



VI Международная молодежная  
научно-практическая конференция

**Новые технологии в газовой отрасли:  
опыт и преемственность.**

**Перспективы и проблемы  
импортозамещения**



**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

17–20 ноября 2015 г.

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

VI Международная молодежная научно-практическая конференция

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ:  
ОПЫТ И ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ. ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ  
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

17–20 ноября 2015 г.

**Тезисы докладов**

Москва  
2015

**Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность. Перспективы и проблемы импортозамещения:** тезисы докладов VI Международной молодежной научно-практической конференции (17–20 ноября 2015 г.). – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2015. – 92 с.

Настоящий сборник составлен по материалам VI Международной молодежной научно-практической конференции «Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность. Перспективы и проблемы импортозамещения», проходившей в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» 17–20 ноября 2015 г.

Структура сборника соответствует Программе конференции и включает следующие разделы: Пленарное и секционные заседания (секции 1, 2, 3, 4, 5).

Тезисы располагаются в соответствии с порядком выступлений докладчиков.

## **Уважаемые участники VI Международной молодежной научно-практической конференции «Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность. Перспективы и проблемы импортозамещения»!**

Сердечно рад приветствовать всех вас во ВНИИГАЗе – крупнейшем научном центре Группы Газпром!

Обстоятельное обсуждение по ключевым вопросам развития газовой науки и отрасли – основная традиция вниигазовских конференций – развернется на молодежной конференции в пяти тематических секциях. С большими надеждами и интересом приступает к работе на конференции высококвалифицированное научное жюри, задача которого – определить лучшие проекты молодых исследователей.

Особенностью научных дискуссий на конференции 2015 г. является актуальная тема импортозамещения. Стратегия, имеющая цель снижения зависимости от импорта промышленных товаров за счет разработки и внедрения продукции национального производства, применима и может быть реализована в отечественной газовой индустрии.

Совершенно справедливо, что вам, молодым кадрам, представляющим предприятия и организации нефтегазовой отрасли Группы Газпром, вполне по силам инициировать создание и внедрение новых технологий, высококачественного интеллектуального продукта и тем самым участвовать в решении задачи импортозамещения. Очевидно, что новая стратегия требует взаимодействия специалистов в различных областях науки и техники: технологов, машиностроителей, разработчиков программного обеспечения, представителей фундаментальной науки. Уверен, что конференция будет способствовать обмену опытом, поиску новых решений дальнейшего развития газовой отрасли.

Продуктивное общение и совместная работа участников конференции – представителей предприятий Группы Газпром, высших учебных заведений, исследовательских центров, несомненно, создаст основу для эффективного и плодотворного научно-технического сотрудничества в будущем.

Желаю вам, уважаемые участники, успешной совместной работы, приятного общения и новых достижений на благо газовой отрасли и науки!

**Д.В. Люгай**  
**Генеральный директор**  
**ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,**  
**доктор технических наук**

# СЕКЦИОННЫЕ ЗАСЕДАНИЯ 17–20 ноября 2015 г.

## СЕКЦИЯ № 1

### ГЕОЛОГИЯ. РАЗРАБОТКА И ОБУСТРОЙСТВО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

#### Углеводородный потенциал шельфово-склоновых нефтегазоносных бассейнов Южной Атлантики

*К.М. Семёнова*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Проблема нефтегазоносности континентальных окраин Мирового океана активно исследовалась с середины прошлого века. К числу таких относятся Южно-Атлантические пассивные континентальные окраины, к которым приурочены шельфово-склоновые нефтегазоносные бассейны с уже открытыми крупными и уникальными месторождениями углеводородов и исключительно благоприятными перспективами дальнейшего наращивания углеводородного потенциала.

Механизм и схема формирования шельфово-склоновых бассейнов на этих континентальных окраинах были идентичными. В их эволюции выделяются три этапа, соответствующие рифтовой, раннеспринговой и позднеспринговой стадиям развития южного сегмента Атлантического океана, во время которых в бассейнах накапливались характерные осадочные комплексы.

Осадочные бассейны континентальных окраин центральной части Западной Африки и Юго-Восточной Бразилии формировались по общему сценарию на фоне раскрытия южного сегмента Атлантического океана. Сходство бассейнов проявилось в структурных стилях, составе литолого-стратиграфического заполнения, биомаркерном составе нефтей, идентичном стратиграфическом диапазоне этажа нефтегазоносности. Индивидуальные отличия связаны с местными особенностями галокинеза, одновременностью проградаций и размывов, особенно активизировавшихся на заключительном этапе развития бассейнов.

## Проблема определения фильтрационно-емкостных свойств пиритизированных коллекторов

С.И. Гусев  
(Gazprom International)

Пирит является одним из самых распространенных железосодержащих минералов в осадочных породах. Несмотря на случаи его обнаружения, связанного с процессами транспортировки и осадконакопления, пирит ассоциируют в основном с диагенетическими преобразованиями в восстановительной обстановке среды. Данная среда может возникать, в частности, в процессе образования керогена при анаэробном преобразовании органического вещества бактериями. Именно поэтому в большинстве случаев пирит встречается в богатых органикой глинах и карбонатах.

Лабораторные исследования влияния пирита на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов показали, что при насыщении пиритосодержащего образца водой образуется кислота, которая создает систему микротрещиноватости, тем самым увеличивая проницаемость породы.

Повышенное содержание пирита в породе оказывает влияние на геофизические показания приборов по следующим причинам:

- пирит является хорошим проводником электрического тока;
- плотность пирита – одна из наибольших, встречающихся в осадочных отложениях.

Исследования показали, что при использовании Compensated Neutron Log (CNL) пирит служит причиной практически линейного возрастания пористости для первых 10 % содержания пирита в породе со скоростью 0,3–0,4 % пористости на каждый 1 % содержания пирита в породе. В то же время при акустическом каротаже каждый 1 % пирита в породе может привести к незначительной ошибке в определении пористости – порядка 0,1 %. В связи с этим акустический каротаж предпочтителен при определении пористости коллекторов со значительным содержанием пирита. При этом плотностной каротаж может быть использован для определения содержания пирита в породе, если известны пористость и углеводородные эффекты.

Наибольшее влияние пирит оказывает на показания электрических методов каротажа. Рядом лабораторных исследований было подтверждено, что при концентрации пирита менее 7 % (т.е. пирит не образует непрерывной электропроводящей фазы) низкочастотные измерения сопротивления остаются неизменными. Повышение частоты измерительного прибора приводит к уменьшению значений сопротивления в зависимости от содержания пирита и сопротивления насыщающего флюида. Данный эффект не зависит от температуры и водонасыщенности и может быть скорректирован на основе соответствующих палеток.

## **О характере функций относительных фазовых проницаемостей**

*Д.Ю. Семигласов*  
(АО «Газпром промгаз»)

Согласно классической теории двухфазной фильтрации одним из основных параметров, определяющих эффективность процесса вытеснения, являются функции относительных фазовых проницаемостей. На сегодняшний день накоплено большое количество экспериментальных результатов, позволяющих обосновать общепринятые корреляционные зависимости функций относительных фазовых проницаемостей (например, корреляции Корри) для моделирования разработки месторождений углеводородного сырья.

Необходимо отметить, что использование общепринятых корреляционных зависимостей, как правило, предопределяет устойчивость решений уравнения насыщенности к возмущениям исходных параметров расчета. Это в свою очередь является определяющим фактором применения существующих технологий моделирования для характеристики процессов вытеснения, поскольку устойчивость решений к малым и значительным возмущениям исходных параметров позволяет оперировать в расчетах определенными со значительными погрешностями исходными данными (т.е. степень ошибки параметра незначительно влияет на результат расчета).

Однако существуют простейшие аналитические модели, в корне меняющие представление о форме и свойствах функций относительных фазовых проницаемостей. Подобные аналитические модели в «докомпьютерную» эпоху неоднократно использовались для построения характеристики вытеснения неоднородного пласта.

## **Проблемные вопросы оценки характеристик пластовых вод по результатам испытания поисково-оценочных и разведочных скважин на примере месторождений Восточной Сибири**

*Е.В. Смольянова*

*(ООО «Газпром георесурс» – НПФ «Инжиниринговый центр»)*

Неотъемлемой частью процесса поиска, разведки, разработки нефтяных и газовых месторождений является водный фактор. Актуальность изучения и оценки характеристик пластовых вод связана с решением таких задач, как интерпретация ГИС, предотвращение солеотложения в результате взаимодействия пластовых вод с техногенными водами, корректировки технологической схемы разработки месторождений и промышленной добычи редких элементов.

Особого внимания заслуживает факт наличия солей (галита) в коллекторах месторождений Восточной Сибири. Важной особенностью воды является свойство растворения в определенной мере твердых веществ, в частности, неорганических солей, и их кристаллизации в зависимости от термобарических условий и химического состава растворов. Следовательно, для контроля за состоянием прискважинной зоны и в целом коллектора необходимо обладать полной информацией о генезисе и составе пластовых вод, элизионных вод порового пространства, техногенных вод и условиях их взаимодействия.

Актуальной проблемой является учет и снижение влияния фильтратов технологических жидкостей, проникающих в пласт в процессе строительства скважин, на состав извлеченной в процессе испытания проб воды. Немаловажную роль в этом играет методика отбора проб, описанная в нормативных документах, которую необходимо индивидуализировать для каждой скважины с целью достоверного анализа жидкостей.

## **GeoMate – рабочее место геолога**

*Р.З. Фаизов, М.Ю. Митяев, Р.Р. Шакиров  
(ООО «Газпромнефть НТЦ»)*

В настоящее время сложно представить нефтегазовую геологию без использования программного обеспечения (ПО) в области геологического моделирования. Однако ввиду нестабильной экономической и политической ситуации в мире отечественные нефтегазовые компании столкнулись с такой проблемой, как зависимость от импортных программных продуктов. Помимо политического кризиса актуальными для многих компаний являются проблемы низкого качества информации в корпоративных базах данных (БД), высокие трудозатраты на обработку и подготовку геолого-геофизической информации для построения геологических моделей и ведения баз данных, отсутствие единого формата данных у используемых программных продуктов, а также использование дорогостоящего ПО. В сложившихся условиях была разработана программная платформа GeoMate компании «Газпром нефть».

GeoMate представляет собой революционную технологию для нефтегазовых геологов, занимающихся изучением нефтегазопродуктивных толщ, региональными исследованиями УВ систем, подсчетом запасов, проектированием разработки и геологическим моделированием.

Целью разработки ПО GeoMate является возможность выполнения 80 % стандартных действий геолога за 20 % его рабочего времени с сохранением качества выполняемых работ. Для этого реализовано более 200 инструментов для работы с БД проекта, анализа керна, интерпретации ГИС, детальной межскважинной корреляции, картопостроения, формирования отчетности для государственных органов (>60 видов отчетной документации) и работы с приложениями (детерминистический и вероятностный подсчет запасов, анализ чувствительности, векторизация карт, вариограммный анализ и т.д.).

С помощью ПО GeoMate были построены концептуальные модели по ключевым месторождениям Компании в пределах Западно-Сибирского НГБ. Месторождения характеризуются клиноформным строением, низкой плотностью СРР, большим количеством скважин и большим объемом остаточных подвижных запасов. На основе концептуальных моделей, созданных в GeoMate, были оконтурены продуктивные линзы, локализованы остаточные запасы, выделены фациальные зоны, характеризующиеся различными ФЕС. Полученный результат применен для планирования геолого-технических мероприятий и заложения скважин.

## Совершенствование подходов моделирования трещиновато-пористых коллекторов

*С.М. Дуркин*

*(филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта)*

Разработка трещиноватых коллекторов крайне актуальна, так как по некоторым оценкам в карбонатных породах сосредоточено 35–48 % запасов нефти и 23–28 % газа в мире. Фильтрация нефти и газа в таких коллекторах обусловлена в основном трещинами и кавернами. Разработка газовых и нефтяных залежей с трещиновато-пористыми коллекторами характеризуется рядом специфических особенностей, связанных с течением флюида в среде с двойной пористостью и проницаемостью. Развитие методов математического моделирования течения флюида в данной среде является насущной задачей. Таким образом, при прогнозировании показателей разработки очевидна проблема учета трещин при фильтрации углеводородов. Однако определение трещиноватости связано с многочисленными проблемами. В частности, необходимо отметить, что определение трещинной проницаемости в образцах керна, разбитого системой трещин, в лабораторных условиях затруднительно. Данные промысловых геофизических исследований (FMI, Sonic Scanner) показывают, что трещиноватые породы имеют сложную систему строения пустотного пространства, а движение жидкости и газа в них отличается некоторыми особенностями по сравнению с движением в пористой среде, о чем также свидетельствуют диагностические графики, построенные на основе гидродинамических исследований скважин (ГДИС).

В настоящее время интерпретация ГДИС всецело отдана компьютерной технике. Способности диагностики шагнули далеко вперед с введением в практику производной Бурде, активно применяющейся при идентификации модели фильтрационного потока. Таким образом, интерпретация промысловых результатов ГДИ трещиноватых коллекторов связана с проблемой выбора математической модели, позволяющей идентифицировать трещиноватость коллектора. Классические технологии моделирования («вложенные среды») затрудняют оперирование такими параметрами, как раскрытость, протяженность и количество трещин.

Сегодня численные модели приобретают все большую популярность при анализе результатов исследований скважин, поскольку позволяют решать задачи за рамками зоны действия аналитических и полуаналитических моделей. Свойственная численным моделям скважин гибкость позволяет инженеру преодолеть сложность реальных ситуаций.

Таким образом, в работе предпринята попытка создания математической модели, основанная на дискретном представлении трещин в радиальном пласте для выявления механизма фильтрации по трещинам.

Для проведения необходимых расчетов и математических экспериментов были разработаны и реализованы с помощью современного языка

программирования с# в виде программного комплекса следующие численные методики:

- полностью неявная разностная схема, определяющая вид системы алгебраических уравнений на каждом временном слое решения задачи;

- решение системы алгебраических уравнений на каждом временном шаге методом Ньютона, а на каждой ньютоновской итерации – решение системы линейных уравнений с применением процедуры ORTHOMIN, предобусловленной методом неполного гауссова исключения с красно-черным упорядочиванием.

Реализованная математическая модель позволяет интерпретировать результаты гидродинамических исследований как вертикальных, так и горизонтальных скважин в трещиновато-пористых коллекторах, что позволяет идентифицировать основные фильтрационные потоки.

## **Системный подход к оценке представительности и качества отбора проб при газоконденсатных исследованиях**

*Т.А. Стрекаловская, А.Ф. Шарипов  
(филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта)*

Достоверность представления о газоконденсатной характеристике месторождения непосредственно зависит от качества исходной информации, получаемой при промысловых газоконденсатных исследованиях (ГКИ) скважин и лабораторных физико-химических исследованиях проб пластовых флюидов.

Распространенная оценка представительности сепараторных проб, отобранных при ГКИ, ограничивается выбором типичной (представительной) пробы, используемой для дальнейшего расчета компонентного состава газоконденсатной смеси.

В то же время для составления наиболее достоверных PVT-моделей этого недостаточно. Поэтому на практике дополнительно должна производиться оценка качества отбора проб пластовых флюидов с помощью так называемой системы QC (Quality Control), позволяющей, в том числе, оценивать фазовое равновесие компонентов рекомбинированной смеси.

В докладе рассмотрен системный подход к оценке представительности и качества отбора проб, позволяющий не только отбраковывать заведомо недостоверные или сомнительные пробы, но и выявлять возможные причины непрохождения отдельно взятого теста.

## **Влияние технологии и параметров вскрытия пластов на результативность испытаний в открытом стволе и эксплуатационной колонне на примере месторождений Восточной Сибири**

*М.В. Тундин*

*(ООО «Газпром георесурс» – НПФ «Инжиниринговый центр»)*

В настоящее время ПАО «Газпром» интенсивно развивает Якутский центр газодобычи. Актуальным становится вопрос получения в процессе геологоразведочных работ качественных и достоверных данных о перспективных горизонтах. Одним из основных источников получения такой информации служат прямые методы исследования: ИПТ, ГДК, ОПК и испытания скважин в колонне.

Восточно-Сибирский регион характеризуется сложными горно-геологическими условиями, существенно влияющими на результативность испытаний как в открытом стволе, так и в колонне. В процессе строительства скважины наблюдается интенсивное изменение характеристик призабойной зоны в системе «скважина–пласт» под воздействием различных технологических процессов. Такого рода влияние отрицательно сказывается на выделении и оценке перспективных горизонтов.

В докладе на основе анализа результативности испытаний в поисково-оценочных и разведочных скважинах по Восточно-Сибирскому региону рассмотрены наиболее существенные геолого-технологические факторы, оказывающие воздействие на призабойную зону пласта в процессе строительства скважины, и проведена оценка степени их влияния на достоверность результатов испытаний.

## **Прогнозирование разработки сеноманских газовых залежей с применением фильтрационного моделирования и результатов гидрохимического контроля**

*Р.И. Шарипов*

*(Тюменский государственный нефтегазовый университет)*

Впервые предложен метод интеграции геолого-промысловых данных гидрохимического контроля в процесс проектирования разработки газовых залежей непосредственно при фильтрационном моделировании.

Для обоснования модельной фоновой минерализации жидкой фазы в газонасыщенной части залежи проанализированы результаты гидрохимического анализа вынесенной из скважин жидкости по истечении месяца их эксплуатации. В результате была получена зависимость минерализации вынесенной воды от расстояния перфорированного интервала до положения начального ГВК. Интеграция выявленной зависимости применительно к фильтрационным моделям сеноманских залежей Южной группы месторождений позволила дать обоснованный прогноз выбытия эксплуатационных газовых скважин из действующего фонда за счет использования в качестве контролируемого параметра граничной величины минерализации.

Результатом работы стал метод прогнозирования гидродинамической обстановки в сеноманских газовых залежах путем интеграции гидрохимических материалов в цифровые трехмерные модели залежей. Реализованная методика позволяет выполнять долгосрочное прогнозирование продвижения пластовой воды, давать более обоснованный прогноз выбытия скважин в бездействующий фонд и рекомендации по срокам капитального ремонта скважин.

## **Определение состава добывающего комплекса для обустройства месторождений: имитационный подход**

*Д.А. Пичугин*  
(ООО «Газпром добыча Астрахань – ИТЦ»)

Строительство комплекса по добыче углеводородов (КДУ) требует совершенствования методологии его формирования. Общеизвестных методов формирования и оптимизации состава таких комплексов не существует.

Сложный состав и взаимосвязи подсистем, входящих в такой КДУ, не позволяют строить для них абсолютно адекватные математические модели. Поэтому разработана имитационная модель формирования КДУ, учитывающая его основные связи и закономерности. Для построения оптимизационной модели определена совокупность характеристик технических средств, установлена система параметров, определяющих функционирование комплекса, определена зависимость между его параметрами и характеристиками, а также сформулированы граничные условия для оптимизируемых критериев.

Имитационная модель разработана с использованием нейронных сетей. Для решения задачи оптимизации качественного состава КДУ применяются генетические алгоритмы. Задача прогнозирования эффективной работы КДУ не поддается адекватной формализации, поскольку содержит элементы неопределенности, не формализуемые традиционными математическими методами. Поэтому было принято решение использовать свойство аппроксимации нейронной сети. С этой целью была разработана нейросетевая модель для определения времени эффективной работы КДУ.

Разработанная модель может быть использована для определения комплекса технических средств для освоения и обустройства нефтегазовых месторождений.

## **Программный комплекс для достоверной оценки свойств нефти, газа и воды в условиях ограниченной исходной информации**

*П.Е. Юшин  
(РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина)*

При изучении и моделировании пластовой системы с позиций модели Black Oil одной из важнейших является задача оценки свойств компонентов системы. Данная задача может возникать как при проектировании, так и при эксплуатации месторождения в условиях ограниченной или уточняющейся исходной информации.

В научной литературе получили широкое распространение методы оценки свойств пластового флюида на основе аппроксимации экспериментально полученных номограмм. Данные методы позволяют проводить расчеты свойств флюида с достаточной для задачи оценки точностью. Важной особенностью является то, что в качестве исходной информации используются данные стандартных промысловых измерений, не включающих знания компонентного состава флюидов.

Корреляционные зависимости прошли широкую проверку для многих месторождений и являются удобным инструментом для оценки параметров нефти, газа и воды. Данные зависимости нашли широкое применение при построении геолого-технологических моделей с помощью современных программных комплексов. Стоит отметить, что задача оценки свойств пластовых флюидов может иметь значительную актуальность и при решении задачи оперативного контроля за разработкой месторождений.

Целью проведенной работы стала интеграция корреляционных методов в виде единого удобного инструментария, позволяющего в кратчайшие сроки решать различные инженерные задачи. В рамках решения задачи по созданию подобного программного продукта был произведен отбор наиболее подходящих для инженерной практики корреляционных методов и интеграция их в виде программного решения. Итогом данной работы стало создание программного комплекса для оперативной оценки PVT-свойств нефти, газа и воды.

Созданная программа дает возможность проведения оперативной оценки основных свойств пластового флюида, а также отображения зависимостей в виде графиков и сохранения данных в виде отчетов или исходной информации для гидродинамического моделирования. Реализация данного программного комплекса позволяет использовать его как самостоятельный инструмент, но и предполагает возможность включения его в более сложные проекты, например для создания гидродинамического симулятора или контрольно-управляющей системы.

## **Результаты исследований многокомпонентных газовых смесей и нефтяных систем методом динамического и статического рассеяния света с использованием российского оборудования Photocor Complex**

*В.Н. Курьяков  
(Институт проблем нефти и газа РАН)*

Метод динамического рассеяния света (Dynamic Light Scattering – DLS) предназначен для измерения размеров нано- и субмикронных частиц в жидкости в диапазоне размеров от 0,5 нм до нескольких микрометров. Метод является бесконтактным, не вносящим возмущение в исследуемую среду. Для его применения не требуется специального приготовления образцов. Кроме того, он является абсолютным, не требующим предварительной калибровки с использованием стандартных образцов. Отличается высоким быстродействием и точностью. Данный метод имеет еще одно название – фотонная корреляционная спектроскопия (ФКС).

На российском приборе Photocor Complex проведены исследования трехкомпонентной газовой смеси 0,5метан-0,35пропан-0,15пентан в околокритической области. Для данной смеси измерены изохоры, температурные зависимости интенсивности рассеянного света, коэффициента диффузии и радиуса корреляции; определены критическая температура, критическое давление и критическая плотность.

Методом динамического рассеяния света проведены исследования агрегации асфальтенов в модельных системах и природных нефтях. Изучено влияние смол и ультразвукового диспергирования на кинетику агрегации асфальтенов. Предложен новый способ определения порога устойчивости нефтяных систем по анализу скорости агрегации.

В зависимости от комплектации российский прибор имеет возможность работать с непрозрачными образцами, проводить измерения при высоких/низких температурах и давлениях, что важно для исследований нефтяных систем. По своим техническим характеристикам он не уступает зарубежным аналогам, а по стоимости имеет существенное преимущество.

## Оценка эффективности применения нестационарного заводнения для верхнеюрских отложений Западной Сибири

*М.Ю. Романова, И.А. Синцов*

*(Тюменский государственный нефтегазовый университет)*

На сегодняшний день главной проблемой в нефтегазовой отрасли остается разработка трудноизвлекаемых запасов, когда старые методы разработки становятся неэффективными.

В данной работе выполнен анализ эффективности применения существующей методики нестационарного заводнения (НЗ). Изучение фактических данных Аганского месторождения показало, что значения дополнительной добычи нефти находятся в пределах погрешности ее определения. Поэтому была разработана методика определения минимально и максимально возможных пределов погрешности.

С целью оценки эффективности нестационарного заводнения была построена гидродинамическая универсальная модель верхнеюрского коллектора в программном комплексе Tempest More, а также рассмотрены коллекторы с различным распределением проницаемости.

Циклическое заводнение связано с переменной направлением фильтрационных потоков. В связи с этим были рассмотрены как классические варианты применения технологии НЗ, так и предложены новые схемы.

По результатам расчетов во всех вариантах наблюдается отрицательный эффект от применения НЗ.

Таким образом, существующая методика НЗ в «чистом» виде для верхнеюрских коллекторов является неэффективной и может отрицательно влиять на дополнительную добычу нефти, поэтому были проведены дополнительные эксперименты с целью определения эффективности применения данного метода.

## **Анализ эффективности применения водогазового воздействия на примере универсальной модели верхнеюрских отложений**

*Н.С. Полякова, И.А. Синцов,  
(Тюменский государственный нефтегазовый университет)*

Водогазовое воздействие (ВГВ) является перспективным методом повышения нефтеотдачи для месторождений Западной Сибири. Эксперименты по ВГВ на реальных месторождениях не всегда оказываются удачными, что связано с рядом причин, одной из которых является отсутствие учета насыщенности пластовой системы.

В работе рассмотрены модели насыщенного и недонасыщенного пласта на примере универсальной модели верхнеюрских коллекторов Нижневартовского свода с использованием программного продукта Tempest. В пределах верхнеюрских коллекторов большинство пластов значительно недонасыщены, однако встречаются и примеры насыщенных систем.

В первом случае давление насыщения принято равным 12 МПа, во втором – давление насыщения равно пластовому, т.е. 26 МПа.

Для анализа выбрано соотношение ограничений по приемистости воды и газа – 400 и 100 м<sup>3</sup>/сут, время закачки вытесняющих агентов – 90 и 30 дней. Соотношение закачки воды и газа подобрано на основе многовариантного моделирования, а также опыта проведения ВГВ в Западной Сибири.

Для большинства верхнеюрских отложений с низким значением давления насыщения ВГВ является эффективным методом увеличения нефтеотдачи. Прирост накопленной добычи составляет 5–9 % по сравнению с обычным заводнением. При этом применять ВГВ можно как сразу после режима истощения, так и после заводнения.

## **Моделирование двухфазных потоков в газоконденсатных скважинах**

*Л.Г. Хисматуллина  
(РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина)*

Увеличение отборов газа в осенне-зимний период, особенно в период пиковых нагрузок, приводит к значительному снижению устьевых давлений, увеличению дебитов эксплуатационных скважин и вместе с тем к возрастанию температуры добываемого газа. В этот период система подготовки газа испытывает двойные нагрузки: с одной стороны – это естественное снижение давления в системе сбора скважинной продукции, с другой – возрастание устьевых температур, что, например, при использовании технологии низкотемпературной сепарации отрицательно сказывается на процессе подготовки газа, поскольку требует дополнительного снижения давления для выполнения нормативов транспортировки газа по точке росы (СТО Газпром 089-2010).

Как правило, наиболее известные методики ограничены многочисленными допущениями и являются частным случаем более общей системы уравнений сохранения массы, энергии и импульса. Поэтому для повышения качества прогноза технологических параметров работы скважин необходимо обобщение существующих методик расчета устьевых параметров работы с учетом особенностей движения многофазного потока от забоя к устью, реальной геометрии ствола скважин, а также интенсивного теплообмена газожидкостного потока с окружающей породой. Предлагаемая методика в работе является обобщением результатов работ с целью построения численной расходно-напорной характеристики многофазного потока в скважине с произвольной геометрией.

## **Экспериментальные исследования газожидкостных потоков в трубах при различных углах наклона**

*И.В. Стоноженко*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В работе представлены уникальные результаты экспериментальных исследований газожидкостных потоков, полученные при условиях, максимально приближенных к движению газожидкостных смесей в скважинах на поздней стадии эксплуатации месторождений (давление, температура, расход газовой и жидкой фаз, лифтовые трубы промышленного сортамента в качестве экспериментальных колонн). Дано описание стенда, предназначенного для исследования газожидкостных потоков. Проанализированы экспериментально полученные зависимости величин потерь давления при движении газожидкостной смеси от угла наклона экспериментальной колонны, давления и расхода газовой и жидкой фаз. Приводятся результаты экспериментальных работ по исследованию распространения упругих колебаний в газожидкостном потоке. На основе экспериментальных данных предлагается создать алгоритмический и программный комплекс для моделирования газожидкостных потоков в трубах.

## **Магнитная обработка жидкостей в системах добычи, сбора и подготовки углеводородов**

*Н.О. Лапин*  
(ООО «Газпром добыча Краснодар»)

Использование магнитных устройств в нефтегазовой отрасли для предотвращения отложения парафинов и солей началось в 1950-е гг., но из-за низкой эффективности, связанной с отсутствием обоснованного физико-химического механизма действия магнитных полей на технологические жидкости, широкого распространения так и не получило.

Механизм действия магнитных устройств заключается в следующем. При обработке магнитным полем (ОМП) происходит защита нефти от асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) в результате значительного увеличения числа центров кристаллизации. Тем самым реализуется один из способов предотвращения отложений – превращение грубодисперсной взвеси кристаллов в устойчивую в объеме тонкодисперсную путем создания в скважинной жидкости взвешенного слоя гидрофобных частиц – центров кристаллизации парафинов.

ОМП приводит к появлению газовых пузырьков малого радиуса с электрически заряженной поверхностью, устойчивых к схлопыванию. Благодаря таким свойствам пузырьки, двигаясь вдоль поверхности НКТ, захватывают частицы имеющихся отложений или, внедряясь в АСПО, разрыхляют их, поэтому последующие газовые пузырьки разрушают отложения.

В ходе проведенного исследования получены положительные результаты применения магнитных аппаратов в системах добычи, сбора и подготовки и транспортировки углеводородов, которые достигаются за счет изменения реологических, физических и термодинамических характеристик углеводородов и характера физико-химического взаимодействия. В результате выполненного многофакторного анализа обоснованы принципы действия магнитных обработок в системах добычи, сбора, подготовки и транспортировки углеводородов и необходимость применения, так как при их эксплуатации не требуется использование каких-либо токсичных, загрязняющих окружающую среду веществ.

## **Экспериментальное моделирование процесса волнового воздействия на газоконденсатную залежь**

*П.П. Ракк, А.А. Латышев, В.О. Некучаев  
(Ухтинский государственный технический университет)*

В настоящее время структура запасов углеводородного сырья неуклонно ухудшается. Поэтому все более актуальной становится проблема доработки действующих месторождений с применением вторичных методов воздействия на пласт с целью повышения их УВ-отдачи. Основные производительные мощности пласта определяет призабойная зона (ПЗП), где при разработке газоконденсатных месторождений может выпадать конденсат, который в свою очередь снижает продуктивность эксплуатационной скважины. В этом плане особый интерес представляют разработка и применение технологий воздействия на призабойную зону ультразвуковым полем, изменяя характеристики которого можно добиться различной глубины воздействия на ПЗП.

Для разработки той или иной технологии и определения наиболее эффективных технологических решений необходимо предварительное проведение экспериментальных исследований на керновых моделях пласта с соблюдением основных критериев подобия.

В работе представлена методика проведения экспериментальных исследований по изучению УЗ-воздействия на процесс разработки газоконденсатной залежи. Дано описание экспериментального стенда на основе керновой модели пласта со встроенной системой регистрации УЗ-волны, распространяющейся по модельной газоконденсатной системе. В результате этих исследований установлены основные закономерности влияния волнового поля на газоконденсатную залежь, связанные с изменением термобарических условий пласта вследствие диссипации УЗ-энергии.

## **Повышение производительности газовых скважин с использованием ультразвукового воздействия**

*И.А. Фёдоров*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Рассмотрена проблема ликвидации конденсатных и газогидратных пробок в призабойной зоне пласта, возникающих в процессе разработки газовых и газоконденсатных месторождений. Для борьбы с данными образованиями и повышения продуктивности скважин предложен новый метод, основанный на использовании фокусированного акустического воздействия.

Физические эффекты от акустического воздействия на флюидонасыщенную пористую среду были исследованы с использованием теоретических моделей, подтвержденных экспериментальными данными. Увеличение дебита газа скважин объясняется двумя основными эффектами: 1) акустическим нагревом призабойной зоны пласта и 2) увеличением относительной фазовой проницаемости жидкости.

Результаты проведенных в работе исследований показывают высокую эффективность применения акустического воздействия для повышения производительности газовых скважин. Однако для полного изучения всех аспектов предлагаемой технологии необходимо проведение серии промысловых испытаний. Приведенная предварительная оценка затрат на применение акустического воздействия говорит о перспективности его применения на промыслах.

## Применение диагностических графиков Чена для определения причин обводнения газовых скважин

*Д.А. Остапчук, И.А. Синцов*

*(Тюменский государственный нефтегазовый университет)*

В настоящее время разработка большинства месторождений углеводородов как России в целом, так и Западной Сибири в частности, происходит в условиях высокой обводненности продукции добывающих скважин. Данная проблема наиболее актуальна для нефтяных месторождений, где попутно добываемая вода препятствует фильтрации нефти и тем самым существенно влияет на коэффициент ее извлечения. На газовых месторождениях добыча воды хоть и не сказывается на коэффициенте газоотдачи, однако обуславливает необходимость дополнительных текущих затрат, связанных, например, с утилизацией попутной воды. Поэтому очевидно, что одним из способов оптимизации разработки, в том числе газовых месторождений, является своевременное и эффективное ограничение водопритоков, которое возможно лишь в результате определения точной причины обводнения добывающей скважины.

Диагностический метод определения причин обводнения заключается в построении графиков зависимости водонефтяного фактора (ВНФ) и производной ВНФ от времени в двойных логарифмических координатах. Для каждой из основных причин обводнения (заколонный переток либо негерметичность оборудования, прорыв законтурной или закачиваемой воды, конусообразование) такие графики имеют разные формы. В ранее выполненных работах была подтверждена применимость данного метода как для вертикальных, так и для горизонтальных нефтяных скважин Западной Сибири.

В настоящей работе диагностический метод впервые был апробирован на газовых скважинах. Были построены графики зависимости водогазового фактора от времени для газовых скважин реальных месторождений, оценена адекватность полученных результатов. Исследования показали, что диагностический метод определения причин обводнения применим и для газовых скважин.

## **Методические подходы и алгоритм выбора технологий эксплуатации обводняющихся газовых скважин**

*Е.В. Мандрик, А.А. Плосков*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Процесс обводнения газовых скважин является одной из наиболее серьезных проблем, влияющих на продуктивные возможности скважин. В период падающей добычи при снижении пластового давления и дебита работа скважин осложняется наличием жидкости и механических примесей в продукции. В мировой практике, когда в скважине начинает скапливаться жидкость и нет возможности подобрать необходимый для выноса жидкости технологический режим, переходят к использованию технологий эксплуатации обводняющихся скважин. В 2011 г. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» был разработан и продолжает совершенствоваться порядок и последовательность анализа промысловой информации для выбора наиболее эффективного технологического решения при эксплуатации самозадавливающихся скважин. Разработан алгоритм, позволяющий в автоматическом режиме осуществлять выбор возможных технологий в зависимости от конструктивных, технологических, геологических и прочих признаков.

На основе разработанных подходов были подготовлены рекомендации по необходимости реконструкции фонда эксплуатационных скважин Уренгойского и Северо-Уренгойского НГКМ на период 2013–2030 гг., которые вошли в «Технологический проект разработки сеноманской залежи месторождений Большого Уренгоя (Уренгойское и Северо-Уренгойское НГКМ)», выполненный ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2013 г. (протокол ЦКР Роснедр от 26.12.2013 г. № 5891) и СТО Газпром «Эксплуатация газовых скважин месторождений Надым-Пур-Тазовского региона. Выбор технологии», разработанный ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2015 г.

## **Повышение эффективности добычи газа за счет циклической эксплуатации скважин Медвежьего НГКМ**

*В.Н. Юмшанов  
(ООО «Газпром добыча Надым»)*

Месторождение Медвежье находится на завершающей стадии эксплуатации, характеризующейся падающей добычей газа, обводнением залежи и аномально низким пластовым давлением. Последнее по площади газоносности распределено неравномерно, минимальные значения отмечены в центральной зоне отбора газа, а максимальные – на периферии, там, где нет эксплуатационных скважин.

В связи с реконструкцией объектов добычи газа в 2012 г. и низким спросом на газ в летний период 2014 г. газовый промысел № 9 (ГП-9) останавливали на длительные периоды времени. На протяжении этих остановок выполнялся контроль динамики восстановления пластового давления в газовой залежи. Результаты показали, что увеличение пластового давления, замеренного в эксплуатационных и наблюдательных скважинах, происходит неравномерно.

Анализ геологической и гидродинамической модели показал, что рост давления в зоне размещения скважин происходит за счет притока газа из периферии. Участки, в которых произошли наибольшие изменения давления за период остановок промысла, представлены зонами повышенных значений проницаемости. Зоны, где давление изменялось меньше всего, представлены слабопроницаемыми породами.

После запуска скважин в работу отмечено, что в них происходит улучшение продуктивных характеристик и уменьшение количество выносимого песка. Повышенные пластовые давления, улучшение продуктивных характеристик и уменьшение количества песка позволили увеличить производительность скважин после их запуска, а часть нестабильно работающих скважин вывести в нормальный режим работы. Анализ фактической зависимости динамики пластового давления от отборов газа показал, что приток газа из периферийной части залежи в период остановок газового промысла позволит увеличить конечный коэффициент газоотдачи в зоне дренирования ГП-9.

На основании полученных результатов предлагается в период пониженного спроса на газ проводить выборочную остановку газовых промыслов с наибольшими остаточными запасами газа в периферийной зоне.

## Вытеснение нефти мицеллярными системами на основе аминных солей жирных кислот

*Д.В. Бельмесев, А.А. Байда, С.Г. Агаев  
(Тюменский государственный нефтегазовый университет)*

Полнота извлечения нефти является одной из основных проблем в нефтяной промышленности. Существуют различные методы добычи нефти: тепловые, газовые, гидродинамические и физико-химические. Каждый из этих методов имеет свою область применения. К перспективным для России с учетом импортозамещения можно отнести технологии с использованием мицеллярных систем (МС). Основными компонентами МС являются мицеллообразующие ПАВ, спирты, углеводороды, вода и др. В качестве ПАВ в МС для повышения нефтеотдачи используются преимущественно сульфонаты натрия, производство которых в России отсутствует. Альтернативными ПАВ для МС могут быть аминные соли жирных кислот. Преимуществами этих ПАВ по сравнению с сульфонатами являются обеспеченность отечественного рынка исходными продуктами, простота приготовления ПАВ за счет смешения компонентов, возобновляемость олеохимического сырья.

В докладе приведены экспериментальные данные по вытеснению нефти водой, раствором ОП-10 и мицеллярными системами (МС). Так, использованы МС на основе полиэтиленполиаминных солей олеиновой кислоты. Другими компонентами МС были изопропиловый спирт, керосин и вода при оптимальных соотношениях компонентов. Эффективность МС оценивалась в сравнении с простым заводнением и вытеснением нефти раствором ОП-10, представляющим собой оксиэтилированный алкилфенол. Нефтевытеснение проводили на примере нефти Шаимского месторождения при 25 и 70 °С на лабораторной установке, представляющей собой вертикальную модель пласта. Показано, что коэффициент вытеснения нефти водой достигает 80 %, предельная обводненность получаемой продукции – 98 %, остаточная нефтенасыщенность – 13–15 %. Коэффициент вытеснения нефти раствором ОП-10 на остаточную нефтенасыщенность достигает 25,9 %, для МС – 35,1–88,3 %. Эффективность вытеснения нефти МС в 1,3–3,6 раза выше, чем раствором ОП-10. Расчет экономической эффективности показал, что использование соледержащей МС целесообразно при рыночной стоимости нефти, начиная с \$60/баррель. Основными преимуществами МС на основе аминных солей олеиновой кислоты по сравнению с МС на основе сульфонатов являются доступность исходных компонентов и возможность приготовления МС непосредственно в промысловых условиях. Разработанные МС, модифицированные карбонатом натрия, могут быть рекомендованы в качестве составов для ASP-заводнения.

## **Повышение эффективности нефтяных оторочек нефтегазоконденсатных месторождений с использованием гидратного барьера**

*Г.М. Фахртдинова, А.С. Евдокимова*  
(Тюменский государственный нефтегазовый университет),  
*И.А. Синцов*  
(ЗАО «ВНИИНефть-Западная Сибирь»)

В работе предлагается принципиально новый способ разработки, который может найти применение для газоконденсатнонефтяных месторождений Восточной Сибири. Для осуществления данного способа разработки коллектор должен соответствовать определенным условиям. Соотношение давления и температуры должно находиться в зоне гидратообразования для метана, поскольку метан является наиболее распространенным углеводородным газом. Нефтяная часть залежи, находящаяся в подгазовой зоне, разбуривается с использованием горизонтальных скважин. Система разработки и расположение скважин определяется исходя из геолого-физических особенностей пласта и флюида. При бурении данных скважин вначале бурится необсаженный ствол в зону газонефтяного контакта, после чего проводится закачка воды. Пластовые условия должны соответствовать условиям гидратообразования для газа, содержащегося в газовой шапке. Закачка воды приведет к созданию гидратного экрана. После этого необсаженный ствол ликвидируется и бурится основной ствол в нефтяную зону. Работа основного ствола должна осуществляться при забойном давлении выше давления распада гидратов.

Преимуществом предлагаемого решения является то, что образуется непроницаемый для нефти и газа гидратный экран в зоне наименьших давлений, что может полностью предотвратить продвижение газа газовой шапки в нефтенасыщенную зону и избежать конусообразования.

## **Увеличение приемистости нагнетательных скважин методом создания управляемого гидродинамического режима на примере Полигона захоронения промышленных сточных вод АГПЗ**

*Н.А. Ильин  
(ООО «Газпром добыча Астрахань»)*

В процессе эксплуатации Полигона захоронения промышленных сточных вод Астраханского ГПЗ (далее – ПЗП) наблюдается рост пластового давления, связанный с нагнетанием промстоков в пласт. По мере роста объемов промстоков, поступающих с завода и подлежащих захоронению, проблема утилизации промышленных сточных вод становится весьма актуальной.

С целью решения проблемы роста пластового давления предлагается создание управляемого гидродинамического режима в рабочем пласте-коллекторе с целью разгрузки принимающего горизонта в центральной части ПЗП. Согласно проведенным расчетам в случае создания гидродинамического режима в рабочем горизонте к 2020 г. произойдет снижение пластового давления в рабочем пласте-коллекторе. Выполненный расчет изменения приемистости нагнетательных скважин вследствие изменения пластового давления в результате внедрения технологического мероприятия показал, что приемистость скважин возрастет в 1,28 раз, что позволит утилизировать увеличенные объемы промышленных сточных вод в поглощающий горизонт меньшим количеством нагнетательных скважин.

Результатом работы является доказательство увеличения приемистости нагнетательных скважин в случае создания управляемого гидродинамического режима в рабочем горизонте и возможности захоронения увеличивающихся объемов промышленных сточных вод меньшим фондом нагнетательных скважин.

**Опыт применения и перспективы развития  
геолого-технологического сопровождения капитального  
ремонта скважин в процессе геолого-технических мероприятий  
на объектах ПАО «Газпром»**

*В.Р. Мамедов  
(ООО «Газпром георесурс»)*

Внедрение геолого-технологического сопровождения (ГТС) капитального ремонта скважин (КРС) в процессе геолого-технических мероприятий актуально для оптимизации процесса КРС путем повышения качества и безопасного проведения работ, уменьшения сроков их выполнения, обоснованности принятия управляющих решений за счет комплексного использования возможностей, предоставляемых технологией ГТС.

Основными задачами данного процесса являются: инструментальный контроль параметров технологических процессов; визуализация состояния рабочей площадки; контроль соответствия параметров технологического процесса и выдача рекомендаций по приведению параметров к проектным значениям; обеспечение доступа заказчика в реальном времени к оперативной информации о ходе технологического процесса на скважине.

В докладе приведены результаты детального сравнительного анализа технико-экономических показателей по недропользователям на объектах ПАО «Газпром», проведенного с использованием данных ГТС. Из результатов следует, что процесс внедрения ГТС позволяет контролировать, оперативно влиять и своевременно корректировать проведение КРС, а также проводить детальный анализ календарного времени и принимать меры по снижению непроизводительного времени.

## **Анализ промысловых испытаний оптимизированных тампонажных составов для крепления разведочных скважин Тамбейской группы п-ова Ямал**

*Э.Г. Халитова*  
(ООО «Газпром бурение»)

На сегодняшний день ООО «Газпром бурение» является генеральным подрядчиком по строительству поисково-оценочных и разведочных скважин на п-ове Ямал. Работы ведутся на месторождениях Тамбейской группы, а именно: Малыгинском, Тасийском, Северо-Тамбейском, Западно-Тамбейском, а также на Крузенштернском ЛУ. Горно-геологические условия месторождений группы обуславливают наличие инцидентов при креплении разведочных скважин, в том числе имеют место недопуски обсадных колонн под кондуктор до проектной глубины, оставление ненормативного цементного стакана и пр., что в свою очередь отражается на качестве крепления скважин. Здесь следует отметить, что высокое качество цементирования скважин обеспечивается герметичностью обсадной колонны и герметичностью цементного кольца за колонной. С этой целью используется технология цементирования.

Анализ проектных рецептур применяемых тампонажных составов показывает, что используемые цементы способствуют формированию цементного камня, однако скорость процесса замедляется при снижении температур твердения и их переходе в отрицательные значения (до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Данный факт свидетельствует о том, что выбор тампонажного материала из условия сокращения сроков схватывания при сохранении растекаемости цементного раствора недостаточно эффективен. Необходим выбор, основанный на гарантированном создании цементного камня с требуемыми характеристиками в заданные сроки после цементирования.

С целью повышения качества строительства скважин Тамбейской группы проведены лабораторные исследования по усовершенствованию тампонажных рецептур с последующими промысловыми испытаниями.

В заключение стоит отметить, что качество цементирования скважины определяется каждым из этапов ее строительства, т.е. каждый предыдущий этап отвечает за возможность выполнения следующего. Поэтому говорить только о неэффективности используемых технологий цементирования и применяемых тампонажных составах инженерно недопустимо с инженерно-технической точки зрения.

## **Анализ применения технологии LWD компании «Шлюмберже» при строительстве скважин на Киринском месторождении**

*Н.А. Ершов*

*(ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск»)*

Кириновское газоконденсатное месторождение, расположенное в Охотском море на расстоянии 28 км от берега о. Сахалин, является первоочередным объектом промышленной разработки проекта «Сахалин-3».

В докладе представлен опыт строительства горизонтальных скважин №№ Р1, Р2 и Р4-бис при слабой изученности геологического объекта, с применением передовых технологий.

Геологическое сопровождение строительства наклонно-направленных скважин в режиме реального времени основано на комплексном подходе использования геолого-геофизических данных. Технологическая последовательность операций во время строительства скважин включает в себя такие виды моделирования, как предварительное геологическое, структурное, геомеханическое, а также применение телеметрического сопровождения и каротажа во время бурения (LWD, MWD).

Применение современных технологий при строительстве горизонтальных скважин на шельфовых месторождениях позволяет эффективно и обоснованно производить планирование операций и выбор оптимальных решений на каждом этапе реализации проекта.

## **Прогноз и оценка эффективности интенсификации газовых и газоконденсатных скважин методом ГРП**

*В.А. Краснов*

*(ООО «Газпром георесурс» – ПФ «Севергазгеофизика»)*

В настоящее время успешность ГРП не превышает в основном 70 % по эксплуатационному фонду скважин на месторождениях со значительной выработкой запасов. Одним из путей решения данной проблемы является рациональный выбор скважин-кандидатов, объемов интенсификации и решаемых практических задач (вывод скважин из бездействия, достижение положительного экономического эффекта). Существующее на данный момент СТО Газпром 2-2.3-635-2012 «Проектирование гидро-разрыва пласта в терригенных коллекторах. Оценка эффективности» не охватывает всего спектра факторов, влияющих на эффективность ГРП, и требует определенной доработки в соответствии с современным программным обеспечением.

Была поставлена задача разработки программно-методического комплекса по оценке эффективности ГРП, включающего в себя базу данных по проведенным ГРП, программно-методический модуль по выбору объема интенсификации, отвечающего поставленным экономическим и геологическим задачам, и анализ возможности ее проведения с оценкой вероятностей достижения прогнозируемого результата.

В качестве результата проведенных исследований предполагается получение действующего программно-методического комплекса, его опробование и реализация в газодобывающих обществах и сервисных компаниях РФ.

## **Особенности работы системы предотвращения гидратообразования при эксплуатации газовых скважин**

С.Г. Памужак

(ООО «Газпром добыча Ямбург»),

А.А. Плосков

(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Предотвращение гидратообразования на газовых скважинах, промысловых сетях и установках производится закачкой ингибитора в систему добычи и сбора газа. Большое количество скважин эксплуатационного фонда ООО «Газпром добыча Ямбург» оборудовано комплексом телеметрии, позволяющим в непрерывном режиме регистрировать, передавать на диспетчерский пункт рабочие параметры работы скважин. В этот комплекс входит и система подачи ингибитора – СПИ-01.

Система подачи ингибитора представляет собой автономное технологическое оборудование, входящее в состав АСУТП добычи газа в качестве устройства, обеспечивающего расход заданного количества ингибитора при эксплуатации скважин. При работе данного оборудования во время различных технологических процессов были выявлены некоторые неполадки в работе данной системы.

Некоторые из существующих проблем можно выделить отдельно: несовпадение фактических показаний положения клапана регулятора и показаний на диспетчерском пульте, заедание в крайних положениях, повреждение седла клапана-регулятора. Данные проблемы могут привести к безостановочной и нерегулируемой подаче метанола, вследствие чего образуется риск остановки работы куста газовых скважин и нарушение норм расхода метанола.

Рассмотрев особенности работы системы гидратообразования, были сформулированы и предложены практические рекомендации для предотвращения проблем, возникающих при работе данного оборудования.

## **Анализ эффективности применения песчаных фильтров для заканчивания газовых скважин**

А.Ф. Сатаева

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

А.В. Шамков

(ООО «Газпром центрремонт»)

Важной научно-технической проблемой разработки месторождений является одновременное обеспечение высоких уровней и темпов добычи углеводородного сырья при наиболее полном извлечении его из недр с высокими технико-экономическими показателями работы газодобывающих предприятий.

Одной из основных причин, не позволяющих решить эту проблему, является песок, выносимый вместе с продукцией скважины из рыхлых пластов. Проблема еще более обостряется для месторождений, эксплуатирующихся на завершающей стадии разработки.

В докладе представлены результаты проведенного анализа эффективности применения песчаных фильтров на забое скважин для максимального снижения выноса песка в газовую скважину и укрепления призабойной зоны скважины.

В процессе исследований на факультете «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина был создан уникальный стенд, позволяющий смоделировать пластовые условия, провести испытания песчаных фильтров и дать рекомендации по подбору фильтров для газовых скважин. Использование полученных результатов поможет избежать многих проблем, осложняющих эксплуатацию газовых скважин, обеспечить длительную и эффективную их работоспособность, увеличить конечный коэффициент извлечения газа из залежей, а следовательно, решить важную для отрасли и экономики России задачу поддержания проектных уровней добычи газа за счет ликвидации пескопроявлений.

## Моделирование мембранного коцентрирования гелия

*А.Д. Тройников*  
(ПАО «ВНИПИгаздобыча»)

Для извлечения избыточных, сверх рыночной потребности, объемов гелия из природного газа месторождений Восточной Сибири ввиду низких капитальных затрат и модульности оборудования принято использование установки мембранного выделения гелиевого концента (УМВГК) для его закачки в пласт на долгосрочное хранение. Использование УМВГК позволяет гибко регулировать количество гелия в составе газа, поступающего на Амурский ГПЗ с Чаяндинского и Ковыктинского месторождений. Для апробации мембранной технологии выделения гелия и уточнения проектных показателей эксплуатации УМВГК с 2014 г. проводятся испытания опытно-промышленной мембранной установки (ОПМУ) на Ковыктинском ГКМ.

По результатам испытаний ОПМУ выявлены зависимости основных параметров процесса, на основании которых создана математическая модель установки с использованием мембранных элементов (МЭ) японской компании Ube и разработаны исходные данные для проектирования УМВГК на Чаяндинском НГКМ с учетом изменения состава исходного газа и содержания в нем гелия с 0,40 до 0,54 мольн. % без увеличения числа МЭ.

С учетом отсутствия промышленных производств МЭ на территории РФ в настоящее время проводится комплекс работ по испытанию на ОПМУ опытных образцов МЭ различных отечественных производителей. С учетом различных габаритов, конструкции и характеристик испытываемых МЭ разработана Методика сопоставительного анализа, в соответствии с которой будет выполнено ранжирование эффективности МЭ, а также рекомендован наиболее перспективный образец для проведения ресурсных испытаний при высоком давлении (порядка 9,8 МПа).

## СЕКЦИЯ № 2

### ТРАНСПОРТ И ХРАНЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

#### Распараллеливание расчетов при моделировании ГТС с использованием технологии CUDA

*И.Я. Васкань*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Нестационарное моделирование газодинамических процессов ГТС для обеспечения работы комплекса функционального тренинга сотрудников диспетчерской службы требует точной локализации по времени и пространству распространения фронтов возмущений при транспорте газа. Наиболее трудоемким занятием по числу необходимых вычислений является моделирование линейной части, поскольку для проведения нестационарных расчетов в режиме реального времени неизотермического турбулентного течения природного газа с необходимой пространственной дискретизацией требуется использовать разностные сетки с числом  $10^5$ – $10^6$  расчетных узлов на одну трубу. До настоящего времени это было практически невыполнимой задачей, поэтому проводились разного рода упрощения моделей и линеаризация нелинейных дифференциальных уравнений. Реальная возможность решения указанной задачи возникла с появлением технологии распараллеливания вычислений, которые можно проводить как на кластерных вычислительных системах, так и мощных графических ускорителях (GPU) Nvidia Tesla (второй путь – существенно дешевле).

Алгоритм вычислений линейных участков ГТС реализован на графических ускорителях Nvidia Tesla K20, K20x, K40 и K80. Оптимизированные модули для GPU Nvidia Tesla K40 с 2886-скалярными процессорами Cuda и производительностью 1.43 Терафлопса для чисел с двойной точностью (при 1000 шагах по времени) имеют следующие параметры:

- 1-й модуль производит расчет  $8 \times 1024$  линейных труб с пространственной дискретизацией на 128 точек каждая за время 400 мс;
- 2-й модуль производит расчет 1024 линейных труб с дискретизацией 1024 за время 450 мс;
- 3-й модуль производит расчет 15 линейных труб с дискретизацией ( $128 \times 1024$ ) за время порядка 1 с. Для сравнения: данный код на процессоре Intel Core i7-5820K (6 ядер, 12 процессоров по 3.3Ghz) и памятью 8Gb DDR4 2400Mhz выполняется в среднем в 350–400 раз медленнее.

## **Моделирование напряженно-деформированного состояния трубопровода за пределами упругости**

*М.И. Васьков*  
(ООО «Газпром трансгаз Самара» – ИТЦ)

При нормальных условиях эксплуатации трубопровод ни в одном сечении не должен выходить за пределы упругого состояния. Однако иногда возникают нештатные ситуации, когда в отдельных сечениях напряжения и деформации превышают соответствующие пределы упругости. Одной из причин появления таких перенапряжений являются изменения в грунте. В этой связи актуальным является вопрос решения подобных упругопластических задач с целью определения возможности дальнейшей эксплуатации. Одним из путей решения данного вопроса является решение упругопластической задачи с применением метода переменных модулей.

## **Исследование динамических нагрузок на фундамент при работе ГПА**

*М.А. Тюрин*  
(ПАО «ВНИПИгаздобыча»)

Компрессорная станция – один из основных технологических объектов в составе систем добычи, хранения и транспорта газа. Сокращение затрат и сроков его строительства является актуальным для газовой отрасли. Одно из основных направлений решения данной задачи – отказ от массивных фундаментов и размещение газоперекачивающего оборудования на легких опорных конструкциях. Такой подход особенно востребован при строительстве в сложных климатических условиях и удаленных районах без развитой инфраструктуры (п-ов Ямал, Восточная Сибирь и т.п.).

Предметом настоящего доклада является анализ рекомендаций современных нормативных документов по расчету динамических нагрузок при работе газотурбинных двигателей (ГТД). Обоснована необходимость доработки действующих нормативных документов в части учета нагрузок от центробежной силы, возникающей при работе ГТД.

Проделана серьезная работа по моделированию центробежных сил (ЦС), возникающих при вращении роторов ГТД. Показана зависимость ЦС от расчетного эксцентриситета роторов. Выполнено сравнение ЦС и динамических нагрузок по рекомендациям СП26.13330.2012 на примере роторов ГПА мощностью 25 МВт.

Затрагивается проблема отсутствия в исходных данных для определения динамической нагрузки от производителей ГПА информации о дисбалансе или эксцентриситете роторов ГТД. Показана необходимость предоставления дополнительной информации о численном значении максимального допустимого эксцентриситета роторов в рабочей документации производителей ГПА, которая предоставляется для динамического расчета и проектирования фундаментов под ГПА.

Предложена математическая модель для расчета динамических нагрузок при работе ГПА на элементы конструкции фундамента и представлено сравнение результатов моделирования с фактическими данными, полученными на КС «Воркутинская» (МГ Бованенково – Ухта).

Предложены решения, позволяющие снизить затраты на строительство фундаментов под ГПА и обеспечить их надежную работу.

## **Модернизация узла подготовки топливного импульсного и пускового газа на нитке топливного газа путем установки кожухо-трубчатого теплообменника**

*К.А. Алексеев  
(ООО «Газпром трансгаз Уфа»)*

В докладе рассматривается установка в узле подготовки топливного импульсного и пускового газа; в узле подготовки топливного газа дополнительный подогреватель, представляющий собой кожухо-трубчатый теплообменник вертикального (горизонтального) исполнения с U-образным пучком трубок. Теплоносителем выступает вода из источника ГВС (48–93 °С), который в свою очередь подогревается от станций утилизации тепла выхлопных газов газоперекачивающих агрегатов. Продуктом подогрева является топливный газ, поступающий из линии пускового газа на компрессорную станцию.

Ввиду того что схема подогрева топливного газа на компрессорных станциях Общества поглощает большое количество технологического газа на свои нужды, это делает данную установку экономически нерентабельной.

Данное инженерное решение позволяет сэкономить пусковой газ, который на КС-5 и других типовых компрессорных станциях служит для питания горелок подогревателей газа ОАО «Газпромаш».

## **Опыт эксплуатации турбодетандерных агрегатов отечественного производства на УКПГ Бованенковского НГКМ**

*И.П. Эльберт, В.Ю. Глазунов*  
(ООО «Газпром добыча Надым» – ИТЦ),  
*М.А. Воронцов*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

ПАО «Газпром» всесторонне способствует вовлечению российских компаний в процесс импортозамещения, что в условиях сложившейся геополитической обстановки ведет к сокращению доли импортного оборудования и технологий, используемых при освоении новых газоконденсатных месторождений.

При освоении Бованенковского НГКМ применены инновационные технологии и технические решения. Процесс подготовки газа к транспорту осуществляется по наиболее современному и экологически чистому методу – низкотемпературной сепарации (НТС) с применением отечественных турбодетандеров (ТДА) производства ОАО «Турбохолод». ТДА должны обеспечивать термобарические условия НТС и выработку холода, необходимого для низкотемпературного однофазного транспорта газа. Хладопроизводительность ТДА оказывает существенное влияние на качество подготовки газа, степень извлечения конденсата и температурный режим транспорта газа.

В докладе представлены результаты обобщения режимов работы ТДА в процессе эксплуатации, получены фактические характеристики для формирования расчетных моделей диагностирования технического состояния и составления технологических режимов ГП.

На основе анализа работы ТДА разработаны рекомендации по оптимизации технологических режимов УКПГ в составе ГП и мероприятия по повышению энергоэффективности и надежности работы ТДА.

Обобщение опыта эксплуатации ТДА на Бованенковском НГКМ позволяет сократить ошибки при проектировании ТДА и определять номинальные параметры для разработки ТДА, оптимальные с точки зрения согласования режимов работы турбохолодильного, сепарационного и теплообменного оборудования технологических линий.

## Стенд для испытаний сепарационного оборудования

*Е.В. Мандрик, А.А. Плосков  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

В связи с переходом основных газовых месторождений в заключительную стадию разработки активизировались работы по удалению жидкости из скважин. Анализ систем газосборных сетей показал, что средняя протяженность шлейфов составляет около 5 тыс. м (при этом отдельные шлейфы достигают 15 тыс. м). Жидкость, удаляемая из скважин при помощи технологий эксплуатации обводняющихся скважин, попадает в шлейф и вызывает дополнительные сопротивления, которые приводят к снижению продуктивных характеристик скважин. Для предотвращения попадания выносимой жидкости в шлейф в ближайшие годы потребуются удалять жидкость непосредственно на кустах газовых скважин при помощи приустьевых отбойников жидкости (сепараторов) с последующей разработкой технологий ее утилизации.

Для испытаний сепарационного оборудования в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» был разработан стенд. Технические решения, реализованные на стенде, защищены патентами. Также был разработан и создан новый метод и инструментальный комплекс для исследования сепарационного оборудования на различных режимах работы (залповый выброс жидкости, жидкость с механическими примесями и др.). В процессе эксперимента синхронно измеряют динамические характеристики потока (давления, расходы), фиксируется одной или несколькими фото/видеокамерами панорамное по длине и по сечению изображение входного и выходного участков сепаратора. Также предусмотрена возможность ввода в поток люминесцентных составов (жидкость и песок). Для контрастности получаемых изображений предусмотрено проведение испытаний под ультрафиолетовыми лампами. Результаты съемки обрабатывают с использованием современных программных комплексов.

## **Опыт эксплуатации компрессорного цеха № 2 Невского УПХГ в составе 4 ГПА с приводами Wartsila и компрессорами Ariel**

*А.А. Костюченко  
(ООО «Газпром ПХГ» – Невское УПХГ)*

Объектом исследования являются поршневые компрессоры типа Ariel JGB/6 КЦ-2 Невского УПХГ и их технологические трубопроводы.

В ходе эксплуатации были выявлены две проблемы:

- повышенная вибрация ТПО, а именно:
  - участок трубопровода от фильтра-сепаратора до входного фланца буферной емкости всасывания 1-й ступени;
  - корпус фильтра-сепаратора по причине недостаточной жесткости опор.
- повышенная пульсация газового столба из-за дисбаланса работы газового компрессора.

В докладе подробно описан процесс устранения данных недочетов.

Данная работа более чем актуальна, так как напрямую затрагивает вопрос безопасной, безаварийной эксплуатации оборудования на таком опасном производственном объекте, как Невское УПХГ.

## **Повышение информативности и достоверности результатов высокочувствительной термометрии при контроле герметичности действующего фонда скважин подземного хранилища газа**

*О.В. Сторчак, Н.Г. Даминов, В.Н. Первушина  
(ООО «Газпром георесурс» – ПФ «Мосгазгеофизика»)*

При решении задач по контролю герметичности скважин ПХГ в настоящее время применяется стандартная технология проведения исследований на кабеле, что дает низкую информативность термограмм. Основными факторами, определяющими низкую информативность термограмм, являются утечка газа в сальниковом устройстве лубрикатора, относительно большая инерционность первичного датчика температуры и осуществление записи информации при движении скважинного прибора.

Принимая во внимание указанные выше факторы, влияющие на информативность термограмм, ПФ «Мосгазгеофизика» ООО «Газпром георесурс» активно использует проволочную технологию проведения исследований, позволяющую свести до минимума утечку газа через сальниковое устройство лубрикатора и осуществлять регистрацию температуры с минимально возможной скоростью. При этом каждое исследование тщательно планируется с методической и технической сторон. Однако не смотря предпринимаемые меры, информативность получаемого материала оставляет желать лучшего.

Максимальная информативность и достоверность информации при решении очень сложных задач могут быть достигнуты за счет применения кабеля в полиэтиленовой оболочке и внедрения интерактивной регистрации информации поточечно (в точках). В этом случае полностью исключены все факторы (теплоперенос, инерционность датчика температуры и скорость протяжки скважинного прибора), влияющие на процесс регистрации температуры, и будут получены максимально приближенные к реальному распределению температуры в скважине термограммы.

## Оценка влияния сужающих устройств на дебит газовых скважин на завершающей стадии разработки месторождений

*Е.В. Мандрик, А.А. Плосков  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Контрольно-измерительное оборудование для замера дебита скважин содержит в себе сужающие устройства (СУ). К стандартным СУ относят диафрагму или трубу Вентури: УСБ, «Сокол-2», «Сокол-4», ИКС «Пингвин», ТКС «Кречет». В ряде случаев применяют и нестандартные СУ – «Гиперфлоу», ДКР, «Поток». СУ оказывают влияние на дебит скважин, ограничивают его посредством создания дополнительных сопротивлений. В начальный период эксплуатации месторождений и отбора газа на ПХГ, когда пластовые давления высокие, влияние СУ несильно сказывается на режиме работы скважин. Однако при низких давлениях, когда потенциальные возможности пластовой энергии ограничены, сужающие устройства начинают оказывать существенное влияние. Расчет перепада давления и безвозвратных потерь давления для стандартных СУ оценивался по ГОСТ 8.586-2005, для нестандартных методики оценки отсутствуют.

Расчет производился для отдельно взятой скважины с пластовым давлением 21,43 ата и температурой 25 °С для трех значений дебитов скважины: 50, 100, 150 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Давления на устье для данных расходов газа составили: 19,37; 18,66 и 17,17 ата соответственно.

Было установлено, что снижение дебита газа в процентном соотношении составляет: 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут – 1,1 и 0,71 %; 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут – 1,9 и 0,65 %; 150 тыс. м<sup>3</sup>/сут – 2,6 и 0,53 % для диафрагмы и трубы Вентури соответственно.

Полученные результаты возможно использовать при обосновании выбора типов СУ с точки зрения диапазона регулирования дебитов при различных уровнях давлений.

## **Оценка количества водорода в наплавленном металле как способ снижения риска возникновения трещин в сварных швах трубопроводов и резервуаров**

*О.В. Панченко, А.М. Левченко*

*(Санкт-Петербургский политехнический университет)*

Процесс сварки способствует появлению неоднородности механических и химических свойств материалов, используемых в конструкции трубопроводов и резервуаров. Газы в металле сварного шва – одна из опасных неоднородностей. Водород из-за способности запускать, такие механизмы замедленного разрушения, как образование холодных трещин и коррозионные процессы, относят к наиболее опасным газам.

Для снижения влияния водорода на конструкционные материалы в зависимости от условий эксплуатации классификационные общества предъявляют требования к содержанию водорода в них. Для определения содержания водорода разработан ряд методик, в том числе отечественных, одна из которых – вакуумная. Она отличается высокой точностью и признана международными классификационными сообществами, но имеет недостатки: длительность испытаний, устаревшее измерительное оборудование.

С целью усовершенствования методики разработана математическая модель выделения диффузионного водорода. Модель позволяет по результатам измерений, взятым за начальный промежуток времени, построить прогноз на момент окончания измерения. Разработано устройство с цифровой системой управления и измерения. Проведена экспериментальная проверка разработанной методики и устройства. Методика позволяет снизить время определения содержания водорода с 5 сут до 12 ч при 10%-ной погрешности. Экспериментальная проверка разработанного устройства показала идентичность результатов по отношению к уже существующему оборудованию.

## **Разработка научно-программного комплекса обработки коррозионных изображений для оценки коррозионного состояния металлов**

*Н.А. Гладких, М.А. Малеева, М.А. Петрунин  
(Институт физической химии  
и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН)*

Цель работы – разработка программного продукта, позволяющего на основе анализа изображений определять скорости коррозии конструкционных металлов в различных эксплуатационных условиях, прогнозировать развитие коррозионных ситуаций и оценивать степень опасности коррозии для надежного функционирования объекта.

Проведены лабораторные исследования электрохимического и коррозионного поведения трубной стали и алюминия в агрессивных средах. Использовали электрохимические и оптические методы исследований. Параметры поверхности и коррозионных дефектов определяли профилографом.

Изображения коррозионных трещин, полученных в результате испытаний трубной стали на склонность к КРН в растворе NS4, обработаны с использованием подходов фрактальной геометрии. Между величинами фрактальной размерности стенки трещины и скоростью ее роста получена линейная корреляция.

Разработан программный продукт, позволяющий на основании данных по анализу коррозионных изображений сделать обоснованный вывод о коррозионном состоянии исследуемого объекта (или его участка). Задаются параметры проведения обработки коррозионных изображений, включающие материал прокорродировавшей поверхности, состав среды, время эксплуатации и параметры исследуемого объекта. На выходе – информация о типе коррозионного разрушения, скоростях общей и локальной коррозии, прогноз развития коррозионного процесса, остаточный ресурс сооружения.

Данная работа была поддержана грантом РФФИ № 14-03-31509.

## Усовершенствование систем газораспределения и газопотребления

*Д.С. Чернов*  
(ООО «Газпром трансгаз Ставрополь» –  
Ставропольское ЛПУМГ)

Система газораспределения и газопотребления (далее – система) должна обеспечивать бесперебойную подачу газа, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании.

В докладе рассмотрена система ООО «Газпром трансгаз Ставрополь».

Большинство оборудования морально и физически устарело. Основными его недостатками являются низкая ремонтпригодность в связи с отсутствием запасных частей, относительно низкий уровень производительности и качества, частые поломки и неисправности из-за выхода из строя отдельных узлов оборудования.

Объем ремонтных работ с каждым годом увеличивается, тратятся значительные материальные и финансовые средства для поддержания оборудования в работоспособном состоянии.

В докладе представлены решения по усовершенствованию систем газораспределения и газопотребления путем установки современного оборудования взамен устаревшего.

Рассмотрены затраты на поддержание работоспособности устаревшего оборудования, отработавшего свой срок эксплуатации, рассчитан экономический эффект по его замене.

Ставка на экспертизу устаревшего оборудования и бесконечного продления его ресурса – это тупиковый путь.

Своевременная замена устаревшего оборудования позволяет не только увеличить надежность и безопасность эксплуатации систем, но и минимизировать затраты на эксплуатацию оборудования.

## Определение гликолей в магистральном газе

*Л.В. Мачулин, Е.Ю. Морозова  
(филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта)*

Наличие влаги в газе, транспортируемом по магистральному газопроводу, может привести к коррозии, образованию гидратов или льда, которые осложняют работу всего технологического оборудования в цепочке «промысел → потребитель». Одним из способов осушки природного газа является абсорбция влаги из газа с помощью специальных реагентов. Как правило, в качестве абсорбентов используют моно-, ди- и триэтиленгликоли.

В процессе осушки часть абсорбента уносится вместе с потоком газа в магистральный трубопровод. В промышленных масштабах объем уносимых гликолей становится значительным, поэтому для оценки величины уноса необходим надежный способ определения содержания гликолей в газе. В настоящее время аттестованных методик для определения гликолей в газе нет.

В докладе для определения содержания гликолей в природном газе предлагается метод, процедура которого состоит из двух этапов. На первом природный газ с заданной скоростью пропускают через поглотитель (абсорбент) в специальных барботерах. Второй этап заключается в проведении газохроматографического анализа поглотительной жидкости, который позволит определить количественное содержание гликолей в газе.

Особенность предлагаемого метода состоит в условиях проведения хроматографического анализа: использование капиллярной WCOT колонки большого диаметра с толщиной неподвижной полидемитилсилоксановой фазы толщиной не менее 1,5 мкм и строгом соблюдении температурного режима анализа, позволяющего избежать адсорбции и поликонденсации гликолей.

## **Сравнение способов заправки адсорбционных систем хранения природного газа**

*И.Е. Меньщиков*  
(Институт физической химии  
и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН),  
А.А. Подчуфаров  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Снижение мировых запасов нефти, ухудшение экологической обстановки приводят к необходимости использования альтернативных видов топлива, в том числе природного газа. Однако низкая удельная теплота сгорания ограничивает их применение в качестве топлива на транспорте и требует разработки высокоэффективных систем хранения.

В качестве альтернативы технологиям компримированного и сжиженного природного газа в мире активно исследуются адсорбционные системы хранения и транспортировки природного газа.

Одним из основных процессов в адсорбционных системах хранения природного газа является процесс заправки, сопровождающийся выделением теплоты, которая увеличивает температуру системы, что способствует росту давления заправки и снижению количества запасаемого газа. Поэтому при разработке заправочных комплексов должно быть учтено отведение избыточной теплоты процесса адсорбции для увеличения эффективности заправки, что является важной и актуальной задачей.

В докладе рассматриваются вопросы разработки газопоточной и трубной систем заправки. Первая является проточной системой заправки охлажденным газом, который обеспечивает отвод выделившейся теплоты. Во второй системе отвод теплоты обеспечивается теплообменным оборудованием, установленным внутри адсорбционной емкости.

Рассматриваемые системы заправки могут быть применены при разработке систем хранения и транспортировки природного газа.

## СЕКЦИЯ № 3

### ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТИ И ГАЗА

#### Разработка оптимальной технологической схемы установки извлечения СУГ в составе газораспределительных станций

*В.Д. Изюмченко, И.В. Гоголева  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Газоснабжение потребителей трубопроводным транспортом в ряде случаев экономически неэффективно. Автономное энергоснабжение промышленных, социальных предприятий и населенных пунктов с использованием альтернативных источников газа поможет ликвидировать проблему энергообеспечения отдаленных регионов, потребителей, находящихся в районах с тяжелыми климатическими условиями и непростым рельефом местности.

В докладе рассматривается сценарий, в котором для обеспечения топливных нужд регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока планируется извлекать сжиженные углеводородные газы (СУГ) из природного газа в составе газораспределительных станций. По показателю эффективности СУГ занимают второе место после магистрального природного газа. При этом использование СУГ более экологично по сравнению, например, с дизельным топливом или мазутом. Расширение применения СУГ в современных экономических условиях России, сбалансированное с применением природного газа, позволит экономить последний на внутреннем региональном рынке.

В работе был выполнен анализ научно-технической информации по существующим технологиям получения товарных СУГ.

Целью данного исследования была разработка оптимальной технологической схемы установки извлечения СУГ в составе газораспределительных станций.

## Закономерности получения модифицированной серы

*Д.А. Скрипунов, Н.В. Мотин  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»),*

*В.И. Неделькин*

*(Московский государственный университет  
технологий и управления им. К.Г. Разумовского)*

В последнее десятилетие в России наблюдается превышение производства над потреблением восстановленной из природного газа и нефти серы. Избыток производства реализуется на экспорт. Рост конкуренции и неблагоприятная конъюнктура рынка могут привести к накоплению нереализованной избыточной серы на складах. Актуальной задачей является диверсификация направлений сбыта серы.

Сера в модифицированном виде может быть эффективно использована в производстве строительных материалов – емкой и интенсивно развивающейся отрасли. Модифицированную серу получают, проводя реакцию серы в расплаве с циклическими диеновыми углеводородами. Предполагается, что модифицированная сера состоит из элементной серы и ее полимерных соединений с органическим модификатором и является полимерно-композитным материалом.

Проведено исследование влияния условий и циклических диеновых модификаторов в малых концентрациях (до 5 % масс.) на образование органических полисульфидов в процессе получения модифицированной серы. Выявлены закономерности протекания процесса модификации.

Важной характеристикой модифицированной серы как полимерно-композитного материала является стабильность свойств во времени, которая зависит от содержания сероорганических полимерных структур.

Исследована стабильность во времени органических полисульфидов в образцах серы, модифицированной 5-этилиден-2-норборненом. Установлено, что доля полимерной составляющей в композите уменьшается на 50 % в течение 30–40 дней.

Показано, что стабилизирующий эффект на композит оказывают технический углерод и стабилизаторы вулканизатов – тиурам-Д и олиго(амино-окси)фениленсульфид 3:1.

## **Совершенствование технологии получения серобетона для применения в нефтегазовой отрасли**

*Д.А. Пичугин*  
(ООО «Газпром добыча Астрахань» – ИТЦ)

В настоящее время армированные серные бетоны применяются не только при строительстве дорог и промышленных гидротехнических сооружений, но и для изготовления фундаментов, конструкций, подверженных солевой агрессии, и других инженерных сооружений.

Проведенные исследования физико-механических свойств полученного серобетона показали, что его свойства не хуже, а по некоторым показателям даже лучше, чем у бетона на портландцементе. Коррозионная стойкость серобетона в морской среде и сероуглекислотных средах выше, чем у бетона, изготовленного из портландцемента.

Свойства серобетона можно целенаправленно изменять в широких пределах в зависимости от его состава, технологии изготовления, свойств составляющих, модифицирующих добавок и других технологических факторов. Принципом оптимизации свойств серобетона является совместное рассмотрение многофакторных моделей.

Структурные характеристики находят, решая совместно уравнения прочности и жесткости; жесткости и морозостойкости; жесткости и объемной массы и т.п.

Сырьевые расходы при производстве серобетона сокращаются примерно в 1,5–2 раза. Применяя отходы собственного производства, можно решить проблему их утилизации. Предварительный анализ возможности реализации серы показал, что только в Астраханской области возможна реализация 1200 тыс. т серобетона или около 250 тыс. т серы в год.

## **Разработка национальных стандартов ГОСТ Р в области аналитической химии на основе нормативных документов ПАО «Газпром»**

*М.С. Лапина, С.А. Арыстанбекова, А.Б. Волынский  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

Система добровольной стандартизации на основе ГОСТ Р находится в основе функционирования российской промышленности. Разработка соответствующих стандартов ведущими российскими компаниями (включая ПАО «Газпром») позволяет обеспечивать их высокий научный уровень. Использование нормативных документов ПАО «Газпром» в качестве основы для разработки ГОСТ Р является экономически выгодным, т.к. в этом случае не возникает необходимости в приобретении нового оборудования и переучивании персонала.

Работы по определению компонентно-фракционного состава углеводородного сырья и продукции методом газовой хроматографии проводятся в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» более 15 лет. Разработанные методики анализа приведены в ряде нормативных документов ПАО «Газпром» (СТО Газпром 5.5-2007, СТО Газпром 5.40-2011 и СТО Газпром 5.49-2014). В настоящее время завершена разработка ГОСТ Р «Нефтепродукты. Определение фракционного состава методом газовой хроматографии», гармонизированного с ISO 3924:2010.

До недавнего времени в РФ наблюдалось существенное отставание в части определения индивидуальных серосодержащих соединений (ССС) в жидком сырье и продукции газовой отрасли. В химико-аналитической лаборатории развиты газохроматографические методы определения индивидуальных ССС с использованием сероселективных детекторов. Они положены в основу СТО Газпром 5.6-2007, СТО Газпром 5.40-2011 и СТО Газпром 5.41. В настоящее время завершена разработка ГОСТ Р «Дистилляты и газовый конденсат стабильный. Определение серосодержащих соединений методом газовой хроматографии».

## Совершенствование методов аналитического контроля

*А.С. Фуртин*  
(ООО «Газпром переработка»)

Изучение состава газового конденсата и нефтегазоконденсатных смесей представляет собой сложную, но весьма важную задачу, поскольку компонентно-фракционный состав и свойства углеводородных смесей являются основополагающими при выборе наиболее рационального метода переработки и прогнозировании развития производственных мощностей. В настоящее время в заводских лабораториях Сургутского ЗСК и ЗПКТ определение компонентно-фракционного состава НГКС и деэтанализованного конденсата осуществляется по СТО Газпром 5.5-2007 (Метод Б) и СТО ТюменНИИгипрогаз 02-04-2009 соответственно.

Сравнение КФС НГКС, полученных в лабораториях ЗСК и ЗПКТ, выявило значительное различие показателей содержания тяжелых фракций, полученных по разным методикам. Например, по результатам анализа состава газоконденсатной смеси средняя доля компонентов фр. 350+ в марте 2015 г. составила на ЗПКТ 4,37 %, а на Сургутском ЗСК в тот же период – 3,2 %, причем такая картина наблюдается в течение значительного периода времени (как минимум с 2008 г.).

В результате проведенной работы выполнены сбор и обобщение массива данных по результатам определения КФС различными лабораториями Общества одинаковых проб с целью выявления и устранения причин несоответствия результатов определения КФС.

## **Повышение уровня полезного использования попутного нефтяного газа путем применения новой технологии каталитической конверсии газообразных углеводородов**

*А.И. Власов,  
(ООО «Газпромнефть НТЦ»)*

Рациональное использование попутного нефтяного газа (ПНГ) является неотъемлемой частью эффективного недропользования, а также одним из наиболее важных показателей уровня промышленного развития нефтегазового комплекса России. Использование ПНГ непосредственно на промыслах нефтегазовых месторождений всегда сопровождается появлением осложнений в работе энергетических установок. Отсутствие инфраструктуры по переработке ПНГ на месторождениях приводит к снижению их экономической эффективности.

В 2013–2014 гг. специалистами Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН при участии ООО «Газпромнефть НТЦ» была обоснована целесообразность реализации в промышленном масштабе технологии мягкого парового риформинга ПНГ в метан и синтез-газ. Такой «метанизированный» газ может использоваться в качестве топлива для газопоршневых, газодизельных и газотурбинных энергоустановок, при этом повысит их КПД и улучшит экологическую обстановку в местах нефтедобычи.

В 2015 г. изготовлена опытно-промышленная установка, которая в настоящее время проходит опытно-промышленные испытания на УПСВ с ДНС Крапивинского месторождения ООО «Газпромнефть-Восток». Получены первые результаты конверсии ПНГ в «метанизированный» газ.

## **Синтез каталитических систем процессов гидроочистки, модифицированных координационными соединениями молибдена**

*Р.С. Нагиев*

*(ООО «Газпром переработка» – филиал Сургутского завода по стабилизации конденсата имени В.С. Черномырдина)*

В рамках нынешней экономической ситуации в Российской Федерации, а также политики импортозамещения все более актуальными становятся вопросы разработки отечественных видов каталитической продукции, по ряду параметров не уступающей импортным аналогам. Одним из наиболее крупнотоннажных каталитических процессов в современной нефтепереработке является каталитическая гидроочистка. Поэтому проблема разработки катализаторов процессов гидроочистки является одним из наиболее важных векторов развития политики импортозамещения в данной области.

Модифицирование катализаторов процессов гидроочистки координационными соединениями молибдена приводит к формированию высокоактивной фазы Ni(Co)MoS, снижению образования каталитически неактивных фаз, представляющих собой шпинельные и сульфидные фазы на основе Ni и Co.

Катализаторы такого типа характеризуются относительно высокой каталитической активностью, термостойкостью, низкой способности к закоксуыванию.

## **Использование кавитационных технологий и композитных присадок для улучшения эксплуатационных свойств стабильного конденсата**

*М.С. Александров*  
(ООО «Газпром переработка»)

В результате «утяжеления» сырья Сургутского ЗСК ожидается негативное изменение балансов его переработки, заключающееся в сокращении выработки светлых фракций и росте выхода тяжелого перерабатываемого остатка.

В качестве апробируемой технологии переработки тяжелого остатка была выбрана кавитационная технология.

Принцип действия кавитации заключается в разрушении С–С и С–Н связей, вследствие чего происходит изменение физико-химического состава вещества.

В результате использования кавитационной технологии был получен кавитационный продукт, который по фракционному составу содержит на 50 % больше целевых фракций и на 66 % меньше фракции 350+. Вместе с тем отмечено значительное снижение вязкости сырья, плотности, температуры застывания, температуры конца кипения и помутнения.

Преимущества кавитационной технологии заключаются:

- в возможности расширить номенклатуру выпускаемой продукции;
- возможности получить дополнительные объемы светлых фракций;
- возможности снизить количество нефтешламов, образующихся при зачистке РВС;
- возможности снизить количество присадок, вовлекаемых в К1 куб;
- отсутствию импортозависимости.

Основной недостаток – малотоннажность.

Предварительный экономический эффект от внедрения технологии ожидается на уровне 90 000 тыс. руб. ежегодно.

## **Разработка малоэнергозатратной технологии выделения гелия из природного газа на основе явления субнанопористой фильтрации через дефектированную графеновую пластину**

*М.А. Бубенчиков  
(ООО «Газпром трансгаз Томск»)*

Переработка природного газа является актуальнейшей проблемой в рамках курса увеличения стоимости экспортируемого сырья. Современные технологии выделения гелия из природного газа сводятся, как правило, к использованию неселективных фильтров, где компоненты газа за счет разности коэффициентов диффузии, имея различные скорости фильтрации, обретают градиент концентрации. Каскадное применение таких фильтров позволяет получить обогащенную гелием смесь, которая впоследствии для получения чистого продукта все равно подвергается криоконденсации с большими затратами энергии.

В настоящей работе на основании теоретических и экспериментальных исследований показано, что для выделения гелия могут быть использованы дефектированные графеновые пластины, имеющие детерминированный размер пор (диаметром до 3 ангстрем), которые можно получить с помощью технологий травления или ионной бомбардировки. Такие пластины, помимо долговечности, обладают селективной проницаемостью для гелия (способны пропускать только его) даже под действием одного лишь теплового движения молекул.

Теоретические исследования проницаемости пористого (дефектированного) графена были проведены с использованием метода одиночной молекулы, воздействия пучков молекул на поры в графене на основе подхода межмолекулярных потенциалов, решения обобщенного на молекулярную систему «пора–молекула» уравнения Шредингера. Данная технология позволит разработать отечественные мембраны взамен используемых в настоящем импортных фильтров.

## Оптимизация блока фильтрации установки аминовой очистки углеводородного газа

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

Основной проблемой, с которой приходится сталкиваться при эксплуатации установки аминовой очистки, является загрязнение аминовой системы. Накапливающиеся примеси в процессе эксплуатации в растворе амина способствуют частому вспениванию, образованию отложений на теплообменном оборудовании и, как следствие, повышенному расходу теплоносителя.

Механические примеси в растворе аминов представляют собой органические вещества – 55 % (асфальтеносмолопарафинистые соединения, угольная пыль, продукты деградации аминов) и неорганические – 45 % (продукты коррозии оборудования, соединения кремния). Продукты коррозии составляют 40 % неорганической части.

Традиционная схема фильтрации раствора аминов представляет собой угольные фильтры для улавливания органической составляющей примесей амина, а также тканевые фильтры (ткань Бельтинга) для улавливания механических примесей.

Неэффективная фильтрация объясняется несовершенством фильтрующих материалов. Уголь с низкими прочностными характеристиками в процессе эксплуатации частично разрушается с выделением угольной пыли в раствор аминов. Тканевый фильтр, как и любой механический фильтр, создает гидравлическое сопротивление фильтруемому потоку (из-за чего фильтрация 100 % потока энергозатратна).

Оптимизация блока фильтрации раствора аминов заключается:

- в подборе марки активированного угля не только по прочностным характеристикам, объему пор по воде, а также по таким показателям, как структура пор, индекс мелассы, возможность реактивации до полного восстановления адсорбционных свойств;
- внедрении дополнительной технологии фильтрации от механических примесей с минимальным перепадом давления на фильтрующем элементе и с повышенной тонкостью фильтрации.

Опытно-промышленные испытания технологии магнитной фильтрации показали принципиальную возможность улавливания до 40 % механических примесей из раствора. Магнитный фильтр обеспечивает фильтрацию без гидравлического сопротивления потоку. Тонкость магнитной фильтрации составляет до 0,5 микрон.

Разработана модель магнитного фильтра, проведены опытно-промышленные испытания по фильтрации водного раствора амина.

**Возможность применения метилдиэтанолamina,  
активированного пиперазином, в качестве абсорбента  
для глубокой очистки газа от CO<sub>2</sub> на основании расчетов  
в программе Petro-Sim**

*К.М. Анучин*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Процесс аминовой очистки широко применяется в нефтегазовой промышленности. Одной из важнейших задач по усовершенствованию технологии является поиск амина с наилучшими характеристиками.

В докладе описываются смоделированная установка аминовой очистки газа от CO<sub>2</sub> в программе Petro-Sim и результаты проведенного сравнения эффективности двух абсорбентов: моноэтанолamina (МЭА) и метилдиэтанолamina (МДЭА) с добавлением пиперазина (ПЗ).

Было изучено влияние различных параметров работы установки на степень очистки газа. Показано, что для очистки 875 000 ст. м<sup>3</sup>/ч газа с содержанием 0,3 % моль. CO<sub>2</sub> до концентрации CO<sub>2</sub> в чистом газе меньше 5 ppm достаточно использовать 15 % масс. водного раствора МЭА с циркуляцией 250 т/ч. Такая же степень очистки может быть получена для раствора с 35 % масс. МДЭА и 5 % масс. ПЗ.

Активированный МДЭА имеет меньшую по сравнению с МЭА энергию десорбции, что позволяет экономить до 10 % энергии на регенерации раствора. К тому же потери от испарения для МДЭА и ПЗ существенно ниже, чем для МЭА.

Таким образом, раствор метилдиэтанолamina с добавлением пиперазина может быть использован в качестве абсорбента для глубокой очистки газа от CO<sub>2</sub>.

## СЕКЦИЯ № 4

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. АНАЛИЗ РИСКОВ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

### Типовой проект нормативов образования отходов и лимитов их размещения для Башкирского управления аварийно-восстановительных работ и капитального ремонта скважин

*Д.Г. Ханнанова*

*(ООО «Газпром ПХГ» – Башкирское УАВР и КРС)*

В соответствии с требованиями природоохранного законодательства индивидуальные предприниматели и юридические лица, в результате хозяйственной и иной деятельности которых образуются отходы, разрабатывают проекты нормативов образования отходов и лимиты на их размещение (далее – ПНООЛР).

При изменении сведений, содержащихся в ПНООЛР, его рекомендуется пересмотреть, иначе есть риск привлечения к ответственности по ст. 8.2 КоАП. Кроме того, при размещении отходов сверх установленного лимита плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается с пятикратным повышающим коэффициентом.

Чтобы избежать привлечения к ответственности Башкирского УАВР и КРС за несоответствие ПНООЛР, подготовлен типовой проект, разработанный в соответствии с Методическими указаниями, утвержденными приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 05.06.2014 г. № 349. Данный документ позволяет быстро и своевременно пересматривать ПНООЛР собственными силами и экономить тем самым значительные средства. В нем представлены расчеты нормативов образования всех отходов филиала, а также таблицы, схемы, приложения, требуемые для утверждения ПНООЛР Росприроднадзором.

Наличие типового ПНООЛР значительно упрощает разработку данного документа и позволяет, при необходимости, своевременно его пересмотреть, утвердить, избежав сверхлимитных платежей и привлечения к ответственности.

## **Разработка технологической установки очистки низкоконцентрированных условно бытовых сточных вод на сооружениях малой канализации**

*Н.И. Козлов  
(ООО «Газпром трансгаз Югорск»)*

Освоение вновь открываемых месторождений нефти и газа в мало заселенных районах, в частности освоение Арктического шельфа, связано с множеством технических трудностей. Одним из критических аспектов является организация безопасного природопользования.

Вопрос качественной очистки сточных вод остро стоит для подавляющего большинства предприятий в мире. Сооружения малой канализации, эксплуатируемые в вахтовых поселках и на промышленных площадках, являются сложными биотехнологическими устройствами, протекающие в них процессы значительно отличаются от больших канализационных систем. Основной их особенностью является высокая инерционность: при быстром изменении внешних и внутренних факторов среды микроорганизмы не успевают изменить свой метаболизм, трофические связи рвутся, и процесс очистки прекращается до тех пор, пока эти связи не будут восстановлены.

В связи с вышеописанными особенностями сооружений малой канализации для них важно подобрать схему очистки сточных вод с минимальной инерционностью. Такой режим работы возможен, если в достаточном большом объеме будет находиться минимальное количество биомассы. Эксплуатируемые канализационные системы работают с условно бытовыми, сильно разбавленными сточными водами, соотношение между доступными источниками энергии и азота не обеспечивает нормальное развитие биоценоза. Таким образом, необходима система, максимально способная к саморегуляции.

ООО «Газпром трансгаз Югорск» разработан проект технологической установки очистки низкоконцентрированных условно бытовых сточных вод на сооружениях малой канализации, получившей название «ГТЮ-БИО-Ф». Ее ключевой особенностью является применение аэробιοфильтров – аппаратов колонного типа, заполненных носителем биомассы и оборудованных системой подачи сжатого воздуха. В аэробιοфильтрах одновременно протекает несколько процессов: фильтрация сточной жидкости через загрузку, нарастание биопленки, адгезия загрязняющих веществ биопленкой, аэробное окисление загрязняющих веществ на поверхности биопленки, электроосмотическая миграция неокисленных загрязняющих веществ в толщу биопленки, анаэробное окисление загрязняющих веществ в глубоких слоях биопленки, разрушение биопленки.

Кроме того, в проекте «ГТЮ-БИО-Ф» применен ряд других решений, характеризующих разработанную станцию как «полезную модель» – это использование в качестве плавающей загрузки пенополистирола и безнапорного геотекстильного фильтра для изъятия отмершей биопленки.

Данная технологическая линия может быть применена не только как самостоятельная система очистки, но и в качестве блока доочистки для действующих очистных сооружений. Производительность – 30 м<sup>3</sup>/сут (с возможностью увеличения до 50 м<sup>3</sup>/сут).

## **Экологические аспекты использования электрокоагуляционного осадка станций «Водопад» для очистки производственных сточных вод**

*И.В. Гальченко, Е.С. Мышкин, О.П. Ярунова  
(ООО «ТюменНИИгипрогаз»)*

Требования Экологической политики ПАО «Газпром» по рациональному использованию ресурсов и защите окружающей среды определяют необходимость разработки инновационных технических решений подготовки питьевой воды, эффективной очистки производственных сточных вод и вторичного использования технологических отходов.

ООО «ТюменНИИгипрогаз» разработана технология электрокоагуляционной подготовки питьевой воды, которая позволяет очищать артезианские и поверхностные воды от железа, марганца и кремния в рамках единого технологического процесса, реализованного на станциях «Водопад».

На объектах ПАО «Газпром» проведены:

- анализ работы водоочистных (ВОС) и канализационных очистных сооружений (КОС);
- лабораторно-аналитические и технологические исследования электрокоагуляционной подготовки питьевой воды и эффективности использования электрокоагуляционного осадка, образующегося при подготовке питьевой воды, для очистки производственных сточных вод.

Внедрение станций электрокоагуляционной подготовки питьевой воды «Водопад» и утилизация электрокоагуляционных осадков на КОС на объектах ПАО «Газпром» позволит:

- обеспечить персонал качественной питьевой водой в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01;
- использовать электрокоагуляционный осадок, образующийся при подготовке питьевой воды, для очистки сточных вод на КОС;
- повысить эффективность работы КОС и качество очистки производственных сточных вод.

## **Снижение геоэкологических рисков при подземном захоронении промышленных сточных вод**

*Н.А. Ильин*  
(ООО «Газпром добыча Астрахань»)

Захоронение промышленных сточных вод в глубокозалегающие водоносные горизонты в настоящее время является надежным способом защиты окружающей среды от загрязнения.

На стадии проектирования полигонов захоронения промышленных сточных вод (ПЗП) в пласт проводятся детальные исследования возможности и условий захоронения жидких отходов в пределах выбранного участка. При этом в нормативной документации при проектировании и эксплуатации ПЗП не учитывается геодинамический фактор и возможные природные риски, связанные с геодинамической нестабильностью земных недр.

С целью уменьшения геоэкологических рисков при подземном захоронении промстоков необходимо учитывать роль геодинамики в изменении тектоно-напряженного (изменение прочностных характеристик) и напряженно-деформированного (активизация миграционных процессов в флюидодинамических системах) состояния горных пород.

Автором предлагается создание управляемого гидродинамического режима в рабочем пласте-коллекторе с целью разгрузки принимающего горизонта в центральной части ПЗП, что позволит предотвратить развитие локальных неоднородностей и снизить вероятность возникновения геоэкологических рисков при эксплуатации ПЗП.

## **Разработка эффективной технологии управления процессом обращения с лабораторными отходами**

*А.В. Охлобыстина, О.В. Красильникова  
(ООО «Газпром добыча Астрахань» – ГПУ)*

В научно-исследовательской химико-аналитической лаборатории Цеха научно-исследовательских и производственных работ Газопромышленного управления разработана новая эффективная технология управления процессом обращения с лабораторными отходами I класса опасности, образующимися при выполнении химических анализов проб газового конденсата и нефтепродуктов.

Предлагаемая технология управления процессом обращения с лабораторными отходами включает:

- систематизацию результатов исследований лабораторных отходов от анализа газоконденсата и нефтепродуктов;
- классификацию составляющих отходов на незагрязненные компоненты проб и лабораторные отходы;
- проведение операций по отдельному сбору незагрязненных компонентов проб и лабораторных отходов от анализа газоконденсата и нефтепродуктов;
- вторичное использование незагрязненных компонентов проб для проведения испытаний образцов клапанов-отсекателей на совместимость с сернистыми углеводородными жидкостями.

Предлагаемая технология позволит избежать сверхнормативного образования отходов I класса опасности, снизить негативное воздействие на окружающую среду и исключить риск сверхнормативных платежей.

## **Внедрение комплексной системы безопасности на производственных объектах Саратовского филиала ООО «Газпром энерго»**

*Д.А. Кокарев, В.В. Ноев, А.А. Захаров  
(ООО «Газпром энерго» – Саратовский филиал)*

Целью работы является внедрение комплексной системы безопасности (КСБ) на производственные объекты ООО «Газпром энерго» (ЗРУ 10 и 35 кВ). КСБ будет осуществлять сбор и передачу сведений (в диспетчерские службы филиалов) о состоянии работы оборудования на объектах. Данная КСБ состоит из нескольких подсистем: контроля доступа в производственное здание; адресной пожарной сигнализации; локального автоматического пожаротушения; автоматического бесконтактного температурного контроля оборудования; видеоконтроля; поста управления.

Применение системы позволит не только снизить ущерб от вредных факторов возгорания (предотвратить его возникновение), но и снизить риск возникновения несчастных случаев.

Новизна темы заключается в использовании отдельных существующих систем в едином комплексе.

Для сравнения затрат на внедрение КСБ и традиционной системы АСПС АСПТ были проведены расчеты, где установлено, что стоимость защиты 1 м<sup>2</sup> производственного помещения традиционной системой составляет 2539 руб., а КСБ – 1995 руб. Такая разница в цене обуславливается заменой традиционного дорогостоящего газового пожаротушения на более простое и более эффективное локальное пожаротушение. Все оборудование, используемое в данном проекте, отечественного производства.

## **Геолого-геоморфологические риски при освоении нефтегазовых месторождений Арктического шельфа РФ**

*В.В. Мизинова*  
(ООО «Газпром георесурс»)

Потенциально опасными геолого-геоморфологическими природными процессами на Арктическом шельфе являются: ледовая экзарация, таяние многолетнемерзлых пород с возникновением газовых «пузырей» в приповерхностных слоях осадочной толщи и внезапными массивными выбросами газа в толщу воды и атмосферу, сейсмическая активность, оползни и термоабразия берегов. Именно они представляют опасность практически для всех видов деятельности, включая освоение нефтегазовых месторождений шельфа.

Целью исследования является анализ ведущих рельефообразующих процессов с целью определения тенденций развития опасных природных геолого-геоморфологических процессов, представляющих угрозу при освоении нефтегазовых месторождений. При определении критериев выделения георисков выполнен учет технических особенностей освоения нефтегазовых месторождений. В частности, в процессе деградации подводных многолетнемерзлых пород, которая зафиксирована на восточном Арктическом шельфе РФ, возможно изменение физических свойств осадков, что может привести к непредсказуемым последствиям. Игнорирование подобных природных явлений приводит к катастрофам, сопровождаемым большим эколого-экономическим ущербом, в связи с чем минимизация рисков при освоении шельфа должна являться одним из приоритетов развития Арктики.

## Разработка и внедрение Системы энергетического менеджмента в газовой отрасли

*И.Л. Пастушенко*  
(ООО «Газпром трансгаз Казань»)

Система энергетического менеджмента позволяет решать огромное количество проблем:

- повышать эффективность управления энергетическими ресурсами;
- снижать затраты на ресурсы;
- оптимизировать документооборот;
- повышать эффективность использования ресурсов;
- снижать выбросы;
- улучшать контроль за счет постоянных проверок и аудита;
- повышать мотивацию сотрудников;
- оптимизировать потребление энергетических ресурсов;
- отслеживать актуальность требований законодательства, стандартов и внутренней документации предприятия;
- улучшать имиджа и репутацию организации в глазах потребителей.

При внедрении Системы энергетического менеджмента на предприятии предлагается создать Отдел энергоменеджмента. Назначается лицо, ответственное за контроль системы, постоянное ее улучшение, ведение документации и т.д., – заместитель генерального директора по энергоменеджменту. Отдел энергоменеджмента обязан постоянно анализировать и контролировать работу всех подразделений, управлять процедурами, документами и записями, развивать и улучшать Систему энергоменеджмента.

Большое преимущество системы – ее новизна, так как в России практически отсутствует опыт внедрения Системы энергетического менеджмента. Для организации это может послужить дополнительной рекламой опережающего развития и способствовать росту конкурентоспособности.

## **Комплексный показатель экспресс-оценки энергоэффективности транспортных систем различного назначения**

*М.В. Манежева*  
(ООО «НИИгазэкономика»)

Транспорт – важное звено материально-технической базы общества. Общая интегральная оценка технического уровня любой транспортной системы крайне сложна и определяется, как правило, экспертно. Надежность такой оценки напрямую зависит от выбора эталона сравнения, что заставляет искать критерии, которые давали бы объективный ответ, выраженный определенным числом в единицах измерения качества.

Предложено в качестве критерия экспресс-оценки энергоэффективности транспорта использовать комплексный показатель, характеризующий мощность, затрачиваемую на выполнение «транспортной работы» – «тран», который предложен в 1980 г. П. Кузнецовым и Р. Образцовой. Возможность измерять эффективность грузоперевозок в одних и тех же единицах (количество тран/час, которое при данном уровне техники можно получить на 1 кВт установленной мощности двигателя) предоставляет ресурс для проектирования транспортной системы страны как единого целого, поскольку результаты работы всех транспортных систем сопоставимы по их транспортной мощности. Кроме того, можно вполне надежно оценить основные показатели любого вида транспорта: абсолютную величину транспортных услуг; эффективность транспортной работы; техническое качество транспортного средства; технический уровень и др. Выполнены расчеты эффективности различных видов транспорта, работающего как на традиционном (бензин, дизельное топливо), так и на газомоторном топливе. Приведены сравнительные расчеты эффективности различных систем доставки газа потребителям в зависимости от дальности транспортировки.

**Разработка программного модуля для программного  
комплекса «Энергосфера», оптимизирующего процесс  
сбора данных с объектов учета энергоресурсов  
ООО «Газпром энерго»**

*Э.А. Галиуллин  
(ООО «Газпром энерго»)*

В автоматизированной системе коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) ПАО «Газпром» для сбора и обработки данных с приборов учета энергоресурсов используется программный комплекс (ПК) «Энергосфера» (ООО «Прософт-Системы»).

В процессе сбора данных в ПК могут появиться недостоверные данные, которые необходимо привести к истинному виду. У сотрудников Оренбургского филиала ООО «Газпром энерго» регулярно возникают ситуации, требующие актуализации данных, что занимает значительную часть рабочего времени, так как операции, как правило, выполняются в ручном режиме. Текущий функционал, предоставляемый ПК «Энергосфера», не может быстро и эффективно решить данную проблему. Поэтому было принято решение разработать модуль опроса данных для ПК с целью оптимизации деятельности администраторов.

Разработанный программный модуль имеет удобный интерфейс и инструменты для работы с определенными структурами базы данных и позволяет производить следующие операции:

- групповой перерасчет с мониторингом состояния перерасчета;
- формирование «списков точек учета» по номерам счетчиков с дальнейшим экспортом в автоматизированное рабочее место «Энергосфера»;
- групповой переопрос данных в каналах с определенной даты;
- настройка «приоритетов опроса данных» для каналов.

Таким образом, модуль позволяет упростить выполнение рутинных задач администраторов ПК «Энергосфера» и сэкономить время на их выполнение.

## **Внедрение когенерационной газопоршневой установки и разработка программного комплекса удаленного управления контролерами газового оборудования**

*А.А. Киреенко  
(АО «Газпром газораспределение Брянск»)*

В настоящее время в газовой промышленности наблюдается рост числа газорегуляторных пунктов, шкафов редуцирования газа, а также активно внедряются инновационные технологии и высокотехнологичное газовое оборудование. С учетом этого, а также в связи с невозможностью одновременного контроля работы подобных систем возникает необходимость автоматизации такого контроля.

Цель данной работы – разработка и реализация инновационного проекта энергоэффективности газораспределительной организации АО «Газпром газораспределение Брянск» за счет внедрения оборудования для комбинированного производства электрической энергии и тепла электрогенераторной установки Petra 120 (совместный специальный проект со словацким заводом Elteco) и разработки программного комплекса для управления ею и единой информационной автоматизированной системы управления технологическими процессами.

Разработка программного комплекса будет осуществляться на базе контролера Iteli SYS BaseBOX RSX 2323 – ComAP DSX 400.

Предлагаемый программный комплекс будет представлять собой набор взаимосвязанных модулей для сбора статистических данных о работе газового оборудования, обработки этих данных и принятия управляющих решений по результатам обработки. Функционал комплекса будет предусматривать возможность удаленного запуска и остановки агрегатов; своевременного предупреждения о сбоях в работе и необходимости проведения технического обслуживания оборудования; звукового оповещения о серьезных ошибках; видеть всю карту имеющихся в системе объектов, телеметрические и телемеханические данные.

Внедрение самой же когенерации в принципиально новом виде, а именно параллельной работы с электрической сетью позволило значительно уменьшить затраты на электрическую и тепловую энергии и продвинуть данное направление на рынок, тем самым открыв перспективу для сопутствующих видов деятельности: строительства, монтажа и обслуживания данных установок. Разработка программного комплекса позволяет не только удаленно обслуживать установки, но и объединить все объекты газораспределения в единую систему. Помимо этого дает возможность объединить в систему компании топливно-энергетический комплекс жилищно-коммунального хозяйства, создав единое прозрачное информационное пространство для упрощения взаимодействия между компаниями.

## **Методика расчета системы утилизации теплоты удаляемого воздуха при помощи теплового насоса**

*И.Д. Киборт*

*(Ухтинский государственный технический университет»)*

Современные системы вентиляции промышленных объектов являются высокоинтенсивными источниками потребления тепловой и электроэнергии. Мероприятия повышения энергоэффективности вентиляционных систем, как правило, рассматриваются как обязательный этап проектирования. При этом сфера рекуперации низкопотенциальной тепловой энергии удаляемого воздуха характеризуется как наукоемкая и прогрессирующая.

В данной работе рассмотрены вопросы внедрения воздушного теплового насоса в систему рекуперации теплоты удаляемого воздуха, а также представлена графоаналитическая методика расчета данной системы.

Основные выводы:

- система утилизации тепловой энергии удаляемого воздуха может рентабельно эксплуатироваться в северных широтах;
- в число основных преимуществ системы входит высокий процент утилизированной энергии, возможность утилизации тепловой энергии в переходные периоды года, а также возможность применения теплового насоса в качестве ступени кондиционирования в теплый период года;
- предлагаемая методика расчета позволяет проводить оперативный расчет сложной системы утилизации;
- графоаналитический метод позволяет анализировать динамику изменения расчетных параметров относительно изменения исходных данных.

## Повышение энергоэффективности процессов механизированной добычи

*А.Ф. Сатаева*  
(ООО «Газпром центрремонт»)

Выбор оптимального способа эксплуатации скважины является одной из основных задач механизированной добычи. Прибавленный к этому значительный рост тарифов на электроэнергию за последние годы, обусловивший повышенное внимание к энергоэффективности добычи во всех крупных нефтегазодобывающих компаниях, вызвали необходимость проведения в процессе исследовательской работы сравнительного анализа энергопотребления установок электроцентробежного насоса (УЭЦН), скважинного штангового насоса (УСШН) и винтового насоса (УВН).

Однако в настоящее время более 80 % нефти в РФ добывается установками погружных электроцентробежных насосов. В связи с этим особое внимание в работе уделено энергосберегающему дизайну установок электроцентробежных насосов. Согласно распределению основных потерь электроэнергии полезная мощность УЭЦН составляет всего около 20–30 %, а главными узлами потерь являются электроцентробежный насос (40–60 %), погружной электродвигатель (10–20 %), газосепаратор (5–10 %) и силовой кабель (3–8 %).

В работе рассмотрены следующие пути повышения энергоэффективности УЭЦН:

- применение газлифтного эффекта;
- переход от использования асинхронных двигателей к вентильным двигателям,
- оптимизация сечения силового кабеля,
- проведение соответствующих расчетов экономической эффективности,
- анализ результатов промысловых исследований.

## **Применение твердотельных реле на газовых промыслах как мера повышения надежности системы электроснабжения**

*Д.А. Баранов, Д.С. Семёнов*  
(ООО «Газпром добыча Ямбург» – филиал  
«Нефтегазодобывающее управление»)

В настоящее время в промышленности широко применяется силовое электрооборудование, в основе которого лежат полупроводники. В недавнем прошлом полупроводники полностью вытеснили ламповую элементную базу в радио- и компьютерной технике, т.е. в низковольтной аппаратуре. С развитием науки полупроводники пришли и в силовую электронику. В частности, это касается твердотельных реле.

Твердотельные реле имеют ряд уникальных достоинств: длительный срок службы, отсутствие дугового разряда при размыкании, прочность конструкции, отсутствие необходимости в текущем и капитальном ремонтах, а также ряд других преимуществ. Важно, что сегодня в России имеется выпуск собственных твердотельных реле.

В данной работе было проведено сравнение технических характеристик твердотельного реле и магнитного пускателя для коммутации электрических нагревателей, установленных в блок-боксах кустов газовых скважин. Следует отметить, что схожими для них являются только параметры тока и напряжения. Проведенный экономический расчет показал выгоду в применении твердотельного реле. Подобный экономический расчет можно провести и для других сфер применения твердотельных реле.

Исходя из результатов проведенной работы было сделано предположение о том, что твердотельные реле в силу своих замечательных достоинств и экономической эффективности будут постепенно вытеснять электромеханические коммутационные аппараты.

## **Модернизация электропривода насосов циркуляции НЦ-1, НЦ-2 на станции перекачки парового конденсата второй очереди Гелиевого завода**

*А.А. Горбань*

*(ООО «Газпром добыча Оренбург» – Гелиевый завод)*

Станция перекачки парового конденсата предназначена для сбора парового конденсата от технологических установок 2-й очереди гелиевого завода, его охлаждения и перекачки на Каргалинскую теплоэлектроцентраль ОАО «Оренбургская теплогенерирующая компания». Приток воды для охлаждения парового конденсата осуществляется из тепловой сети второй очереди гелиевого завода за счет нагнетания давления центробежными насосами НЦ-1, НЦ-2.

До недавнего времени регулирование гидравлического режима тепловой сети Гелиевого завода осуществлялось с помощью напорных задвижек насосов НЦ-1, НЦ-2. Качество такого регулирования нельзя назвать удовлетворительным в первую очередь из-за его дискретности, обуславливающей отсутствие точности регулирования и приводящей к значительным потерям энергии. Кроме того, пусковые токи электродвигателей насосов достигают 5–7-кратных значений относительно номинальных токов, что негативно сказывается на ресурсе электрооборудования.

Для решения описанной проблемы автором предложен современный подход к регулированию гидравлического режима, заключающийся в применении преобразователей частоты.

При применении преобразователя частоты при малых расходах сетевой воды ротор насоса вращается на сниженной скорости относительно номинальной, необходимой только для поддержания заданного давления. Таким образом, обеспечивается снижение расхода электроэнергии на тонну перекачиваемой жидкости и увеличение ресурса технологического и электрооборудования.

## **Повышение энергоэффективности процесса синтеза диметилового эфира из низконапорного и попутного газа на промыслах**

*А.Н. Ершова*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Комплексная химическая переработка природного газа позволяет получать соединения, находящиеся в жидком состоянии при нормальных условиях (или легко сжижаемых при комнатной температуре), в том числе метанол и диметиловый эфир (ДМЭ). Процесс комплексной переработки газа является энергетически и экономически высокзатратным, и это является одной из основных причин умеренного использования данных соединений в промышленности и в быту.

ДМЭ в отличие от метанола нетоксичен и с учетом разрабатываемых технологий, снижающих энергозатраты и стоимость его получения, может быть рассмотрен в качестве конкурентоспособного альтернативного экологически чистого моторного топлива и многофункционального целевого продукта. На современном этапе наибольший интерес представляют технологии, основанные на одностадийном синтезе ДМЭ из природного газа, в том числе из низконапорного газа и газа «бедных» месторождений, с возможностью использования схем рекуперации тепла и рециркуляции потоков в процессе синтеза.

Совмещение производства ДМЭ и процесса осушения природного газа или получения СПГ принципиально возможно и существенно повышает энергетическую эффективность процесса. Кроме того, использование модульных установок по переработке природного газа на местах добычи позволит повысить автономность и сделать рентабельным производство ДМЭ непосредственно на месторождениях в отдаленных от ГТС ЕСГ России районах и на небольших месторождениях, к которым нецелесообразно подводить газопровод, а также на морских судах и платформах, занимающихся добычей, переработкой и доставкой нефти и газа.

## Безопасная и рациональная добыча нефти и газа на Арктическом шельфе

*Р.М. Ибрагимов*

*(Казанский национальный исследовательский  
технологический университет)*

Арктические регионы характеризуются сложными естественно-климатическими условиями, вследствие чего геологическое строение акваторий Северного Ледовитого океана менее исследовано.

Ориентация все предыдущие годы российской нефтегазовой сферы на вовлечение иностранных компаний привела к огромной зависимости от конъюнктуры мирового нефтегазового рынка.

Увеличение объемов проведения геолого-разведочных работ наравне с поддержкой российских производителей геофизического, бурового и иного сопутствующего оборудования даст возможность наполнить резервами и поднять на новый сверхтехнологичный уровень развития нефтегазовую сферу.

С целью увеличения производительности и обеспечения экологической безопасности при исследовании морских месторождений иностранные компании используют сейсмическое наблюдение (сейсморазведку 4D). Помимо роста эффективности добычи нефти и газа и предотвращения техногенных аварий данные системы дадут возможность осуществлять контроль перемещения подводных средств и персонала потенциальных конкурентов, что повысит обороноспособность государства.

Для повышения эффективности борьбы с вероятными разливами нефти необходимо развитие и увеличение аварийно-спасательного флота ФБУ «Госморспасслужба Российской Федерации».

Через несколько десятков лет понадобится обеспечить устранение возведенной инфраструктуры: подводных скважин, трубопроводов и другого оснащения, что является актуальной проблемой и трудновыполнимой задачей.

## Методика оценки эффективности программ страхования экологических рисков

С.А. Ямников  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Высокорисковый характер газовой отрасли создает экономические отношения по предупреждению, преодолению, локализации и минимизации негативного воздействия на состояние окружающей среды, а также по возмещению причиненного ущерба. Это указывает на необходимость увязать капиталоемкие экологические требования с экономическими законами, побуждающими вкладывать только в то, что дает прибыль. Отсюда следует задача использования экономических механизмов управления экологическими рисками. Одним из таких механизмов является экологическое страхование.

Актуальность оценки эффективности программ экологического страхования обуславливается спецификой добровольных видов страхования – конфликтом интересов между страхователем и страховщиком. Страховщики заинтересованы в получении максимальной прибыли за счет страхования наименее убыточных рисков и минимизации страховых возмещений. Страхователь же заинтересован в минимизации расходов на страхование, гарантированном получении страхового возмещения, обеспечении оптимального страхового покрытия.

В таком случае для оценки эффективности программ страхования экологических рисков можно последовательно использовать два подхода:

- 1) задание набора ключевых показателей, значения которых по тем или иным причинам не должны выходить за допустимые пределы;
- 2) определение эффективности по типу анализа «затраты–выгоды», где под выгодой понимается уменьшение или компенсация возможных последствий реализации риска, а под затратами – уплаченная страховая премия.

## СЕКЦИЯ № 5

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

### Энергетическая интеграция как эффективный механизм экономического сотрудничества в нефтегазовой отрасли

*Н.И. Иллерицкий*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Мировой экономический кризис, высокая волатильность цен на энергоносители, рост международной напряженности и другие негативные факторы оказывают давление на развитие нефтегазовой отрасли как России, так и многих других стран. Ключевым вызовом современности – развитие отечественных технологий нефтегазодобычи, обеспечение самодостаточности, независимости и конкурентоспособности российского нефтегазового комплекса (импортозамещение). В данных условиях особенно актуальным становится поиск принципиально новых путей развития и механизмов сотрудничества. В контексте развития интеграционных процессов на пространстве Евразии (ЕАЭС) перспективным и эффективным механизмом сотрудничества в нефтегазовой отрасли представляется энергетическая интеграция.

Энергетическая интеграция является одной из форм международной институциональной экономической интеграции. Модель интеграции по данному типу предполагает акцент на лидирующих и ключевых отраслях экономики и впервые была успешно применена в Европе в 1950-х гг. (создание ЕОУС). Для стран ЕАЭС в целом и для России в частности крайне важную роль в экономике играет нефтегазовая отрасль. Основным вызовом состоит в том, чтобы нефтегазовая отрасль не блокировала, а стимулировала развитие других областей экономики, в первую очередь науки, высокотехнологичной промышленности и финансового сектора.

Именно эту задачу призвана решить энергетическая интеграция. Ключевыми ее целями являются формирование общих рынков энергии и энергоносителей и Единого энергетического пространства (ЕЭП), т.е. свободного перемещения энергоносителей, технологий, капитала и кадров внутри интеграционного объединения. Реализация данной концепции позволит получить синергетический эффект на базе использования и развития общей транспортно-энергетической инфраструктуры и реализации межгосударственных инвестиционных проектов, стимулирует переход России и других государств – участников ЕАЭС от ресурсно-сырьевой к ресурсно-инновационной модели развития.

## **Реализация стратегии снижения зависимости от импортной продукции в ООО «Газпром геологоразведка»**

*А.А. Попов, А.Г. Логвин  
(ООО «Газпром геологоразведка»)*

При низком уровне развития отечественных технологий в области проектирования и строительства, незначительном уровне локализации производства и инвестиционной активности зависимость от импортной продукции в нефтегазовой отрасли достигла критических значений. В сложившихся условиях для компаний отрасли возникает необходимость разработки стратегии, направленной на снижение зависимости от импортной продукции при сохранении текущего уровня технологических мощностей.

На начальном этапе реализации стратегии в ООО «Газпром геологоразведка» был проведен анализ используемой импортной продукции во всех технологических процессах при выполнении геологоразведочных работ (ГРР), а также анализ наличия отечественных аналогов. Далее с привлечением группы независимых экспертов была разработана система интегральных показателей для оценки применения технологий и проведена паспортизация, по результатам которой определен сводный индекс важности по каждой из применяемых технологий. На основе проведенного анализа определены критические точки в импортозамещении в области проведения ГРР и приоритетные направления технологического развития в зависимости от критичности для функционирования технологического процесса и от величины возможных сроков снижения зависимости от импортной продукции.

Выявленные приоритетные направления легли в основу построения дорожной карты, содержащей комплекс сведений, необходимых для определения технологических приоритетов компании: факторы, влияющие на развитие перспективных технологий и их характеристики, область применения, эффект и необходимые мероприятия для их реализации.

## **Критичность импортных технологий, оборудования и материалов: поточный подход**

*А.М. Цикин*  
(ООО «НИИгазэкономика»)

Устойчивое развитие газового комплекса России в современных экономических реалиях невозможно представить без формирования импортнезависимости в области используемых технологий, оборудования и материалов. Важным элементом оценки зависимости отечественного газового комплекса от импортных технологий, оборудования и материалов (далее – объектов) является определение критичности импортных объектов для технологического процесса.

Классический подход к оценке критичности импортных объектов заключается в их декомпозиции до отдельных структурных элементов и покомпонентном определении возможности замены импортных элементов отечественными аналогами. Более перспективным представляется поточный подход, который предполагает ранжирование импортных объектов по критичности с учетом поточных схем предприятий добычи, транспорта и переработки углеводородного сырья.

Для оценки критичности импортных объектов следует учитывать перспективные объемы добычи газа и газового конденсата на месторождениях, мощности и загрузку газоперерабатывающих и транспортных сетей. При наличии резерва пропускной способности по отдельным линиям возможно перенаправить потоки продукции на недозагруженные линии. Далее целесообразно оценить наличие дублирования технологических линий и резервирования импортных оборудования и материалов. Наличие недозагрузки, дублирования и резервирования снижают критичность импортных объектов.

В результате работы выделены группы критичности импортных объектов по поточному подходу и критерии отнесения объектов к группам.

## **Концепция оценки системной экономической эффективности инвестиционных проектов подземного хранения газа**

*М.В. Смоленкова, О.С. Кириченко  
(ООО «НИИгазэкономика»)*

Предлагается новое понятие – «системная экономическая эффективность» – категория, отражающая соответствие проекта экономическим целям и интересам инвестора с учетом состояния и перспектив развития ЕСГ (или иных (газовых) систем), выраженная соответствующими показателями экономической эффективности.

Для расчетов системной эффективности необходимо рассматривать подходы к расчету эффективности проектов разных видов деятельности с учетом комплексности и взаимосвязанности проектов, оценкой их влияния на функционирование ЕСГ в целом.

При внедрении концепции будет изменен подход к расчету эффективности проектов подземного хранения газа. Вместо традиционного способа расчета показателей эффективности проекта с использованием инвестиционной надбавки к тарифу предлагается новый вариант: сравнение затрат на единицу объема газа для двух альтернативных проектов с учетом достижения полного покрытия колебаний пикового потребления газа для всех категорий потребителей.

Первый вариант – расширение мощностей существующего пикового хранилища газа. Второй вариант – поставка газа от условного места добычи до рассматриваемого региона пикового потребления газа с учетом необходимых объемов развития объектов добычи и транспорта газа.

Для каждого альтернативного варианта предлагается рассчитать сумму дисконтированных затрат (капитальных и эксплуатационных) на единицу объема газа и провести сопоставительный анализ рассчитанных вариантов по критерию минимума дисконтированных затрат.

## **Концепция необходимости оценки взаимосвязанности проектов при инвестиционном планировании**

*О.И. Насиковская, О.С. Кириченко  
(ООО «НИИгазэкономика»)*

В рамках традиционного подхода оценки экономической эффективности часто остается неохваченным вопрос, связанный с учетом в расчетах экономической эффективности взаимного влияния реализуемых проектов.

При рассмотрении проектов, направленных на развитие или поддержание процессов функционирования Единой системы газоснабжения, становится очевидным, что проекты в этом сложном процессе должны рассматриваться на взаимосвязь друг с другом или альтернативность друг другу с целью синхронизации процесса принятия решения о целесообразности инвестирования для первых и выбора наиболее эффективного и уже его реализации для компании – для вторых.

Для целей учета взаимного влияния проектов предлагается выделять типовые проекты по степени взаимосвязи: например, комплексные (взаимосвязанные) проекты оцениваются одновременно, при этом принятие одного проекта невозможно без принятия другого.

При расчете системной эффективности комплекса проектов по выводу жидких углеводородов из Надым-Пур-Тазовского региона было выявлено, что показатели эффективности изменились: внутренняя норма доходности снизилась на 56 %, а индекс доходности – на 50 %.

Таким образом, оценка системной экономической эффективности может связать и сбалансировать между собой разные типы зависимых и взаимозависимых проектов.

## Перспективы использования метана угольных пластов

*Е.С. Кузина*  
(АО «Газпром промгаз»)

Освоение нетрадиционных ресурсов углеводородов в части добычи метана угольных пластов (МУП) в настоящее время переходит из разряда инновационной программы ПАО «Газпром» в государственный ранг. Утвержденная распоряжением Правительства РФ Государственная программа «Воспроизводство и использование природных ресурсов» и подпрограмма «Воспроизводство минерально-сырьевой базы, геологическое изучение недр» ставят задачи подготовки ресурсов и запасов МУП и его добычи.

Использование метана угольных пластов как дополнительного а для энергодефицитных регионов Сибири и Дальнего Востока – главного источника газообеспечения (энергии) сталкивается с проблемой совершенствования технологий его добычи и повышения дебита скважин. Анализ существующих показателей добычи показывает, что в целом дебиты скважин невелики, поэтому наиболее рентабельным является вариант реализации добытого метана из угольных пластов по договорным ценам.

Анализ в существующих экономических условиях показывает, что наиболее перспективным вариантом реализации проектов добычи МУП является создание производства по сжижению газа СПГ в районах добычи МУП. Реализация экономически более эффективна, чем поставки газа в магистральный газопровод.

В современных условиях для освоения метана угольных пластов первоочередным приоритетом является создание соответствующей нормативно-методической базы; проведение переоценки ресурсов и подсчета запасов газов угленосных толщ на территории Российской Федерации.

## **Повышение эффективности производственной деятельности структурного подразделения предприятия при использовании моделей имитационного моделирования**

*А.В. Журавлев*  
(ООО «Газпром добыча Ямбург»)

Успешное функционирование предприятия в изменяющихся условиях внешней и внутренней среды требует значительных усилий по адаптации своих производственных процессов. Все параметры функционирования подразделения находятся в тесной взаимосвязи: количество оборудования, частота технического обслуживания и замены, количество обслуживающего персонала, стоимость доставки и хранения материалов, объем склада и т.д. Проблема нахождения оптимального и равновесного значения этих параметров – одна из главных задач руководителя. К тому же зачастую решение приходится принимать при дефиците ресурсов (времени, денег, информации).

Аналитические модели для решения таких задач становятся очень громоздкими и сложными. Технологии имитационного моделирования в таких условиях могут стать альтернативой классическим экономико-математическим моделям и способны оказать при решении этих проблем неоценимую помощь.

Предложенные методики и имитационные модели динамики функционирования подразделения предприятия обеспечивают проведение многовариантного анализа управленческих решений и прогнозирование финансово-экономического состояния промышленных предприятий.

Также имитационное моделирование позволяет определить параметры системы, которые напрямую влияют на эффективность производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

## **Система управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия по показателям**

*Р.Р. Рамазанов*

*(ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»)*

Основной целью ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» является обеспечение бесперебойной транспортировки природного газа по газопроводам и поставки его потребителям при минимальных эксплуатационных затратах и максимальном уровне технологической устойчивости, надежности, безопасности для персонала и окружающей среды с безусловным соблюдением планово-контрольных показателей ПАО «Газпром».

Достижение стабильных положительных результатов в области обеспечения надежной и безопасной эксплуатации линейной части магистральных газопроводов, оборудования КС, ГРС, АГНКС и вспомогательных объектов, при минимальных затратах, возможно только в случае целенаправленного и качественного управления производственно-хозяйственной деятельностью.

Однако получение конкретных измеримых результатов в решении стоящих перед Обществом задач и, как следствие, достижение цели возможно только в случае четкой формулировки условий и ожидаемых результатов.

Для этого прежде всего требуется объединение в единую структурированную взаимосвязанную и формализованную систему целевых показателей основных бизнес-процессов, на основе которых бизнес-процессы можно контролировать и соответствующим образом ими управлять.

Основные целевые показатели можно разделить на три ключевых группы:

- показатели надежности оборудования и технологических процессов;
- показатели промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда;
- показатели энергетической, производственной и экономической эффективности.

Для формализации и оцифровки показателей по любому из указанных направлений прежде всего должна быть выстроена модель (система), описывающая логические взаимосвязи отдельных этапов процесса управления производственно-хозяйственной деятельностью.

Постоянный контроль выполнения и анализ ключевых планово-контрольных показателей, осуществляемый отделами и филиалами Общества, обеспечит качественное прогнозирование изменения показателей и, как следствие, разработку корректирующих мероприятий для эффективного использования материальных и финансовых затрат на поддержание функционирования газотранспортной системы на заданном уровне.

В докладе представлена модель системы управления предприятием по показателям.

## **Моделирование оптимальной стратегии России на мировом газовом рынке**

*А.А. Горячев*  
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Обозначена проблематика поиска, анализа и выбора оптимальной стратегии России по экспорту природного газа в страны ближнего и дальнего зарубежья в условиях глобализации и взаимосвязи мировых и региональных (в том числе европейского и азиатского) газовых рынков. Подчеркнута актуальность и важность данной темы.

Рассмотрены существующие научные подходы, а также практические методы и способы решения поставленной задачи, включая ведущие современные зарубежные оптимизационные модели мирового рынка газа: Nexant World Gas Model, University of Maryland World Gas Model, Rice World Gas Trade Model и Deloitte MarketPoint World Gas Model. Выявлены и проанализированы их преимущества, недостатки и ключевые особенности при моделировании тех или иных отраслевых аспектов. Обоснована необходимость разработки собственного отечественного модельного инструментария, подчеркнута актуальность такой задачи в условиях импортозамещения.

Приведено краткое описание основных принципов и наиболее важных особенностей устройства разработанных методики и модели. Подчеркнуто значение учета мирового опыта в вопросах моделирования поведения игроков, уровней отбора по газовым контрактам, а также инвестиций в объекты газовой инфраструктуры и добычные проекты.

В заключение отмечена значимость разработанного инструментария и самой проблематики прогнозирования и моделирования мирового рынка газа для российских крупных нефтегазовых компаний. Обозначена перспективность и целесообразность дальнейших исследований в данном направлении.

## **Формирование оптимального портфеля объектов интеллектуальной собственности нефтегазовых компаний**

*М.В. Иванова*  
(АО «Газпром промгаз»)

В работе предложен новый методический подход для системной экономической оценки объектов интеллектуальной собственности (ОИС), основанный на экспертных значениях положительных эффектов в ключевых предметных областях и величинах затрат на создание и/или внедрение объектов, что позволяет выявить и отобрать наиболее ценные ОИС из перечня имеющихся разработок компании. Предлагаемая методика достаточно формализована для возможной трансформации в расчетный программный модуль в информационной системе поддержки принятия решения.

В качестве дополнительного расширения методики разработана модель количественной оценки рисков реализации проектов по внедрению ОИС в рыночных условиях, позволяющая оценить доходность ОИС, связывая в расчетах риск внедрения с величиной предполагаемого экономического эффекта и средней доходностью всех имеющихся в компании ОИС.

Обсуждается инструментарий стратегического планирования направлений развития компании, в основе которого лежит корпоративный портфель ОИС, формируемый посредством расчета стратегических ценностей ОИС, ранжирования ОИС и выбора наиболее приоритетных объектов для внедрения. Дополнительно представлена схема процесса отбора результатов интеллектуальной деятельности для включения в состав портфеля ОИС.

## **Патентные исследования – основа создания конкурентных преимуществ нефтегазовых компаний**

*Р.Е. Шепелев*  
(ООО «НИИгазэкономика»)

В сложном процессе активизации и реализации импортозамещающих проектов особая роль принадлежит патентным исследованиям. Патентные исследования позволяют собирать научно-техническую информацию, касающуюся новых технологий, анализировать тенденции исследовательских разработок.

Конкурентные преимущества, связанные с инновациями, имеют стратегический характер из-за возрастающего влияния факторов внешней среды: роста конкуренции на сырьевых рынках, кризисных явлений в мировой экономике, увеличения налоговой нагрузки, ужесточения исполнения лицензионных требований. При определении перспективных направлений инновационного развития компании использование патентной информации позволяет выявить сведения, обеспечивающие создание и формирование устойчивых конкурентных преимуществ.

Наиболее полезным инструментом для анализа патентного портфеля и выявления исследовательских направлений является построение патентных ландшафтов, обеспечивающих наглядное представление патентной информации.

По результатам анализа патентной активности крупнейших отечественных и зарубежных нефтегазовых компаний («Газпром», «Роснефть», Shell, ExxonMobil, Petrobras, PetroChina) определены приоритетные направления их научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и маркетинговые приоритеты продвижения технологий и оборудования на конкретные рынки.



VI Международная молодежная научно-практическая конференция

**Новые технологии в газовой отрасли: опыт и преемственность.  
Перспективы и проблемы импортозамещения**

Корректор	М.В. Булова
Обложка	И.Ю. Белов
Верстка	Н.А. Владимиров

Подписано к печати 13.11.2015 г.  
Тираж 130 экз. Ф-т 60×84/16  
Объем: 5,35 усл. печ. л.