. Ульянов, Д.О. Лебедев
(ООО «Газпромнефть-Ямал»)*

Вызовы, стоящие перед нефтегазовыми компаниями РФ, – повышение ценности и диверсификация способов сбыта добываемых УВ. Одно из перспективных направлений – глубокая переработка газа, сырьем для которой являются ПГ и ПНГ. Содержание пропан-бутановой фракции в добываемом газе > 3 %. Одно из эффективных решений – выделение ШФЛУ. Цель работы заключается в проведении ТЭО оптимального способа использования ШФЛУ месторождений юга полуострова Ямал.

Существует ряд технологий выделения пропан-бутановой фракции из газа, не требующих доступа к лицензиарам из недружественных стран. На рынке РФ имеются компании, производящие оборудование для обеспечения захлаживания потока до $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$. Приоритетные направления сбыта – сбыт по СМП, СШХ или ГПЗ Надым-Пур-Тазовского региона. Наиболее близкие объекты-аналоги – проекты «Белозерный ГПЗ» и «Южно-Балыкский». Для оценки выбрана производительность 1 000 тыс. т в год.

Ключевые показатели эффективности проекта следующие: капиталовложения (CAPEX) 45,9 млрд руб., операционные затраты (OPEX) 42,9 млрд руб., чистая приведенная стоимость (NPV) 20,5 млрд руб., индекс доходности (PI) 1,57. Объем монетизации газа 400 млн м³ в год.

Таким образом, реализация проектов по глубокой переработке газа позволит монетизировать дополнительные объемы газа, снизить дефицит ШФЛУ на российском рынке и усилить устойчивость нефтегазовых компаний в условиях высокой волатильности рынков и изменения логистических цепочек.

Газовая стратегия России: новые вызовы и возможности

А.А. Распопова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

1. Актуальность:

- оценка влияния санкций на газовую отрасль России;
- изучение процесса повышения конкурентоспособности и доходности ПАО «Газпром» путем снижения издержек и внедрения технологических инноваций;
- анализ тенденций развития внутреннего и внешнего платежеспособного спроса.

2. Цель:

- разработать практические рекомендации по модернизации газовой стратегии России в условиях быстроменяющейся конъюнктуры мирового рынка.

3. Задачи:

- изучение национального и мирового опыта в преодолении санкций и развитии газовой отрасли;
- оценка потенциала отечественных технологий для целей модернизации газового сектора;
- анализ возможностей импортозамещения в отрасли и его влияния на конкурентоспособность, выявление перспективных направлений;
- поиск альтернативных источников платежеспособного спроса.

4. Выводы:

- проанализировано влияние изменений в глобальной конъюнктуре мирового рынка на газовую стратегию России;
- определены векторы развития научно-технического потенциала для обеспечения технологической независимости в данной отрасли;
- разработаны практические рекомендации по диверсификации газового экспорта, укреплению позиций на мировом рынке и продвижению экологически чистых технологий.

Обзор международного и российского рынков ликвидации морских нефтегазовых сооружений

*А.А. Смирнов, А.В. Маричев, В.И. Жемчужов
(ООО «Газпром морские проекты»)*

Приближающиеся предельные сроки эксплуатации морских нефтегазовых сооружений вынуждают заранее озаботиться вопросом финансирования работ по ликвидации МНГС с учетом зарубежного опыта.

В докладе представлен обзор зарубежного рынка ликвидации МНГС и оценка потенциального объема рынка в Российской Федерации.

В настоящее время работы по ликвидации МНГС сосредоточены в Великобритании, Норвегии и США, что связано не только с количеством построенных платформ, но и их массой.

Со временем объем работ по ликвидации МНГС в Великобритании будет возрастать не столько в количестве выводимых из эксплуатации платформ, сколько их возрастающей массе.

В Великобритании в структуре затрат на ликвидацию более половины занимают затраты на ликвидацию скважин и лишь около четверти – операции, связанные с платформами.

Для снижения затрат на ликвидацию и уменьшения экологических рисков в Мексиканском заливе разрешена операция по конверсии опорных оснований в искусственные рифы.

Рынок ликвидации МНГС в Российской Федерации формируется не столько из количества платформ, сколько из их масс и потенциально имеет объем до 6 млрд долларов США.

Создание центра компетенций по реализации ГРР-проектов как катализатор непрерывного восполнения ресурсной базы компании

М.В. Коваленко
(ООО «ГПН-ГЕО»)

В целях обеспечения непрерывного восполнения ресурсной базы компании рентабельными запасами углеводородов технологическим лидером нефтегазового рынка России ПАО «Газпром нефть» было принято решение о необходимости повышения эффективности процесса по управлению геологоразведочными работами и развитию ресурсной базы компании.

Для определения наиболее эффективного подхода по реализации стратегии развития ресурсной базы компании был проведен анализ применяемой организационной модели, определены ее сильные и слабые стороны, разработаны возможные варианты подходов к управлению ресурсной базой компании, проведен сравнительный анализ разработанных вариантов и определен наиболее эффективный из вариантов.

Результатом проведенной работы является создание концепции по управлению геологоразведочными работами и развитию ресурсной базы компании, которая позволяет решить бизнес-задачи геологоразведочных проектов в полном объеме:

- оптимизировать численность персонала за счет синергетического эффекта;
- обеспечить высокую скорость формирования проектных команд;
- сохранить высококвалифицированные кадры;
- повысить мотивацию персонала;
- обеспечить высокую скорость принятия операционных решений;
- повысить качество проработки проектов на ранних стадиях и т.д.

Управление инновациями и инновационными проектами нефтегазовой отрасли на основе цифровых технологий

Д.А. Маркин
(ООО «Газпром недра»)

В настоящее время нефтегазовая отрасль нашей страны находится под беспрецедентным санкционным давлением. Это касается введения ограничений на поставку оборудования, необходимого для добычи нефти прежде всего на арктическом шельфе, введение ограничений на финансирование разработки нефтегазовых месторождений, ограничения на поставку оборудования, необходимого для транспортировки углеводородов, ограничения на стоимость углеводородов из РФ и т.д. В связи с этим возникает необходимость в качественно новом уровне управления инновациями и инновационными проектами нефтегазовой отрасли в РФ, который способен в результате интеграции цифровых технологий в систему управления инновационными проектами нефтегазовые предприятия обретают следующие преимущества: увеличение доходности от новаторских инициатив; рост продуктивности команд; сокращение периода выполнения заданий; оптимизация распределения ресурсов; экономические выгоды в инвестиционных планах; достижение прогнозируемых показателей; цифровизация проектных этапов и исследований; улучшение профессиональных качеств участников. В связи с вышеизложенным автором была предпринята попытка научного анализа и критического осмысления проблемы управления инновациями и инновационными проектами нефтегазовой отрасли на основе цифровых технологий. В докладе описаны основные методы и общепринятые практики управления инновациями путем интеграции основных центров принятия решений.

Развитие технологического менеджмента в ООО «Газпром подземремонт Уренгой»

*П.В. Петров
(ООО «Газпром подземремонт Уренгой»)*

В условиях конкуренции в нефтегазовом секторе критическое значение приобретает обеспечение высокой производительности при минимальных издержках. Это достигается применением современных технологий, включая цифровые решения.

Цифровой инжиниринг играет ключевую роль в оптимизации бизнес-процессов, сокращении непроизводительного времени, повышении производительности работ. Компания «Газпром подземремонт Уренгой» активно внедряет цифровые технологии в капитальный ремонт скважин, что приводит к существенному улучшению эффективности управления геолого-техническими процессами. Это включает создание шаблонов и миникалькуляторов для типовых расчетов, стандартизированные конструкторы для визуализации скважин и уникальные маршруты подачи запросов в отдел инженерно-технических расчетов, технологический отдел и комплексную лабораторию технологических растворов и интенсификации скважин через программную среду «1С: Документооборот».

Такие инновации не только сокращают время обработки запросов, но и повышают качество принимаемых решений. Это позволяет компании улучшить свою конкурентоспособность и добиться новых высот в области капитального ремонта скважин.

СЕКЦИЯ № 9
«ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Риски и перспективы развития правоотношений сторон в договоре перевозки грузов

Д.Р. Сайфутдинова
(ООО «Газпром газомоторное топливо»)

В современных условиях в российской нефтегазовой отрасли стороны в договоре перевозки грузов столкнулись с такими изменениями, как:

1. Юридическая замена бумажных документов коносаментов или морских накладных электронными документами при заключении договора перевозки груза.

2. Использование средств непрерывного мониторинга грузов. При перевозке грузов используются контейнеры, которые постепенно становятся не просто запечатанными ящиками, а умными машинами, оснащенными датчиками, которые обладают широким спектром возможностей и обеспечивают принятие необходимых мер по защите груза во время транспортировки, а также исключение риска возникновения судебного спора между сторонами договора.

3. Введение технологии распределенного реестра, что позволяет не только защищать информацию от манипуляций и фальсификаций, но и распространять ее сторонам в договоре.

4. Осуществление платежа по договору путем транзакции в электронном виде посредством банковского перевода, который запускается электронными документами по режиму банковских платежных обязательств. В этом случае возникает необходимость в введении смарт-платежных контрактов в форме безбумажных безотзывных платежных обязательств, иницируемых в электронном виде, путем подачи согласованных электронных документов в виде файлов определенной формы.

В результате анализа были выявлены законодательные пробелы в области правового регулирования данных изменений.

Нормативное регулирование создания системы оповещения на объектах транспорта газа

*Н.Н. Торопов
(ООО «Газпром трансгаз Саратов»)*

На территории Российской Федерации расположено более 170 000 опасных производственных объектов (ОПО) разных классов опасности. В то же время действующее законодательство с учетом изменений и дополнений, которые произошли в 2014 г., продолжает пополняться новыми требованиями для владельцев ОПО I и II классов опасности в области гражданской обороны.

Компании Группы Газпром, эксплуатирующие магистральные газопроводы, газораспределительные станции, компрессорные станции, обязаны создавать и поддерживать в постоянной готовности локальные системы оповещения (ЛСО) населения о чрезвычайных ситуациях. В арбитражных судах и судах общей юрисдикции для дочерних обществ ПАО «Газпром» сложилась отрицательная судебная практика по обжалованию выданных территориальными органами МЧС России предписаний, связанных с установкой ЛСО на ОПО I и II классов опасности. В связи с этим дочерние общества оказались в сложной ситуации, поскольку требования законодателя об установлении ЛСО не только на площадные объекты, но и на линейную часть магистрального газопровода, требует огромных финансовых затрат. В докладе предлагается внесение изменений в действующее законодательство, в частности, разработка и рассмотрение отдельного законопроекта, предусматривающего конкретизацию особенностей создания ЛСО на ОПО I и II классов опасности.

Выдача разрешения на использование земель в порядке статьи 39.34 Земельного кодекса РФ: исключение из принципа платности земли

*А.С. Кошпаренко
(ООО «Газпром недра»)*

Хозяйственная деятельность предприятий нефтегазового комплекса зачастую неразрывно связана с использованием земель в различных целях. В частности, коммерческие организации, в том числе дочерние общества ПАО «Газпром», выполняющие цикл геологоразведочных работ, являются основными пользователями земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности, в рамках выданных лицензий на геологическое изучение недр.

В соответствии с положениями Земельного кодекса РФ (далее – ЗК РФ) начиная с 2014 г. использование вышеуказанных земель без предоставления земельных участков и установления сервитута в целях геологического изучения недр осуществляется на основании разрешения уполномоченного органа. Вместе с тем нормы земельного законодательства и соответствующие подзаконные нормативные акты не содержат условий ни о безвозмездности, ни о порядке расчета и внесения платы за пользование земельными участками в указанных целях. Такая ситуация не отвечает требованиям определенности правового регулирования и порождает ряд проблем как для правоприменителя, так и для землепользователя в различных регионах.

Таким образом, в докладе обуславливается необходимость внесения изменений в статьи 39.33, 39.34 ЗК РФ, постановление Правительства РФ от 27.11.2014 № 1244 «Об утверждении Правил выдачи разрешения на использование земель или земельного участка, находящихся в государственной или муниципальной собственности» с целью устранения законодательных пробелов и установления дальнейшего единообразного толкования.

Роль патентных исследований в обеспечении правовой охраны технических разработок в газовой отрасли

А.В. Колмакова
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В основе управления инновационными проектами в газовой отрасли лежат результаты патентных исследований. Стандартом в области патентных исследований является ГОСТ Р 15.011-2024 «Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения», введенный в действие 1 марта 2024 г. взамен ГОСТ Р 15.011-2022.

Патентные исследования выступают составной частью научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Поэтому патентные исследования необходимо проводить при текущем и последующем планировании НИОКР, результатом которых является создание нового инновационного продукта.

В докладе особый акцент уделяется такому виду патентного исследования, как исследования на патентную чистоту. Целью данного типа исследования является анализ возможности беспрепятственного производства и реализации объектов техники на территории определенной страны.

Для определения патентной чистоты выявляются и анализируются действующие на исследуемой территории патенты, права на которые могут быть нарушены при использовании объектов техники. Путем сравнения признаков формул патентов с характеристиками объекта делается вывод об использовании или неиспользовании изобретения, полезной модели или промышленного образца, защищенного патентом в исследуемом объекте. По результатам такого исследования можно определить, существует ли вероятность нарушения патентных прав третьих лиц при реализации новой разработки.

Правовое обеспечение нефтегазовой промышленности: проблемы и методы их разрешения

Н.А. Никифоров
(ООО «Газпром межрегионгаз Астрахань»)

1. Перспективы развития правовой базы в контексте изменяющихся экономических и экологических условий.
2. Вопросы охраны окружающей среды и экологической устойчивости в нефтегазовой промышленности.
3. Вопросы лицензирования деятельности в нефтегазовой отрасли.
4. Механизмы контроля и наказания.

СЕКЦИЯ № 10
«МАРКЕТИНГ, PR И МАССОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ
В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ»

Стратегия коммерциализации геологоразведки

Е.А. Павлов
(ООО «Газпромнефть-ГЕО»)

Коммерциализация геологоразведки подразумевает вывод на внешний рынок продуктов и сервисов, в которых технологии и инновации являются неотъемлемой частью с точки зрения эффективности и конкурентоспособности.

Первым элементом стратегии коммерциализации геологоразведки является анализ среды: внешней для определения емкости рынка, трендов, игроков (при наличии) и внутренней, в рамках которого оцениваются текущие показатели деятельности, выполняется оценка собственных компетенций и преимуществ, а также customer development или custdev – определение потребностей клиентов с применением глубинного интервью.

В результате анализа среды формируется SWOT-анализ, который может быть дополнен уникальным торговым предложением, ключевыми факторами успеха.

Проделанная аналитическая работа позволяет сформировать образ результата и определить направления развития, в рамках которых могут быть установлены целевые показатели доли рынка, предложены варианты бизнес-моделей и оценен потенциал каждой из них, сформирован клиентский и продуктовый портфель.

Заключительный этап – элементы реализации намеченной стратегии – по сути ответы на 4 главных вопроса: что продаем (продуктовый каталог), кому продаем (сегменты клиентов), где продаем (каналы реализации), как продаем (маркетинговая стратегия, организационная модель).

Геймификация в работе с аудиторией корпоративных каналов коммуникаций

*В.Г. Буласова
(ООО «Газпром межрегионгаз»)*

Предметом настоящего исследования является контент внутрикорпоративного телеграмм-канала Группы «Газпром межрегионгаз» в 2024 г. (количество подписчиков – более 16 000, география подписчиков – 72 региона присутствия Группы). В канале в оперативном режиме освещается корпоративная жизнь дочерних обществ Группы «Газпром межрегионгаз», при подготовке информационных материалов используются актуальные подходы в подаче материалов.

Основная цель канала – объединение сотрудников Группы «Газпром межрегионгаз» за счет создания общего информационного поля, укрепление корпоративного духа и повышение лояльности сотрудников к работодателю. В канале используются различные подходы в подаче контента, в том числе вовлекающие технологии. Одной из таких технологий является геймификация контента.

Геймификация позволяет облегчить восприятие большого объема информации, выполняет развлекательную и информационную функцию. Данная технология позволяет по-новому взглянуть на работу с цифровыми корпоративными медиа, что представляет особый интерес для SMM-специалистов.

PR в нефтегазовой отрасли: ключевые аспекты и современные тренды

*А.Ю. Величко
(ООО «Газпром морские проекты»)*

Развитие топливно-энергетического комплекса, важнейшего сектора экономики России, обусловлено успехом нефтегазовых компаний, который определяется продуктивностью функционирования PR-служб. Такие службы влияют на укрепление имиджа и формирование положительного отношения к нефтегазовой отрасли и ТЭК.

В докладе рассмотрены ключевые аспекты и современные тенденции PR-деятельности в нефтегазовых компаниях:

1. Определение и значение PR в энергетике.
2. Роль PR в управлении имиджем и репутацией.
3. Цели, задачи и основные направления PR-служб.
4. Работа с отраслевыми СМИ и университетами.
5. Благотворительность и экология.
6. Обзор реализованных отраслевых PR-стратегий и кампаний.
7. Особенности внутрикорпоративного PR.
8. Перспективы развития PR в нефтегазовой отрасли.

Инновационная программа взаимодействия студентов опорных вузов и компаний газовой отрасли: предоставление площадки для знакомства и работы с проектной документацией будущих объектов газоснабжения

А.Р. Сафиуллов

(ООО «Газпром газораспределение Самара»)

В докладе рассматривается взаимодействие студентов с Группой компаний «Газпром межрегионгаз». Изучен ряд профессиональных запросов, техническая документация и возможность допуска молодых специалистов к решению ряда вопросов газовой отрасли. Составлен социологический опрос, который был проведен среди студентов опорных вузов Самарской области, проходящих практику в рамках обучения в ООО «Газпром газораспределение Самара» (далее – Общество).

В ходе социологического опроса выделяются аспекты, определяющие уровень заинтересованности студента в работе с объектами газовой отрасли РФ, а именно:

- решение кейсов от Общества в рамках учебной программы вуза;
- возможность знакомства с Обществом и дальнейшее трудоустройство;
- использование наработок в ходе решения кейса в ВКР.

Для формирования четкого понимания технических и профессиональных требований газовой отрасли к сотруднику ИТР был разработан план взаимодействия с вузом и газораспределительной организацией, который позволит студентам получить опыт работы в реальных условиях и предложить Обществу инновационные методы решения возникающих технических вопросов. Для совершенствования системы подготовки высококвалифицированных молодых сотрудников важно разработать комплекс мероприятий, так как современные студенты обладают креативным и инновационным мышлением, что в дальнейшем благополучно отразится на газовой отрасли РФ.

Методология использования сервисов генеративного искусственного интеллекта в управлении личной и профессиональной эффективностью сотрудников нефтегазовой отрасли

А.С. Обрезкова

(ООО «Газпромнефть-Региональные продажи»)

На сегодняшний день существует множество отечественных и зарубежных сервисов генеративного искусственного интеллекта (Generative Artificial Intelligence, GAI), предоставляющих возможность создания и использования интеллектуальных агентов в качестве ассистентов или помощников.

Целью данного исследования является разработка методологии применения сервисов GAI в решении личных и рабочих задач. Актуальность работы обусловлена возросшей доступностью и расширенной функциональностью инструментов на основе искусственного интеллекта. Из-за барьеров использования зарубежных продуктов и ввиду тенденции импортозамещения в данном исследовании рассматривались такие сервисы, как GigaChat, YaGPT 2, Kandinsky 2.2, Gamma AI, Miro AI и другие, доступные российским пользователям.

В текущей работе ряд сервисов GAI анализируются с точки зрения применимости к решению рабочих задач. В рамках доклада рассмотрены задачи, которые могут быть покрыты GAI и которые в современных условиях требуют меньших временных затрат. К таким задачам относятся: генерация текста (письма коллегам, мемо встречи, программа адаптации нового сотрудника и т.д.), генерация визуального контента (презентации, изображения для курсов, новостей и т.д.), создание выжимки из текста, а также генерация кода.

Внедрение в регулярные рабочие процессы высокодоступных инструментов искусственного интеллекта способствует развитию цифровых навыков сотрудников и, как результат, повышению уровня цифровой зрелости организации.

Построение корпоративной системы мотивации персонала на основе базовых принципов теории безопасности

А.Г. Черкасская
(ООО «Газпром газнадзор»)

Мотивация играет большую роль в жизни каждого человека, определяет направление, объем, характер и продолжительность деятельности. Сложность человеческой природы и неполнота изученности внутренних психических, психофизиологических, нейрофизиологических и других процессов в организме человека обуславливают наличие множества различных мнений и подходов к вопросу о сущности мотивации.

Теории мотивации, получившие широкое распространение и послужившие основой для последующих научных исследований в этой сфере, разделяют на три вида: 1) содержательные (пирамида потребностей А. Маслоу); 2) процессуальные (модель Портера – Лоулера); 3) изучающие отношение человека к труду (теории Макгрегора). Рассматриваемые теории не учитывают базовый принцип теории безопасности (диалектическое единство и борьба двух противоположностей – интересов и угроз), на котором зиждется вся жизнедеятельность человека.

Исходя из теории безопасности, главным звеном в системе мотивации человека являются интересы и угрозы для этих интересов. Центральная роль в любой системе мотивации отводится безошибочному выявлению истинных интересов людей. Воздействие, направленное на несуществующий или невыявленный интерес, не способно стать управляемой мотивационной силой. Механизмы управления интересами, основанные на принципах теории безопасности, и их интеграция в систему корпоративного менеджмента способны стать мощным рычагом воздействия на персонал для достижения корпоративных целей.

Инновационное управление карьерой газовой отрасли: консолидация модели Assessment-теста с образовательной методологией опорных вузов

А.А. Ровинских
(ООО «Газпром межрегионгаз Самара»)

В докладе рассматривается проблема соответствия уровня профессиональных навыков и знаний молодых специалистов, полученных в ходе обучения по программам высшего и среднего профессионального образования, уровню профессиональных требований к выполнению должностных обязанностей в ООО «Газпром межрегионгаз Самара», являющегося частью Группы компаний «Газпром межрегионгаз» и ПАО «Газпром». Автором изучен ряд профессиональных запросов, должностных инструкций и требований профессиональных стандартов, обязательных и рекомендуемых к применению в ГК «Газпром межрегионгаз» для анализа предъявляемых профессиональных навыков и знаний к работникам, а также для методологических инструментов повышения конкурентоспособности Общества в пределах самарского региона посредством подготовки и оценки студентов в вузах-партнерах как его потенциальных будущих работников. Изучены следующие внутренние нормативные документы: Кодекс корпоративной этики ПАО «Газпром»; приказ от 26.02.2024 № 24 «Об утверждении Плана мероприятий по применению профессиональных стандартов в Группе Газпром межрегионгаз на 2024 год»; Перечень профессиональных стандартов, рекомендуемых к обязательному применению в компаниях Группы «Газпром межрегионгаз», должностные инструкции структурных подразделений ООО «Газпром межрегионгаз Самара»; Положение о кадровом резерве; кроме того, в рамках исследований был проведен анализ Реестра Независимой оценки квалификации. Аргументы, приведенные в научной работе, базировались на показателях ежегодных форм корпоративной управленческой отчетности ООО «Газпром межрегионгаз» (№ 198-газ, № 25-26 газ, № 161-газ).

Оформлен и проведен социологический опрос среди студентов, проходивших производственную практику по программам высшего и среднего профессионального образования, а также была составлена статистика по открытым вакансиям в Обществе. В ходе вышеуказанного социологического опроса автор дает оценку факторам, определяющим уровень подготовки студентов к реальным условиям рынка труда, кроме того, учитывается уровень подготовки студентов в самих вузах-партнерах, соответствующий требованиям национальной газовой отрасли.

Для формирования четкого понимания студентами реальных требований рынка труда газовой отрасли и профессиональных требований была разработана методология внутреннего информационного ресурса, система которого сравнивает уровень профессиональных требований с уровнем компетенций студентов, получаемых в ходе образования, и объединяет с методологией Assessment-центра. В результате такая система

оценивает компетенции потенциального кандидата с ключевыми показателями активной вакансии в прямом и открытом режиме, формируя полученные данные в единый отчет.

В докладе выявляются актуальные проблемы и факторы подготовки самарских студентов в учебных заведениях к условиям реального рынка труда, оцениваются условия рынка труда газовой отрасли и моделируются новые кадровые решения, способствующие улучшению процесса подбора и оценки персонала, таким образом, повышению конкурентоспособности, открытости и прозрачности Общества на региональном рынке труда.

Показатели газификации как отражение экономического развития субъектов Российской Федерации

М.В. Викторов
(ООО «Газпром межрегионгаз»)

Доступность газового топлива и связанный с этим процесс газификации играют важную роль для социально-экономического развития регионов Российской Федерации. Реализация долгосрочной программы развития газоснабжения и газификации регионов Российской Федерации, а также программы по догазификации способствуют комплексному развитию региональной инфраструктуры, благотворно влияют на экономическое развитие регионов, а также оказывают положительный социально-экологический эффект.

Однако, несмотря на общепринятое мнение о важности реализации данных программ, в исследованиях уделено недостаточно внимания рассмотрению влияния газификации регионов на их дальнейшее экономическое и социальное развитие.

В связи с этим целью данного исследования является выявление взаимосвязей между определенными социально-экономическими показателями развития региона и показателями газификации.

В докладе представлены результаты рассмотрения положительных эффектов газификации, а также результаты корреляционного и регрессионного анализов на примере нескольких субъектов Российской Федерации.

Экспортная стратегия России в условиях трансформации рынков природного газа

К.Д. Тяглов
(ООО «Газпром экспо»)

Мировой газовый рынок в последние годы претерпел значительные изменения:

- разрушение спроса на газ в ЕС и постепенный отказ от поставок газа из России;
- атаки на международную газопроводную инфраструктуру («Северный поток» и «Северный поток – 2»);
- рост торговли сжиженным природным газом;
- появление новых импортеров и рост импорта газа из Азии.

Экспортная стратегия российской газовой отрасли динамично реагировала на все появляющиеся вызовы, а сам процесс ее преобразования начал происходить более чем десятилетие назад:

- развитие газовой инфраструктуры в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке и создание новых экспортных маршрутов;
- развитие газопереработки и газохимии;
- создание новых экспортных СПГ-проектов.

Происходящая трансформация рынков природного газа придала импульс процессам изменения и привела к ускорению переориентации экспортных поставок газа на перспективные рынки развивающихся стран, расширению товарной продукции и усложнению логистики.

СЕКЦИЯ № 11
«KNOWLEDGE AND EXPERIENCE
FOR OIL AND GAS INDUSTRY»

The national approach of Russia and China to project management in the implementation of investment projects

D.A. Petrova
(Gazprom invest LLC)

Russia and China have a long history of cooperation. Now, these trends are not only continuing, but also increasing. During the talks in Beijing, Mikhail Mishustin noted that the states are jointly implementing about 80 projects worth a total of 20 trillion rubles. The area of interest of Chinese investors is wide: from the construction of infrastructure facilities to energy, science and technology. Project implementation approaches are based on implementation experience and mentality.

In this context, it becomes relevant to consider approaches to the methodology of project management in both countries, identify national characteristics and compare the compatibility of these views to identify areas of development and synchronization in the field of project management.

The author analyzes common project management standards such as PMBoK and C-PMBoK. The national culture and economic characteristics of each country are also taken into account.

For example, there are differences in culture. However, in the economy, there are similarities in the position of the state in the implementation of large investment projects. The author also notes the peculiarity of cooperation with China, warning about potential threats.

As a result of the research, the author has formed recommendations for further cooperation and development of business relations in the implementation of joint projects.

Optimization of the technological process of gas wells development of senoman deposits Yamburg and Urengoy oil and gas fields

*A.O. Popov
(Gazprom podzemremont Urengoy LLC)*

Efficient development and operation of gas wells at the late stage of production characterized by low reservoir pressures remains a relevant task for both oil and gas producing enterprises and industry institutes. Problems such as well self-killing due to liquid accumulation in the wellbore, bottomhole zone destruction, and low reservoir energy characteristics are the main ones during the development and operation of these wells. At the current stage of low-pressure well development, the comprehensive application of coiled tubing and nitrogen compressor units allows for stepwise reduction of liquid level in the wellbore by injecting nitrogen, as well as cleanout the wellbore from solid particles, while maintaining the target reservoir depression and to provide a gradual initiation of the well without of the bottomhole zone formation destruction.

This research considers the main technological limitations and solutions for problems encountered during the development and cleanout of gas wells of the senoman deposits. The main focus is on determining the minimum injection rate in the annulus, required for liquid and solid particles removal considering the target reservoir depression, ensuring minimal impact on the reservoir formation, that is very important in the senoman deposits conditions represented by weakly cemented sandstones.

Based on the calculated data, dependencies of minimum required injection rate on the pump-compressor, tubing and coiled tubing diameters, and permissible reservoir depression are obtained, the consideration of which is necessary when selecting the development technological mode.

A methodology for selecting the development technological mode based on the above technological solutions is also proposed.

The application of the developed approach will reduce cleanout time thereby increasing the efficiency of development wells.

Learning lessons not only from incidents

A.F. Tukhvatulin
(Oilfield Solutions LLC)

What is learning lessons? It is when we make some conclusions after the fact when issue has already occurred. The problem is already there and unfortunately, it is too late in the game. We already have lost time in a currency of NPT, RUB value in cash and other resources.

What can we do differently? How can we change the approach? And, the answer actually is there, the solution is on the surface, we just got to take it! Do it right for the first time, put the barriers and take precautions well in advance! That is what we call risk-based approach, when we do consider worth case scenarios and for any of those scenarios we already established barriers and measures, which can prevent or at least mitigate the consequences. We learn lessons from previous issues and incidents, which were happening somewhere else with somebody else. Cause we all within the industry do pretty similar business, we drill / produce / workover the well / interpret the data. So that we can drill a better and with higher level of PI well (of course jobs are with high level of variation between services provided / lithological specifics / weather conditions / remoteness of location etc.) and similar issues with very high level of probability could be happening to our Teams. With that, we can learn from each other by sharing the knowledge! Making it available and easy to digest information between the Partners, not competitors, but Partners as we all do one business of bringing energy forward together!

So let me give few extra details on how are we planning to achieve that!

Energy policy of Russia in Central Asia: room for improvement of natural gas cooperation with Uzbekistan and Kazakhstan

*M.M. Alibalaev
(Gazprom VNIIGAZ LLC)*

The current geopolitical landscape, marked by unfavorable conditions for Russian oil and natural gas companies, including restrictive measures against them, constraints on the operation of financial institutions, acts of international terrorism on pipelines, etc., has resulted in the urge for Russia to reconsider its natural gas exports strategy and find alternative routes of natural gas trade.

In this sense, one of the most promising and high-potential ways to handle the situation will be to reroute natural gas streams towards neighboring countries in Central Asia where the demand is growing.

The goal of the report is to identify the advantages, challenges and risks of cooperation with Uzbekistan and Kazakhstan and to suggest the ways for Russia to increase its effectiveness.

In order to achieve the above-mentioned goals, the following objectives have been determined:

- to estimate the historical experience and its impact on inter-state natural gas trade as well as the current production and demand in these countries;
- to reveal the features and problems of regional industrial activities, including economic and political aspects;
- to assess the impact of internal and external countries' activities;
- to determine the strengths and limitations for Russia and possible steps for improvement.

The methodological basis is expert views and relevant statements of politicians. NOISE (Needs, Opportunities, Improvements, Strengths, Exceptions) analysis method is applied in order to generalize the revealed facts and suggest the paths for Russia on the matter in question.

Data quality in well logging: analysis and control methods

*K.S. Egorova
(Gazprom nedra LLC –
branch «Gazprom nedra NTC»)*

This thesis describes the aspects of data quality in accordance to well logging operations. An increase in data quality level can sufficiently lower the expenses and can have positive influence on management decisions during planning, executing and analysis of well logging operations.

Author describes the main data quality criteria (such as completeness, consistency, accuracy etc.) and notes the specifics when these criteria are applied to well logging. In accordance to these criteria and the thesis describes a number of metrics that can be used for measuring the overall level of data quality. After that author gives condensed summary of the primary data quality analysis of well logging data of one of the subsidiaries of Gazprom nedra.

In conclusion, author describes the system of data quality control and the first results of its implementation.

Development of the device that improves the reliability of repair-and-renewal operations of underwater pipelines

*P.A. Kuzbozhev
(Gazprom VNIIGAZ LLC – branch in Ukhta)*

Repair-and-renewal operations carried out on the underwater pipelines should ensure their safe and reliable operation during the subsequent long period of operation.

However, the presence of such factors as: dynamic aquatic environment, which is the cause of formation and development of erosive destruction of both the coastal zone soil and the bottom soil surrounding the pipeline, as well as the presence of seasonal ice hummocks, which exert forceful external mechanical impact, significantly reduce the inter-repair period of operation.

In order to prolong the inter-repair period of underwater pipelines operation, various methods and technical solutions are used, which are aimed at increasing the degree of pipeline fixation at design marks and the degree of protection from external mechanical impact. It should be noted that the known technical solutions have several disadvantages: multi-stage works, high risk of repeated deformation of the restored protective layer, significant overall dimensions of the formed structures.

The paper presents a step-by-step process of creating a device to ensure the safety of the underwater pipeline and increase the reliability of the repair-and-renewal operations, taking into account the force impact of ice hummocks and dynamic water flow.

Organization of monitoring of anticorrosive protection systems, optimization of operation and operating modes of equipment: opportunities and limitations

*M.A. Galiev (Gazprom VNIIGAZ LLC; OPM Kazangorgaz; Gazprom transgaz Kazan LLC),
D.N. Zapevalov (Gazprom VNIIGAZ LLC)*

One of the important tasks of ensuring the safety of gas transportation and distribution facilities is to improve technical solutions and technological processes, including through their digitalization. Any information system is based on the reliability of digital resources, as well as the speed of data transmission and processing.

Currently, automatic telemetry devices for anticorrosive protection equipment are widely used, but the technical and economic indicators of these systems make their widespread use and active implementation difficult. The three most promising types of electrochemical protection monitoring units: GSM telemetry, LPWAN systems, contactless short-range data transmission (NFC technology).

For using of the contactless transfer of the operating parameters of the electrochemical protection, excluded operations such as: 1. Recording of measurement results on intermediate paper media (Electrochemical protection installation log and intermediate media), 2. Transferring data from paper media to an electronic database, 3. Transferring to the measurement protocol for monitoring the efficiency of the Electrochemical protection station. The economic effect of using the device is achieved by: 1. Reducing the time to perform maintenance, reducing vehicle mileage, increasing the reliability of the results.

The prospects for optimizing maintenance processes and algorithms for the operation of electrochemical protection systems using modern monitoring equipment, as well as the limitations that arise when solving digital transformation tasks at Gazprom facilities, are considered.

Comparative assessment of the damaging factors parameters in case of an accident on a gas pipeline during the methane-hydrogen mixtures transportation

*K.S. Vartumyan
(Gazprom VNIIGAZ LLC)*

Nowadays negative impact of industry on the environment problem is global. One of this problem solutions is to use a low carbon energy carriers. The presence of a well-developed network of natural gas pipeline transport on the territory of the Russian Federation makes it possible to consider the use of a mixture of methane and hydrogen as an alternative to natural gas. Such mixtures using decreases negative environmental impact and preserves the benefits of using natural gas.

The most important purpose in natural gas pipeline transportation is to protect personnel, the public and the environment from possible accidents. Based on this, various organizational and technical measures are used to reduce the frequency of accidents and reduce the severity of their consequences. To establish the possibility of using the existing network for the transport of mixtures of methane and hydrogen, it is necessary to assess the consequences of a potential accident.

The need to develop additional measures to ensure the safety of people during the operation of the existing pipeline transport network can be justified by comparing the consequences of an accident during the transport of natural gas and mixtures of methane and hydrogen in various concentrations using the «TOXI+Risk» software package.

During the work, an assessment of the zones of thermal, baric and fragmentation damage in accidents during the transportation of various mixtures of methane and hydrogen was carried out. A comparison with the consequences of an accident during the transportation of natural gas was carried out as well.

The recommendations on the development of a decision tree model for predicting selective repair methods of feeder oil pipelines damaged sections

*L. Ya. Grigorev
(Gazprom VNIIGAZ LLC – branch in Ukhta)*

Today the application of machine learning (ML) algorithms is one of the most actual problems in the petroleum industry owing to the designing of artificial intelligence (AI) technologies and their introduction into the work processes. In view of a large number of algorithms, the necessity of choosing the optimal algorithm to solve the problem arises, for example, to settle selective repair methods of feeder oil pipelines damaged sections.

While transporting fluids, the pipe surface of oil pipeline continuously undergoes wear-down because of the negative effect of the environment and transported content, so it is why various defects take place after a while. Today there are standards in the Russian regulatory framework in which the application criteria of selective repair methods are given. The defect parameters and their values can be used for creating a training data set in order to train the AI model to select repair methods.

The research gives the method of creating a decision tree classification model adapted for the prediction of selective repair methods, training and testing it, as well as the recommendations on the improvement of the efficiency of AI models design.

According to the President's Decree No. 166, a decision tree model is designed by means of the Russian service «Yandex DataSphere» entered in the register of the Russian software.

Calculation of UGS operation modes by machine learning methods

*S.S. Zimin, A.P. Popovich
(Gazprom VNIIGAZ LLC)*

The aim of the work is to investigate the capabilities of machine learning algorithms for tasks related to the calculation of operating modes of UGS facilities, and to create a prototype of a neural network model of UGS operation processes.

The scientific novelty of the work is as follows:

- for the first time investigated the possibilities of using machine learning technologies for the tasks of calculating the operation modes of underground gas storage;
- based on a trained neural network, an experimental software sample was created for calculating the operating modes of a UGS facility.

The need to create a neural network model is associated with increased requirements for the speed of decision-making. Modeling using machine learning will allow you to quickly:

- calculate the main operational indicators;
- calculate the operating modes of underground gas storage facilities during the extraction/injection season;
- justify technical and technological solutions.

In the course of the work, the quality of the neural network model was assessed and the applicability of neural network approaches to solving the problems was assessed. The use of machine learning methods made it possible to quickly calculate the optimal operating modes of the UGS facility under consideration using created software with an intuitive interface.

XII Молодежная международная
научно-практическая конференция

**Новые технологии в газовой отрасли:
опыт и преемственность**

Корректор
Верстка

М.В. Бурова
Н.А. Владимиров