



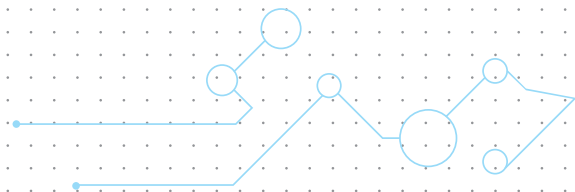
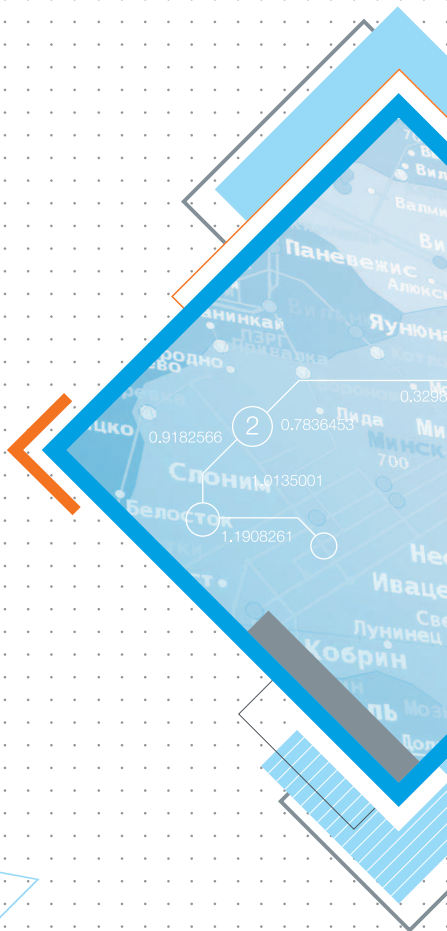
100
100100
0100110
01010

2021
ГОД НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ



VII Международная
научно-техническая
конференция

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ



14–15 октября 2021

г. Москва, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»





VII Международная
научно-техническая конференция

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ
УПРАВЛЕНИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ
И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ**

14–15 октября 2021



Начальник Департамента
ПАО «Газпром»
С.Н. ПАНКРАТОВ



Уважаемые коллеги!

От имени руководства Публичного акционерного общества «Газпром» и от себя лично приветствую участников VII Международной научно-технической конференции DISCOM-2021!

Конференции DISCOM проводятся с 2002 г., и их проведение стало уже традиционным. Я рад видеть среди участников конференции как наших знакомых коллег, так и новых участников. Это, пожалуй, единственная в Европе газовая конференция, объединяющая специалистов по эксплуатации и развитию автоматизированных систем диспетчерского управления. В этом году проведение конференции совпадает с Годом науки и технологий в России, а также 60-летием диспетчерского управления Единой системой газоснабжения.

Весь процесс добычи, переработки, хранения, транспортировки и распределения природного газа потребителям постоянно контролируется диспетчерскими службами. Поэтому своевременная и точная передача данных о параметрах технологических процессов, их обработка и передача в современные автоматизированные системы диспетчерского управления являются одними из основных составляющих диспетчерского контроля. При этом в диспетчерском управлении все более широко применяются системы, обеспечивающие компьютерную поддержку принимаемых решений.

Информационные системы поддержки принятия решений – это современный мощный инструмент, позволяющий решать широкий спектр задач диспетчерского управления, среди которых моделирование технологических процессов,



VII Международная научно-техническая конференция

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ
ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ**

14–15 октября 2021

прогнозирование объемов потребления газа, оптимизация распределения потоков газа и др.

Широкое внедрение и развитие информационных систем поддержки принятия диспетчерских решений требуют тесного взаимодействия между разработчиками и пользователями программного обеспечения. Здесь важно понимать специфику поставленных задач, обеспечить плодотворное сотрудничество всех участников процесса для их качественного решения. В этом мы видим одну из основных целей этой конференции. Хочу поблагодарить наш головной научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ООО «Газпром ВНИИГАЗ», кузницу наших кадров – Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, наших зарубежных и российских участников за организацию и внимание к этой конференции и пожелать всем нам дальнейшей плодотворной работы.



VII Международная
научно-техническая конференция

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ
УПРАВЛЕНИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ
И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ**

14–15 октября 2021





Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
М.Ю. Недзвецкий

Уважаемые коллеги!

Рад приветствовать вас на VII Международной научно-технической конференции «Компьютерные технологии поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газотранспортными и газодобывающими системами», организованной ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

ПАО «Газпром» располагает крупнейшей в мире газотранспортной системой, которая является уникальным технологическим комплексом, включающим в себя объекты добычи, транспортировки, хранения, переработки и распределения газа. Надежная и эффективная работа этой системы во многом зависит от процесса управления режимами ее работы.

Диспетчерское управление газотранспортными и газодобывающими системами существует в том или ином виде столько же лет, сколько и сами эти системы. Но если на начальных этапах развития управление ими не представляло особой сложности, то на современном этапе развития Единой системы газоснабжения, включающей в себя более 175 тыс. км разветвленных магистральных газопроводов, соединенных технологическими перемычками, 254 компрессорные станции с более чем 3700 газоперекачивающими агрегатами, эффективное диспетчерское управление стало одной из сложнейших научно-технических задач, решение которой невозможно без применения современных программно-вычислительных комплексов и информационных систем поддержки принятия управленческих решений.



VII Международная научно-техническая конференция

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ
ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ**

14–15 октября 2021

Современные информационные системы позволяют не просто управлять режимами работы газотранспортных и газодобывающих систем, а управлять эффективно, оптимизировать газотранспортные потоки и загрузку компрессорных станций. Вопросы применения данных систем, а также передовых достижений науки в области цифровых технологий являются крайне актуальными для отрасли, а проведение научной конференции по данной тематике, обмен мнениями и всестороннее обсуждение инноваций, безусловно, будет способствовать достижению глобальных целей и задач газовой промышленности.

Нельзя не отметить, что наша конференция проводится в год шестидесятилетия Центрального производственно-диспетчерского департамента, занимающего особое место в ПАО «Газпром». Именно диспетчерский Департамент увязывает воедино все газотранспортные и газодобывающие предприятия ПАО «Газпром», позволяя оперативно принимать решения и обеспечивать надежные поставки газа потребителям в условиях неравномерности газопотребления и при неуклонно увеличивающемся его объеме как в России, так и за рубежом.

Хотелось бы пожелать всем работникам диспетчерской службы ПАО «Газпром» новых производственных успехов, здоровья, благополучия и всего самого доброго, а участникам конференции – плодотворной работы, новых открытий и успехов в решении научных и производственных задач.



VII Международная
научно-техническая конференция

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ
УПРАВЛЕНИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ
И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ**

14–15 октября 2021



Ректор Российского государственного
университета нефти и газа (национального
исследовательского университета)
имени И.М. Губкина
В.Г. Мартынов



**Дорогие друзья, уважаемые коллеги, организаторы и участники
VII Международной научно-технической конференции
«Компьютерные технологии поддержки принятия решений в диспетчерском
управлении газотранспортными и газодобывающими системами»!**

Почти два десятилетия прошли с тех пор, как в Губкинском университете состоялась первая конференция. И сегодня можно с удовлетворением отметить, что она стала авторитетной международной площадкой для конструктивного диалога, установления продуктивных контактов, демонстрации новейших разработок и обмена передовым опытом в области диспетчерского управления – основы управления производственно-технологическим комплексом добычи и транспорта газа.

Компьютерные технологии поддержки принятия решений позволяют не просто управлять не имеющей аналогов в мире Единой системой газоснабжения, а управлять ей эффективно, обеспечивая бесперебойную и надежную поставку газа потребителям России, стран дальнего и ближнего зарубежья.

И сколько бы ни велось разговоров о конце нефтегазовой эры, на современном технологическом этапе развития энергетика в определяющей степени зависит от добычи и потребления органического топлива. В настоящее время не существует других источников энергии, которые могли бы конкурировать с органическим топливом по доступности, степени распространения и эффективности.



VII Международная научно-техническая конференция

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ
ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ**

14–15 октября 2021

Природный газ является наиболее перспективным видом органического топлива с учетом незначительных эколого-климатических последствий его использования для производства энергии, а также уже существующей в мире гигантской энергетической инфраструктуры, ориентированной на его потребление. Развитая и отлаженная система транспортировки, современное топливно-энергетическое оборудование позволяют сравнительно дешево доставлять этот источник энергии практически в любую точку на нашей планете и получать необходимую энергию. Все это позволяет сделать вывод о том, что в XXI веке продолжится доминирование природного газа в мировом энергетическом балансе.

В связи с этим устойчивое развитие энергетики для удовлетворения растущих потребностей человечества в энергии невозможно представить без дальнейшего и опережающего развития добычи и использования для энергетических нужд природного газа. А значит, будут появляться все новые и новые задачи в диспетчерском управлении, информационной поддержке принимаемых решений, что свидетельствует о важности и актуальности тех проблем, которые предстоит обсудить на конференции.

Искренне желаю всем участникам конференции плодотворной работы, установления новых контактов для будущих совместных проектов и эффективного сотрудничества, интересных научных выводов и выработки перспективных практических рекомендаций. Крепкого вам здоровья и всего самого наилучшего!



1100
100100
0100110
0010



2021
ГОД НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ



VII Международная
научно-техническая
конференция

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ

14–15 октября 2021
г. Москва, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»



ПРОГРАММА



ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

VII Международной научно-технической конференции «Компьютерные технологии поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газотранспортными и газодобывающими системами»

п. Развилка

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Председатель:

В.А. Маркелов	Заместитель Председателя Правления ПАО «Газпром»
---------------	--

Заместители председателя:

С.Н. Панкратов	Начальник Департамента ПАО «Газпром»
----------------	--------------------------------------

М.Ю. Недзвецкий	Генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
-----------------	---

В.Г. Мартынов	Ректор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
---------------	--

Члены оргкомитета:

А.Ю. Киреев	Заместитель начальника Департамента – начальник Управления ПАО «Газпром»
-------------	---

Р.Р. Кантюков	Заместитель Генерального директора по науке ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
---------------	--

А.С. Лопатин	Заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
--------------	--

Д.М. Ляпичев	Начальник КНТЦ газотранспортных систем и технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
--------------	--

В.В. Рубель	Заместитель начальника отдела ПАО «Газпром»
-------------	---

В.А. Швечков	Доцент РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
--------------	--

К.А. Демьянов	Начальник отдела организации конференций и выставок ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
---------------	--

М.А. Плотникова	Заместитель начальника отдела организации конференций и выставок ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
-----------------	---

РЕГЛАМЕНТ

VII Международной научно-технической конференции «Компьютерные технологии поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газотранспортными и газодобывающими системами»

п. Развилка

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

ОНЛАЙН-ФОРМАТ

Выступление с докладом – 20 минут

14 октября 2021 г., четверг

9.00–10.00	Проверка связи, настройка удаленного доступа, тестовое подключение	Рабочие места докладчиков, участников
10.00–11.30	Пленарное заседание	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»
11.30–12.00	Перерыв в трансляции	
12.00–13.20	Пленарное заседание	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»
13.20–14.00	Перерыв в трансляции	
14.00–15.40	Секция «А» Автоматизированные системы и компьютерные технологии в добыче, транспорте и распределении газа	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»
15.40–16.00	Перерыв в трансляции	
16.00–17.00	Секция «А» Автоматизированные системы и компьютерные технологии в добыче, транспорте и распределении газа	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»

15 октября 2021 г., пятница

8.00–9.00	Проверка связи, настройка удаленного доступа, тестовое подключение	Рабочие места докладчиков, участников
9.00–11.00	Секция «В» Системы поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газодобывающими и газотранспортными системами	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»
11.00–11.20	Перерыв в трансляции	
11.20–12.40	Секция «В» Системы поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газодобывающими и газотранспортными системами	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»
12.40–13.30	Перерыв в трансляции	
13.30–15.30	Секция «С» Технологии искусственного интеллекта в диспетчерском управлении системами газоснабжения	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»
15.30–16.00	Перерыв в трансляции	
16.00–16.30	Заключительное Пленарное заседание	Зал 302, 3 этаж, блок «Е»

ПРОГРАММА

VII Международной научно-технической конференции «Компьютерные технологии поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газотранспортными и газодобывающими системами»

п. Развилка

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

ОНЛАЙН-ФОРМАТ

14 октября 2021 г., четверг

9.00–10.00 Проверка связи, настройка удаленного доступа,
тестовое подключение

10.00–13.20 **Пленарное заседание**
Доклады и выступления

10.00 **Открытие конференции**

Вступительное слово
начальника Департамента ПАО «Газпром»
С.Н. Панкратова

Вступительное слово
Генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
М.Ю. Недзвецкого

Приветствие
ректора РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
В.Г. Мартынова

10.10 **P1 А.Ю. Киреев (ПАО «Газпром»)**

Анализ возможного применения технологий искусственного
интеллекта при управлении системами газоснабжения
ПАО «Газпром»

10.30 **P2** **Д.М. Ляпичев** (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Методические подходы к оценке влияния краткосрочных изменений поставок газа на техническое состояние оборудования и трубопроводов газотранспортных систем

10.50 **P3** **А.О. Горбунов** (ООО «ПСИ»)

Инновационные разработки ООО «ПСИ» и PSI SOFTWARE AG в области управления транспортом и хранением природного газа

11.10 **P4** **А.А. Ковалев** (АО «АтлантикТрансгазСистема»)

Импортозамещение и функциональное развитие программно-технического комплекса СПУРТ/СПУРТ-Р в 2015–2021 годах

11.30–12.00 **Перерыв**

12.00 **P5** **В.А. Швечков** (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

Организационно-методические основы создания научно-производственного полигона решения задач диспетчерского управления системами газоснабжения на основе технологий искусственного интеллекта

12.20 **P6** **Д.Г. Леонов** (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

Развитие архитектуры гетерогенного ядра распределенных программно-вычислительных комплексов поддержки принятия диспетчерских решений в транспорте газа

12.40 **P7** **Г.В. Зыбин** (ПАО «Газпром автоматизация»)

Опыт ПАО «Газпром автоматизация» в области импортозамещения в системах оперативно-диспетчерского управления ПАО «Газпром»

13.00 **P8** **В.Н. Юшманов** (ПАО «Газпром»)

Внедрение инновационных разработок для обеспечения эффективного управления ГТС

13.20–14.00 **Перерыв**

14.00–17.00 Секция «А»
Автоматизированные системы и компьютерные технологии в добыче, транспорте и распределении газа
Доклады и выступления

14.00 **A1** **А.С. Лопатин** (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)
Природный газ – основа устойчивого развития мировой энергетики

14.20 **A2** **Е.В. Косолапова** (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)
Углеродный след природного газа ПАО «Газпром»: риски и возможности

14.40 **A3** **В.А. Щуровский** (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)
Энерготехнологические методические подходы к процессам транспортировки газа по магистральным газопроводам

15.00 **A4** **Г.И. Наместников** (Нижегородский филиал ООО «Газпром проектирование»)
Потребности и проблемы создания для нужд проектировщиков ПК моделирования систем МГ, обеспечивающего автоматизированное построение оптимальных проектных решений при расширении и строительстве новых систем многониточных разветвленных газопроводов

15.20 **A5** **В.А. Маришкин** (ООО «Газпром добыча Ноябрьск»)
Современные технологии анализа и визуализации технологической информации, реализованные в СОДУ ООО «Газпром добыча Ноябрьск»

15.40–16.00 Перерыв

16.00 **A6** **В.В. Тетерев** (ООО «Газпром информ»)
Внедрение шаблона ИУС ПТП в дочерних обществах ПАО «Газпром»: текущее состояние и перспективы

16.20 **A7** **К.М. Тогунов** (ООО «Газпром добыча Астрахань»)
Опыт оснащения диспетчерских служб системой визуализации информации

16.40 **A8** **С.А. Буйновский** (ЗАО НТЦ ПБ)

Линейка программных продуктов ТОХI+ для расчета последствий и оценки показателей риска аварийных выбросов опасных веществ

ОНЛАЙН-ФОРМАТ
15 октября 2021 г., пятница

8.00–9.00 **Проверка связи, настройка удаленного доступа, тестовое подключение**

9.00–12.40 **Секция «В»**
Системы поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газодобывающими и газотранспортными системами
Доклады и выступления

9.00 **B1** **Р.Б. Яковлев** (ПАО «Газпром»)

Моделирование газотранспортных систем дочерних обществ ПАО «Газпром» с целью выявления и локализации мест возникновения небаланса газа

9.20 **B2** **С.В. Евсеев**
(филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»)

Разработка и внедрение подсистемы обнаружения нештатных событий

9.40 **B3** **В.В. Самсонова** (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

Опыт разработки программно-вычислительного компьютерного комплекса моделирования двухфазного течения многокомпонентной смеси для условий Чайядинского НГКМ

10.00 **B4** **С.В. Варакин** (ООО «Сириус Софт»)

Современные отечественные технологии при разработке комплексных технических решений для систем оперативно-диспетчерского управления предприятий газовой отрасли

10.20 **B5** **Г.В. Каспиев** (ООО «Газпром трансгаз Ухта»)

ПВК «Волна» как инструмент для принятия диспетчерских решений. Нестационарный расчет работы оборудования КЦ

10.40 **B6** **С.В. Комиссаров** (ООО «Газпром информ»)

Текущие и перспективные задачи развития ПВК «Астра-газ» и других комплексов режимно-технологических расчетов в ПАО «Газпром»

11.00–11.20 **Перерыв**

11.20 **B7** **В.В. Киселев** (ООО «Газпром трансгаз Томск»)

Опыт эксплуатации ПВК «Волна» в ООО «Газпром трансгаз Томск»

11.40 **B8** **Р.С. Гупалов** (Gazprom EP International B.V.)

Цифровая платформа СМПО (Система мониторинга производственных объектов) как инструмент усовершенствованного управления нефтегазовыми проектами

12.00 **B9** **М.Г. Гилязиев**
(Инженерно-технический центр ООО «Газпром трансгаз Казань»)

Разработка, внедрение и отладка системы мониторинга интегрального параметра энергоэффективности центробежных нагнетателей газоперекачивающих агрегатов

12.20 **B10** **В.В. Зубалей** (ООО «Газпром трансгаз Югорск»)

Автоматизация процесса контроля эффективности режимов работы ГПА

12.40–13.30 **Перерыв**

13.30-15.30 Секция «С»
Технологии искусственного интеллекта в диспетчерском управлении системами газоснабжения
Доклады и выступления

13.30 **С1** **А.В. Белинский** (ООО «НИИгазэкономика»)
Моделирование, оптимизация и управление режимами работы Единой системы газоснабжения России с применением технологий искусственного интеллекта

13.50 **С2** **Ф.Н. Мирсаитов** (АНО ВО «Университет Иннополис»)
Способ машинного обучения для выявления дефектов и особенностей трубопровода, полученных с использованием магнитных снарядов-дефектоскопов

14.10 **С3** **В.В. Южанин** (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)
Киберфизические системы и образовательный процесс

14.30-15.10 **Круглый стол «Технологии искусственного интеллекта в диспетчерском управлении системами газоснабжения»**

15.30-16.00 **Перерыв**

16.00-16.30 **Заключительное Пленарное заседание**



1100
100100
0100110
0010



2021
ГОД НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ



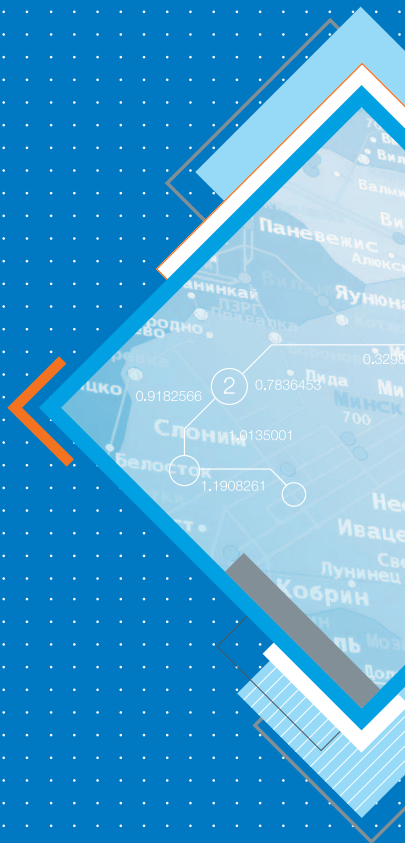
VII Международная
научно-техническая
конференция

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ И ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ СИСТЕМАМИ

14–15 октября 2021
г. Москва, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Анализ возможного применения технологий искусственного интеллекта при управлении системами газоснабжения ПАО «Газпром»

А.Ю. Киреев (ПАО «Газпром»)

12 апреля 2021 г. исполнилось 60 лет с момента выхода на вахту первой диспетчерской смены. С тех пор ни на секунду не прерывается контроль и управление газотранспортной системой ПАО «Газпром». За это время и сама газотранспортная система (ГТС), и система диспетчерского управления ею проделали длинный путь в своем развитии – от нескольких магистральных газопроводов до современной ЕСГ, от «ручного» управления, основанного на опыте и профессиональных навыках диспетчеров, до понимания, что в нынешних условиях система управления ГТС – это комплексный процесс, требующий применения новых технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, автоматизирующих процесс диспетчерского управления. При этом требования к опыту и профессиональным навыкам диспетчеров остаются на прежнем высоком уровне.

Цифровизация – это современный тренд в любой отрасли, в том числе и нефтегазовой, где находятся все новые и новые области применения для цифровизации как инструмента оптимизации технологических процессов. В докладе описаны особенности искусственного интеллекта и машинного обучения в сравнении с естественными интеллектуальными возможностями человека, показаны их основные преимущества и недостатки в сравнении с традиционными методами решения регрессионных задач и задач кластеризации. В работе представлена классификация задач в зависимости от сложности реакции на изменение во внешней среде для задач человеческих реакций и задач управления производством. Кратко описан один из самых распространенных алгоритмов машинного обучения, называемый деревом решений, а также были рассмотрены и оценены различные варианты реализации данного метода. Итогом работы является представление концепции функционирования систем по управлению технологическими процессами в ГТС с применением проактивного подхода, что позволяет наиболее оптимально выбирать режимы работы оборудования, учитывая прогнозное состояние ГТС.

Необходимо учитывать то, что система газоснабжения ПАО «Газпром» уникальна и не имеет даже близких аналогов в мировой практике. По этой причине маловероятно, что уже существующие наработки и алгоритмы смогут использоваться, т.е. наши алгоритмы, скорее всего, также будут уникальными.

Методические подходы к оценке влияния краткосрочных изменений поставок газа на техническое состояние оборудования и трубопроводов газотранспортных систем

Д.М. Ляпичев (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Обеспечение надежной и эффективной работы газотранспортных систем (ГТС) возможно только при наличии актуальных данных о техническом состоянии оборудования и трубопроводов входящих в них объектов.

Газотранспортные системы являются сложнейшими технологическими комплексами, условия эксплуатации которых сугубо специфичны. Одной из особенностей эксплуатации ГТС является наличие как сезонной (долгосрочной), так и суточной (краткосрочной) неравномерности газопотребления, обуславливающих многократное изменение режимов их работы по времени.

Существует множество работ, посвященных оценке характера и причин изменения газопотребления, вместе с тем достаточно ограниченное число работ посвящено оценке влияния изменений газопотребления на режимно-технологические параметры работы ГТС, а также на изменение их технического состояния.

Вместе с тем отдельные исследования влияния количества пуск-остановов и различных режимов работы на ресурс газоперекачивающего оборудования, влияния колебаний давления на технологические трубопроводы свидетельствуют о необходимости учета влияния изменений режимов работы на состояние ГТС.

В рамках представляемой работы предлагаются методические подходы по оценке влияния изменения режимно-технологических параметров работы ГТС на техническое состояние оборудования и трубопроводов входящих в них объектов, показываются результаты оценки влияния переменного нагружения на ресурс элементов трубопроводов, сосудов, работающих под давлением, а также на скорость развития трещиноподобных дефектов в основном металле и сварных соединениях трубопроводов.

Показывается, что одним из необходимых этапов системной работы по оптимизации режимов работы ГТС должна стать интеграция автоматизированных систем технического диагностирования с системами поддержки принятия решений в диспетчерском управлении.

Даются предложения по применению современных цифровых технологий для учета влияния многократного изменения режимно-технологических параметров при оценке технического состояния и прогнозировании остаточного ресурса технологического оборудования и трубопроводов ГТС.

Инновационные разработки ООО «ПСИ» и PSI Software AG в области управления транспортом и хранением природного газа

А.О. Горбунов (ООО «ПСИ»)

ООО «ПСИ» – российское дочернее общество немецкого концерна PSI Software AG, который более 50 лет специализируется на программном обеспечении (ПО) для диспетчеризации транспорта, распределения и хранения природного газа. На основе PSI Gas management в Германии реализованы практически все системы диспетчеризации компаний – партнеров ПАО «Газпром».

С 2005 г. PSI Gas management и его локализованный аналог ПСИгаз успешно применяются в ПАО «Газпром» в масштабных проектах: М АСДУ ЕСГ, СОДУ ГТО, диспетчерская система в составе ИУС П ПХГ. ПО PSI отличает комплексный и интегрированный подход к задачам управления, гибкая настройка на актуальную модель бизнес-процесса.

С 2015 г. PSI реализует локализацию ПО в РФ. Комплекс ПСИгаз в 2016 г. включен в Единый реестр российских программ. В 2019 г. прошел приемочные испытания ПАО «Газпром» ПК «Горизонт», созданный ООО «ГА диспетчерские системы» – совместным предприятием ООО «ПСИ» и ПАО «Газпром автоматизация». PSI готов продолжать локализацию и замещение ПО с высокими санкционными рисками с участием российских партнеров.

В рамках собственной НИОКР расширяется функционал PSI Gas management в части интеграции с системой моделирования PSIGanesi и прогнозирования PSIPrognosis. Интеграция в реальном времени SCADA, моделирования и прогнозирования предоставляет диспетчеру мощный инструмент безопасного управления газотранспортной газовой сетью (ГТС). Интеграция систем моделирования наземной системы трубопроводов и геолого-технологическое моделирование подземной части хранилищ газа или газовых промыслов повышает газоотдачу пласта и снижает потери газа.

В области искусственного интеллекта в диспетчеризации PSI в 2019 г. разработало прототип интеллектуальной системы PSIGasguide для поддержки принятия оптимальных решений по управлению ГТС с использованием ее нестационарной модели и системы на основе нечеткой логики Qualicision® (собственные разработки).

Элементы нечеткой логики и искусственного интеллекта инновационного продукта PSIScommand автоматизируют процессы планирования и управления работой специалистов по обслуживанию газовых сетей и территориально-распределенных объектов.

Создана и доведена до уровня промышленного применения единая программная среда PSI JAVA Framework (PJF), которая доступна партнерам для разработки дополнительного функционала.

Продукты PSI могут использоваться для модернизации существующих систем и создания новых современных ИТ-решений.

Импортозамещение и функциональное развитие программно-технического комплекса СПУРТ/СПУРТ-Р в 2015–2021 годах

А.А. Ковалев (АО «АтлантикТрансгазСистема»)

АО «АтлантикТрансгазСистема» (АО «АТГС») с момента основания в 1992 г. осуществляет работы для ПАО «Газпром», специализируясь на проектировании, изготовлении, поставках и внедрении систем оперативно-диспетчерского управления (СОДУ) на базе программно-технического комплекса СПУРТ, а также систем телемеханики и автоматики на базе ПТК СТН-3000. Обе системы являются собственной разработкой АО «АТГС». Созданные в 1990-х гг. находятся в постоянном развитии, соответствуя актуальным требованиям заказчиков и современному уровню информационных технологий и средств автоматизации. По состоянию на 2021 г. СПУРТ является платформой для СОДУ пяти газотранспортных обществ, во многих обществах СПУРТ применяется как основа ПУ телемеханики трубопроводов и газовых промыслов. Всего установлено более 200 серверов СПУРТ.

В 2015–2017 гг. проведен полный перевод СПУРТ на программные и технические компоненты производства России и стран, не поддерживающих санкционную политику. Созданная версия СПУРТ-Р в составе подсистем СДКУ и СППДР прошла все необходимые приемочные испытания ПАО «Газпром». Первым объектом внедрения СПУРТ-Р как платформы многоуровневой полнофункциональной СОДУ стало ОсОО «Газпром Кыргызстан» (2019 г.).

Проведя замещение импортных компонентов, специалисты АО «АТГС» продолжили расширение функциональности СПУРТ-Р. Данные работы проводятся по нескольким направлениям: развитие интеграции с нестационарной модельной газотранспортной системы (комплекс «Волна») с прогнозированием потребления газа и реализацией проактивного управления ГТС; развитие функциональности модулей «журнала диспетчера», планирования, балансирования и отчетности СППДР; новые разработки в части поддержки принятия решений в нештатных и аварийных ситуациях; создание аналитических приложений по ранней диагностике, локализации и выявлению неисправностей оборудования; проводятся работы и по другим направлениям.

В целом развитие комплекса СПУРТ-Р проводится в рамках общего тренда цифровой трансформации ПАО «Газпром» и способствует повышению надежности и эффективности управления ГТС Российской Федерации.

Организационно-методические основы создания научно-производственного полигона решения задач диспетчерского управления системами газоснабжения на основе технологий искусственного интеллекта

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

Стремительное внедрение цифровых технологий и систем, основанных на искусственном интеллекте, находит повсеместное применение в различных отраслях. Повышение уровня автоматизации систем газоснабжения и сокращение периодичности сбора оперативных данных телеизмерений привело к формированию больших массивов исторических данных, которые могут быть подвергнуты обработке с применением широкого спектра технологий интеллектуального анализа данных.

Технологии искусственного интеллекта, основанные на нейронных сетях, нашли успешное применение в областях, где для выявления связей между параметрами распределенных систем традиционные математические модели применить либо невозможно, либо неэффективно ввиду огромной размерности рассматриваемых систем.

Применение нейронных сетей в задачах диспетчерского управления системами газоснабжения должно основываться на технологической базе имеющихся в М АСДУ ретроспективных режимно-технологических параметров работы систем газоснабжения. Нейросетевая самообучающаяся модель – новый интеллектуальный адаптивный элемент системы поддержки принятия диспетчерских решений, позволяющий решать следующие актуальные задачи: анализировать текущее состояние ЕСГ, учитывать прогнозные данные по потреблению ГРС, заявки по объемам поставок газа на экспорт, а также учитывать прогнозные данные по климатическим условиям для формирования прогноза по состоянию ЕСГ глубиной от 24 до 72 ч.

Эффективное решение задач диспетчерского управления системами газоснабжения на основе технологий искусственного интеллекта возможно путем создания совместного научно-производственного полигона на базе отраслевых институтов ПАО «Газпром». Специалисты профильных институтов ПАО «Газпром» и Губкинского университета составят основу совместного центра компетенций в области искусственного интеллекта. Введение дополнительных дисциплин в учебные планы кафедр Губкинского университета, выделение грантов на целевое привлечение способных студентов и аспирантов позволит сформировать кадровый потенциал для газовой отрасли и обеспечит развитие данного направления исследований на долгосрочной основе.

Решение задач масштаба ЕСГ требует существенных вычислительных ресурсов на обработку данных и обучение многослойных нейросетевых моделей. Решение этой проблемы возможно путем задействования мощностей, имеющихся у ведущих технических вузов и технологических компаний. Апробация алгоритмов и технических решений, полученных на научно-производственном полигоне, позволит сформировать обоснованные требования к ресурсному обеспечению технической инфраструктуры ПАО «Газпром».

Развитие архитектуры гетерогенного ядра распределенных программно-вычислительных комплексов поддержки принятия диспетчерских решений в транспорте газа

Д.Г. Леонов, Т.М. Папилина (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

В докладе рассматривается развитие архитектуры программно-вычислительных комплексов поддержки принятия диспетчерских решений (ПВК СППДР), основанной на применении открытой интеграционной платформы, которая обеспечивает функционирование комплексов в условиях гетерогенного окружения.

Основные интеграционные решения и механизмы, обеспечивающие построение и эволюционное развитие ПВК, были апробированы при разработке ПВК «Веста» и применены в дальнейшем при разработке программного обучающего комплекса, реализующего моделирование процессов подготовки к транспортировке газа. Данная архитектура предусматривает как традиционный локальный режим работы на персональных компьютерах под управлением основных операционных систем, так и функционирование в режиме облачного сервиса для выполнения учебно-тренировочных задач и оценки действий обучаемых.

Существенным фактором при разработке программных комплексов нового поколения является требование функционирования в открытых операционных системах, обусловленное политикой импортозамещения. В связи с этим в качестве основной программной платформы, обеспечивающей локальный режим работы комплекса, используется библиотека Qt 5, облачный режим работы реализован на платформе .NET 5.0. Взаимодействие разнородных компонентов комплекса происходит с помощью механизма передачи сообщений, основанного в текущей реализации на брокере RabbitMQ.

Функционирование программного комплекса протестировано в операционных системах Windows 10, Linux Ubuntu 21.04 и macOS 11.

Опыт ПАО «Газпром автоматизация» в области импортозамещения в системах оперативно-диспетчерского управления ПАО «Газпром»

Г.В. Зыбин (ПАО «Газпром автоматизация»)

В период с 2015 г. Правительством Российской Федерации, Министерством цифрового развития Российской Федерации, ПАО «Газпром» принят ряд нормативных документов, определяющих направления импортозамещения в организациях с государственным участием. Одним из таких направлений является замещение используемого в различных автоматизированных системах управления программного импорта происхождения, в частности, в системах оперативно-диспетчерского управления (далее – СОДУ).

Кроме того, в 2018 г. вступил в силу Федеральный закон РФ от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», в соответствии с требованиями которого в объектах критической информационной инфраструктуры должно использоваться в основном программное обеспечение российского происхождения.

При этом стоит отметить, что большая часть СОДУ, эксплуатирующихся в настоящее время в дочерних обществах ПАО «Газпром», построены с использованием как системного, так и специального программного обеспечения иностранного происхождения.

В соответствии с СТО Газпром 2-1.15-680-2012 в составе СОДУ выделяются две подсистемы:

- Система диспетчерского контроля и управления (СДКУ);
- Система поддержки принятия диспетчерских решений (СППДР).

ПАО «Газпром автоматизация» разработаны, прошли испытания и рекомендованы для построения СДКУ объектов транспорта газа два программных комплекса (далее – ПК), отвечающих требованиям импортозамещения и безопасности объектов критической информационной инфраструктуры:

- ПК «Горизонт» (№ 4476 в Едином реестре российских программ);
- ПК «Поток-ДУ» (№ 5621 в Едином реестре российских программ).

Программно-технические комплексы на их основе имеют сертификаты ИНТЕРГАЗ-СЕРТ и включены в реестр МТР, рекомендованных к поставке на объекты ПАО «Газпром».

В настоящее время выполняется подготовка ПК «Поток-ДУ» к испытаниям в качестве СДКУ для объектов добычи газа.

В 2020 г. ПАО «Газпром автоматизация» успешно выполнило НИОКР «Разработка алгоритмов и модели системы дистанционного контроля промышленной безопасности опасных производственных объектов ООО «Газпром добыча Астрахань».

С использованием полученного в результате указанных работ опыта в области построения информационных системы ПАО «Газпром автоматизация» в настоящее время выполняет доработки ПК «Поток-ДУ», позволяющие обеспечить выполнение функционала СППДР.

Таким образом, программные комплексы, разработанные ПАО «Газпром автоматизация», позволят обеспечить построение СОДУ объектов добычи и транспорта газа ПАО «Газпром» с учетом требования импортозамещения и безопасности объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации.

Внедрение инновационных разработок для обеспечения эффективного управления ГТС

В.Н. Юшманов (ПАО «Газпром»)

В 2018 г. в ПАО «Газпром» создана единая корпоративная система организации внедрения инноваций, призванная объединить компетенции экспертов администрации, представителей эксплуатирующих дочерних обществ и научных центров компании.

Корпоративная система организации внедрения инноваций оснащена необходимым комплексом инструментов для обеспечения эффективной деятельности. Основной элемент корпоративной системы – постоянно действующая комиссия по внедрению инновационной продукции, в состав которой входят представители департаментов инвестиционно-стратегического, производственного и финансово-экономического блоков ПАО «Газпром».

Комиссия уполномочена:

- принимать решения о внесении продукции в Реестр инновационной продукции и Единый реестр МТР, допущенных к применению в ПАО «Газпром»;
- согласовывать необходимые мероприятия, источники финансирования и объекты для внедрения инновационной продукции.

Кроме того, комиссией принимаются решения о реализации энергоэффективных проектов с применением механизма энергосервисных контрактов.

Еще одним инструментом внедрения инновационной продукции является совместный с компанией «Иннопрактика» Координационный совет по внедрению инновационной продукции, а также действующий под его эгидой Совместный проектный офис.

В настоящее время на стадии внедрения в ПАО «Газпром» находится целый ряд инновационных разработок, в том числе выполненных в рамках программы НИОКР ПАО «Газпром». В их числе:

- программно-вычислительный комплекс для моделирования режимов работы газотранспортных систем «Волна»;
- преобразователь сорбционно-емкостной температуры точки росы по влаге в природном газе «Гигросенс» и др.

Активно ведется работа по внедрению цифровых технологий. На финальном этапе находится реализация пилотного проекта «Цифровой двойник Южно-Русского месторождения», завершение которого планируется в начале следующего года. На базе данного проекта уже инициирована аналогичная работа для Киринского месторождения.

Корпоративная система организации внедрения инноваций постоянно совершенствуется с целью повышения эффективности деятельности. Совместно с опорным вузом Санкт-Петербургским государственным экономическим университетом ведется работа по созданию и вводу в эксплуатацию информационно-управляющей системы экспертно-аналитической поддержки внедрения инноваций «Газпром. Территория инноваций» на базе интернет-портала системы «одного окна». Разрабатывается ряд документов для совершенствования нормативной и методической базы.

СЕКЦИЯ «А»

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОБЫЧЕ, ТРАНСПОРТЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИИ ГАЗА

Природный газ – основа устойчивого развития мировой энергетики

*В.Г. Мартынов, В.В. Бессель, В.Г. Кучеров, А.С. Лопатин, Р.Д. Мингалеева
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Одной из наиболее обсуждаемых проблем в последнее время стало предсказание конца нефтегазовой эры. К пессимистическим прогнозам развития так называемой углеродной энергетики присоединились даже такие нефтяные гиганты, как компании BP, Total и многие другие.

И если раньше предсказание конца нефтегазовой эры связывали в первую очередь с исчерпаемостью запасов, то сегодня к обоснованию этого сценария добавились экологические, климатические, экономические и политические факторы, которые можно зачастую трактовать в прямо противоположных направлениях. Это приводит к тому, что для кого-то конец нефтегазовой эры – это неизбежно наступающая реальность, а для кого-то – не более чем просто модный и вряд ли в ближайшее время реализуемый тренд.

На современном технологическом этапе развития энергетика в определяющей степени зависит от добычи и потребления органического топлива, к которому относятся природный газ, нефть и уголь, причем на долю органического топлива приходится более 80 % потребляемой энергии в мире. В настоящее время не существует других источников энергии, которые могли бы конкурировать с органическим топливом по доступности, степени распространения и эффективности. В то же время будущее мировой энергетики, безусловно, сложно представить без возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Однако утверждения о скором полном переходе мировой энергетики на ветровую, солнечную, геотермальную энергии, озвучиваемые многими политическими и общественными деятелями, вряд ли имеют под собой серьезные основания. Не все так просто и с водородной энергетикой, где нерешенных проблем гораздо больше, чем решенных.

Природный газ является энергетически самым эффективным видом органического топлива. Развитая инфраструктура транспортировки природного газа как по магистральным газопроводам, так и в сжиженном состоянии, а также постоянно развивающаяся и совершенствующаяся инфраструктура для его потребления делают природный газ самым эффективным и доступным видом органического топлива. Современные технологии использования газа позволяют минимизировать вредные выбросы, что делает природный газ самым экологически чистым видом органического топлива.

Одним из путей повышения эффективности и надежности энергообеспечения, особенно удаленных регионов с необустроенной энергетической инфраструктурой,

будет «гибридизация» энергообеспечения, сочетающая совместное использование централизованных объектов тепловой генерации, работающих на органическом топливе, и прежде всего природном газе, и комбинированных энергетических установок с использованием ВИЭ и накопителей энергии.

В связи с этим стратегию устойчивого развития энергетики для удовлетворения растущих потребностей человечества в энергии можно определить как дальнейшее и опережающее развитие добычи и использование для энергетических нужд природного газа и значительные инвестиции в развитие гибридных технологий.

Углеродный след природного газа ПАО «Газпром»: риски и возможности

Е.В. Косолапова (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

В условиях развития договоренностей Парижского соглашения по климату и адаптации различных стран и глобальных энергетических компаний к тренду низкоуглеродного развития экономики углеродный след природного газа может повлиять как на риски, так и на дополнительные возможности для технологического развития ПАО «Газпром».

Риски, возникающие в процессе мероприятий ПАО «Газпром», обеспечивающих снижение углеродного следа природного газа, могут быть связаны с переменами в политике, законодательстве, применяемых технологиях и требованиях рынка с целью предотвращения изменения климата. Например, внедрение механизмов регулирования выбросов парниковых газов на основе ограничивающих норм и стандартов, влияние технологических улучшений и инноваций на конкурентоспособность компаний, изменение спроса и предложения на энергоресурсы могут привести к дополнительным расходам компании.

Развитие мировой экономики предусматривает расширение использования энергоносителей с низким углеродным следом, к которым относится природный газ. Это определяет новые возможности для использования природного газа ПАО «Газпром», в том числе можно ожидать:

- сохранение лидерства природного газа в межтопливной конкуренции (нефть, уголь, газ) на энергетических рынках в странах Европы и мировых рынках в целом как в краткосрочном периоде до 2035 г., так и на перспективу до 2050 г.;
- сохранение приоритетной позиции по объему поставок природного газа в страны Европы, в том числе за счет конкурентных преимуществ российского природного газа по углеродному следу по всей технологической цепочке, за счет своевременной диверсификации поставок при обеспечении промышленной и экологической безопасности;
- выход на новые рынки сбыта и поставка природного газа по магистральным трубопроводам и (или) танкерами СПГ в страны, которые принимают решение об отказе от использования угля в ТЭК (например, Индия, Китай);
- производство и использование чистого водорода, получаемого без выбросов CO₂ из российского природного газа, поставляемого традиционным путем его доставки по существующей ГТС к местам его будущего производства и потребления в странах Европы.

Для оценки углеродного следа продукции разработаны различные международные модели определения выбросов парниковых газов в цепочке жизненного цикла природного газа. Выполнен анализ применимости моделей к российским условиям и к нефтегазовой отрасли. Выявлены ограничения моделей, которые не позволяют использовать их для оценки углеродного следа поставок природного газа ПАО «Газпром» по всей технологической цепочке.

Специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработана модель для оценки углеродного следа жизненного цикла природного газа – от скважины до потребителя, которая может быть основой для разработки программно-вычислительного комплекса по выбросам парниковых газов и углеродному следу различных вариантов поставок природного газа ПАО «Газпром».

В настоящее время уточненная модель используется для оценки углеродного следа природного газа ПАО «Газпром», экспортируемого по различным маршрутам: украинский коридор (Уренгой – Ужгород, Елец – Кременчуг – Кривой Рог), белорусский коридор («Ямал – Европа»), «Северный поток», «Северный поток-2».

Энерготехнологические методические подходы к процессам транспортировки газа по магистральным газопроводам

В.А. Щуровский (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Проектирование и эксплуатация многониточных газотранспортных систем по принципу единого гидравлического режима обладает очевидными преимуществами в повышении системной надежности и улучшении комплексных технико-экономических показателей. Однако этот режим не является энергетически оптимальным.

Рекомендована актуализация смысла и порядка использования в НТД коэффициентов гидравлического сопротивления, сопротивления трению и гидравлической эффективности участка МГ.

Показатель эквивалентной товаротранспортной работы, применяемый в системе энергетического менеджмента, не является научно и технически обоснованным и должен быть заменен корректным энерготехнологическим эталоном.

Влияние гидравлических коммуникаций КЦ предложено оценивать по их фактической конфигурации в форме дополнительной эквивалентной длины участка, которая для типичной КС составляет около 12 км.

На основе классических представлений о газодинамике движения газа в трубах предложены зависимости товаротранспортной работы, мощности, энергоемкости и энергоэффективности магистрального газопровода от скорости газа в трубах.

Потребности и проблемы создания для нужд проектировщиков ПК моделирования систем МГ, обеспечивающего автоматизированное построение оптимальных проектных решений при расширении и строительстве новых систем многониточных разветвленных газопроводов

Г.И. Наместников (Нижегородский филиал ООО «Газпром проектирование»)

Теплогидравлические расчеты являются неотъемлемой частью всех стадий проектирования при разработке проектов строительства новых объектов, а также реконструкции и расширения существующих объектов. С этих расчетов, как правило, начинаются все проекты строительства и реконструкции газотранспортных систем.

Учитывая современные тенденции развития науки, особенно в направлении ИИ, наиболее перспективными и необходимыми для реализации подходами по части гидравлических расчетов, которые должны значительно повысить производительность труда и качество принимаемых проектных решений, является создание ПК, позволяющего обеспечить автоматическое определение параметров оптимального варианта расширения и строительства новых систем МГ с соответствующей оценкой затрат на развитие.

Комплекс должен наряду с построением гидравлического режима автоматически определять наилучшее решение по выбору оптимальной трассы, рабочему давлению, диаметру МГ, параметрам лупингов, расположению и оснащению КС с учетом динамики ввода мощностей. В настоящее время расчетчики-проектировщики в основном используют ПК «Астра-газ», «Ингир» и им подобные. К сожалению, эти программы существенно устарели и не могут сами находить технологическое решение. Программы по существу только проверяют предлагаемое расчетчиком решение по установке ГПА, развитию ЛЧ, строительству КС на предмет достаточности и приемлемости с точки зрения построения гидравлического режима при подаче заданных объемов газа и удовлетворении граничным условиям по расходу, давлению и температуре. То есть, упрощенно говоря, они работают, как и в конце прошлого века, только появилась возможность считать крупные газотранспортные системы и коридоры «за один заход», и за счет использования современных компьютеров повысилась скорость счета.

В современных условиях речь должна уже идти об интеграции гидравлических расчетов с 3D-моделями. К сожалению, на пути много математических, программных, компьютерных и других проблем, которые надо решать в самом широком масштабе. Опыт АО «Гипрогазцентр» по созданию ПК «Оптима» показал, что эти работы надо ускоренно продолжать и развивать. Иначе начнем уже ездить на беспилотных авто, будет повсеместное распространение ИИ, а считать по-прежнему будем на том же уровне, что был 20–30 и более лет тому назад.

Исходя из вышеизложенного, предлагается тему пилотных проектов по созданию новых вычислительных алгоритмов и ПК моделирования и оптимизации режимов работы ГТС и ЕСГ в целом расширить, включив задачу построения наилучших проектных решений по выбору оптимальной трассы, рабочему давлению, диаметру МГ, параметрам лупингов, расположению и оснащению КС с учетом динамики ввода мощностей. Учитывая имеющийся опыт по созданию ПК «Оптима», филиал ООО «Газпром проектирование» заинтересован участвовать в решении этого вопроса.

Современные технологии анализа и визуализации технологической информации, реализованные в СОДУ ООО «Газпром добыча Ноябрьск»

В.А. Маришкин, О.Е. Ледевич, А.Н. Хома (ООО «Газпром добыча Ноябрьск»)

В ООО «Газпром добыча Ноябрьск» реализована система оперативно-диспетчерского управления (СОДУ), составляющей которой являются система сбора, хранения и обработки данных, система моделирования технологических процессов, тренажерный комплекс, применяются современные системы отображения информации с использованием систем бизнес-аналитики.

Реализован полный цикл сбора, подготовки и анализа технологических данных с использованием современных программно-технических средств, включая технологии OLAP и системы аналитики. Функции системы аналитики, такие как быстрые меры, группирование позволяют пользователям с помощью более 80 современных средств визуализации глубже анализировать данные и выявлять закономерности, которые иначе могли бы остаться незамеченными.

Совместно с РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина был разработан и эксплуатируется тренажерный комплекс диспетчерского планирования и управления технологическими режимами объектов газодобывающего предприятия. В настоящее время ведется доработка тренажера с учетом особенностей технологии добычи и подготовки газа на Чаяндинском месторождении.

Основной областью применения тренажерного комплекса является:

- подготовка и повышение квалификации диспетчерского персонала;
- решение задач моделирования, планирования, управления режимами объектов добычи газа в составе системы поддержки принятия диспетчерских решений.

С целью исполнения обязательств политики ПАО «Газпром» в области энергоэффективности и энергосбережения представителями ООО «Газпром добыча Ноябрьск» и ООО «Газпром ВНИИГАЗ» выполнена научно-исследовательская работа по теме «Анализ и оценка энергетической эффективности газодобывающей компании ООО «Газпром добыча Ноябрьск» в условиях снижения пластового давления газа». Результатами данной работы стали разработка методики оценки энергоэффективности, а также создание информационной системы анализа, оперативного контроля и управления энергоэффективностью объектов добычи газа.

На предприятии реализован один из самых современных способов организации развертывания системы сбора данных – использование виртуальных машин, в преимуществах которого удалось неоднократно убедиться: минимальное время развертывания рабочего места диспетчера, отказоустойчивость. Сокращение физических серверов уменьшает энергопотребление, тепловыделение и уровень шума, снижение затрат на закупку резервного оборудования, централизация управления, динамическая инфраструктура.

Таким образом, совокупность программной и системно-технической инфраструктуры СОДУ ООО «Газпром добыча Ноябрьск» позволяет обеспечить надежное, безопасное и эффективное управление объектами добычи и подготовки углеводородного сырья на объектах в ЯНАО, Якутии, Камчатском крае.

Внедрение шаблона ИУС ПТП в дочерних обществах ПАО «Газпром»: текущее состояние и перспективы

В.В. Тетерев (ООО «Газпром информ»)

Задачи унификации программных решений, применяемых для автоматизации процессов диспетчерского управления в дочерних обществах (ДО) ПАО «Газпром», были поставлены в 2008 г. в рамках реализации стратегии информатизации ПАО «Газпром». При этом основные цели стратегии информатизации для диспетчерского управления в ДО актуальны и в настоящее время:

1. В ДО Группы «Газпром» для решения однотипных задач эксплуатируется значительное количество разнородных промышленных систем, созданных на базе различных программных продуктов.

2. Значительная часть систем введена в эксплуатацию в 1990-е и 2000-е годы, требует развития и импортозамещения с переводом на новые аппаратные платформы. При этом данная потребность существует и для систем, внедренных в эксплуатацию и после 2010 г.

3. В большинстве случаев используемые системы обеспечивают решение преимущественно локальных задач ДО, не решая задачи управления корпоративного уровня. Достаточно низкая степень вертикальной интеграции затрудняет оперативное получение детальной производственно-технологической информации, что снижает ценность представляемой информации для принятия управленческих решений, увеличивает длительность циклов планирования и формирования отчетности.

4. Отсутствует единая модель данных и единая система НСИ, необходимая для всего комплекса производственных задач. В существующих системах в большинстве случаев используется локальное ведение НСИ.

В рамках стратегии информатизации ПАО «Газпром» с 2008 г. в ДО были разработаны и внедрены информационно-управляющие системы (ИУС) производственно-технологических процессов (ПТП), внедрение которых осуществлялось в ходе следующих проектов:

- создание шаблона ИУС П для вида деятельности «Транспортировка газа и газового конденсата» – ИУС П Т (Самара);
- создание шаблона ИУС П для вида деятельности «Подземное хранение газа» – ИУС П ПХГ;
- создание шаблона ИУС П для вида деятельности «Добыча газа и газового конденсата» – ИУС П Д (Астрахань);
- создание шаблона ИУС П для вида деятельности «Переработка газа и газового конденсата» – ИУС П П (Сургут).

Указанные проекты по разработке и внедрению ИУС ПТП не были скоординированы между собой, базовое программное обеспечение принадлежало различным зарубежным вендорам, в итоге единый шаблон ИУС ПТП и унифицированная программная платформа не были разработаны.

Ввиду отсутствия подходящего решения для очередных проектов ИУС П Д и ИУС П Т в ООО «Газпром информ» несколько лет назад начали разработку собственной

информационной платформы. На данный момент проводится внедрение и апробация единого шаблона для систем оперативного диспетчерского управления различной отраслевой направленности. Применяемая программная архитектура систем оперативного диспетчерского управления (СОДУ) строится на базе СПО, импортозамещенных и мультиплатформенных решений. Проектируется более глубокая интеграция с верхнеуровневыми корпоративными системами, которая предполагает сквозное выполнение бизнес-процессов на разных уровнях управления, исключение работы пользователя в нескольких информационных системах. Разрабатываемые решения строятся по принципу открытой структуры формирования расчетной модели, с возможностью визуального конфигурирования и представления расчетов в виде графов, что позволяет не прибегать к услугам разработчиков при формировании балансовых моделей и настройки выполнения различных вычислений.

Текущие внедрения ИУС ПТП покрывают основную функциональность СОДУ в части систем поддержки принятия диспетчерских решений, без учета комплексов моделирования. Основной целью нового этапа развития СОДУ является доработка программной платформы в части задач интеграции с решениями различных производителей комплексов моделирования и режимно-технологических расчетов, систем диспетчерского контроля и управления, систем BI и предиктивной аналитики, а также вывод на новый уровень интеграции с ERP и VIP системами, предлагая бизнесу новые решения по планированию и контролю деятельности и ресурсов промышленных предприятий из числа компаний Группы «Газпром», а также приближая к созданию полноценных цифровых двойников промышленных объектов «Газпрома» на корпоративном уровне.

Опыт оснащения диспетчерских служб системой визуализации информации

К.М. Тогунов (ООО «Газпром добыча Астрахань»)

При выполнении задач производственно-диспетчерской службы неизбежно возникает проблема управления информацией, поступающей в диспетчерскую. Для устранения данной проблемы необходимо создание информационной среды, которая позволяет оперативно и эффективно получать данные, обрабатывать, анализировать их и принимать решения, а также визуализировать информацию, делать ее наглядной и интуитивно понятной. Данная информационная среда должна быть организована в виде системы коллективного отображения информации (СКОИ). Указанная система была разработана и внедрена в диспетчерских службах ООО «Газпром добыча Астрахань».

В настоящее время СКОИ используется для визуализации технологических процессов, визуального контроля работы опасных производственных объектов и действий персонала в режиме онлайн, а также мониторинга экологической и противопожарной обстановки.

Детально рассмотрена комплексная система мониторинга, предупреждения и подготовки к локализации и ликвидации аварийных ситуаций на опасных производственных объектах.

Линейка программных продуктов ТОХІ+ для расчета последствий и оценки показателей риска аварийных выбросов опасных веществ

С.А. Буйновский (ЗАО НТЦ ПБ)

В докладе рассматривается решение двух проблем, актуальных для сферы промышленной безопасности, с помощью специализированных программных комплексов ТОХІ+.

1. Обоснование технических решений на опасных производственных объектах (ОПО) с целью снижения риска аварийной ситуации.

Проектирование и эксплуатация ОПО должны осуществляться согласно нормам, установленным законодательством Российской Федерации. Однако инновационное развитие в области технологий, применяемых на ОПО, приводят к априорному отставанию нормативно-правового регулирования. С целью устранения этого недостатка были введены процедуры разработки Специальных технических условий и Обоснования безопасности опасного производственного объекта.

Указанные процедуры позволяют разрабатывать индивидуальные требования промышленной безопасности при проектировании и эксплуатации ОПО. Конечно, такие индивидуальные требования должны быть обоснованными.

Основными инструментами для обоснования технических решений на ОПО в настоящее время является физико-математическое моделирование физических процессов, а также количественная оценка риска аварий с участием опасных веществ.

2. Оценка последствий произошедшей аварии в реальном времени.

Аварии с участием опасных веществ способны выходить за пределы производственного объекта и приводить к жертвам среди третьих лиц. Важно располагать сведениями о масштабе и возможных последствиях аварии для оперативного принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

Наибольшее количество сведений о возможных последствиях аварии позволяет получить применение современных подходов к физико-математическому моделированию выбросов опасных веществ, подкрепленное учетом реальных метеоусловий и данных систем обнаружения аварийных выбросов.

СЕКЦИЯ «В»

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ ГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ И ГАЗОТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ

Моделирование газотранспортных систем дочерних обществ ПАО «Газпром» с целью выявления и локализации мест возникновения небаланса газа

Р.Б. Яковлев (ПАО «Газпром»)

При транспортировке газа неизбежно возникновение потерь газа, обусловленных рядом причин:

- не исключенная систематическая погрешность измерения расходов газа;
- сезонные и суточные изменения физико-химических показателей транспортируемого природного газа;
- методические погрешности расчета количества газа, расходуемого на собственные нужды;
- методические погрешности расчета изменения объема запаса газа в ГТС за расчетный период;
- не устраненные утечки газа на технологических объектах ГТС в связи с невозможностью прекращения процесса транспортировки газа и другие, связанные с ошибками в процессе учета газа.

Задача – локализация места возникновения и устранение причины возникновения потерь газа «расчетно-методического характера» (далее –ПРМХ).

Данная задача зачастую не является тривиальной и требует применения специализированных аналитических систем, в том числе комплексов моделирования газотранспортной сети.

В настоящее время под контролем Департамента ПАО Газпром (В.Х. Герцог), ООО «Газпром ВНИИГАЗ» на базе ООО «Газпром трансгаз Томск» проводит научно-исследовательскую работу «Разработка и внедрение алгоритмов функционирования балансовой модели потоков природного газа в ООО «Газпром трансгаз Томск» с учетом точности узлов измерений расхода газа, методов измерений количества и показателей качества газа с целью выявления и снижения ПРМХ» с применением комплекса моделирования газотранспортной сети.

По завершении НИР и проведении испытаний работоспособности алгоритмов будет разработано СТО «Алгоритм функционирования балансовой модели потоков природного газа. Оценка влияния уровня метрологического обеспечения измерения количества и качества природного газа на показатель снижения ПРМХ в газотранспортной системе балансового объекта», проведена апробация и далее организовано тиражирование разработанных подходов на газотранспортные общества Группы «Газпром».

Разработка и внедрение подсистемы обнаружения нештатных событий

*И.Р. Бухвалов, С.В. Евсеев, В.Н. Лотов
(филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седатова»),
В.А. Батрасов, А.И. Гурин
(ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»)*

Одной из сложнейших задач системы поддержки принятия решений в диспетчерском управлении является обнаружение в реальном масштабе времени нештатных событий на линейной части многониточного магистрального газопровода (ММГ), таких как разрыв МГ и несанкционированная перестановка кранов. Для решения данной задачи применяются системы линейной телемеханики, не дающие однозначного ответа о месте и типе возникшего нештатного события. В 2017 г. в филиале РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седатова» была проведена разработка подсистемы обнаружения нештатных событий на базе телемеханики – УНК ТМ. В 2020 г. в соответствии с дорожной картой, утвержденной Председателем Правления ПАО «Газпром» А.Б. Миллером, министром промышленности и торговли РФ Д.В. Мантуровым и губернатором Нижегородской области Г.С. Никитиным, были начаты работы по организации адаптации и внедрения подсистемы обнаружения нештатных событий (ПОНС) на объектах ПАО «Газпром». Первым пунктом работы было проведение опытно-промышленных испытаний ПОНС на Моркинском ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород».

В результате проведения опытной эксплуатации и комплекса испытаний были подтверждены все технические требования, предъявляемые к ПОНС, такие как:

- погрешность определения места разрыва МГ не более 200 м;
- определение разрыва МГ при фиксации перепада давления 0,06 кгс/см²;
- определение нештатной перестановки кранов при изменении разницы давлений до и после крана на 0,35 кгс/см²;
- отсутствие ложных сообщений о нештатных событиях;
- использование только штатных аппаратных средств телемеханики без применения дополнительных датчиков и контроллеров.

По результатам опытной эксплуатации и приемочных испытаний ПОНС на Моркинском ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» комиссией вынесены следующие решения:

- рекомендовать введение ПОНС УНК ТМ Моркинского ЛПУ МГ в промышленную эксплуатацию;
- рекомендовать применение ПОНС УНК ТМ на объектах телемеханики ПАО «Газпром».

Опыт разработки программно-вычислительного компьютерного комплекса моделирования двухфазного течения многокомпонентной смеси для условий Чаяндинского НГКМ

*В.В. Самсонова, С.К. Митичкин, В.А. Маришкин, В.И. Чурин
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
ООО «Газпром добыча Ноябрьск»)*

Одной из задач, решаемых в рамках реализации политики импортозамещения в РФ, является разработка российского программного обеспечения для системы поддержки принятия диспетчерских решений, ключевым элементом которой являются комплексы моделирования технологических режимов добычи, сбора, подготовки и транспорта природного газа, позволяющие учесть особенности горно-геологических и технологических условий эксплуатации месторождений:

- многокомпонентный состав газа;
- двухфазное состояние добываемой смеси и фазовые переходы;
- профиль трассы, учитывающий сложность рельефа;
- низкие температуры и влияние температуры на работу технологического оборудования;
- контроль скорости газа в системе сбора;
- контроль допустимых дебитов газа на скважинах;
- контроль рабочего давления технологического оборудования.

Специалистами РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина совместно с ООО «Газпром добыча Ноябрьск» для условий Чаяндинского НГКМ были разработаны новые и расширены существующие функции ПВК «Веста-тренажер (добыча)», предназначенного для моделирования режимов работы систем сбора и подготовки газа к магистральному транспорту и включающего следующие технологические объекты: скважины, кусты скважин, промысловый трубопроводный газосборный коллектор, межпромысловый газосборный коллектор, установки предварительной и комплексной подготовки газа, дожимные компрессорные станции.

ПВК «Веста-тренажер (добыча)» дополнен модулем расчета фазового поведения и характеристик смеси в соответствии с уравнением состояния Пенга – Робинсона, реализован расчет процесса низкотемпературной сепарации газа, а также описана работа установки мембранного выделения гелиевого концентрата. Пакет позволяет проводить расчеты системы «скважины – ГСС – УКПГ – ДКС – МГ» по определению режима работы промысла, обеспечивающего соблюдение качества и заданного плана по добыче газа, а также определению максимально допустимого давления газа на границе передачи газа в магистральный газопровод.

Современные отечественные технологии при разработке комплексных технических решений для систем оперативно-диспетчерского управления предприятиями газовой отрасли

С.В. Варакин (ООО «Сириус Софт»)

Развитие и внедрение отечественных систем автоматизированного управления является первостепенной задачей, обеспечивающей безопасность и технологическую независимость системы газоснабжения. При этом безопасность – это исключение ошибочных действий операторов, которые потенциально могут привести к инцидентам и авариям.

Основным средством должна быть программа, обрабатывающая весь массив информации, поступающей с управляемого объекта.

Комплекс программ Сириус-Центр имеет в своем составе программные модули, облегчающие построение сложных отказоустойчивых аналитических систем для поддержки принятия диспетчерских решений:

- объектно-ориентированная модель – позволяет создавать описания объектов предприятия в различных разрезах (структура объекта, связи между объектами, подчиненность и т.д.);
- ядро – системные сервисы, формирующие единую точку ввода информации об объектах предприятия (сопровождение метамodelей, объектной модели, расчетных modelей, модулей анализа данных);
- специализированный центр обработки данных – отказоустойчивый распределенный вычислительный кластер, способный одновременно выполнять большое количество алгоритмов обработки данных, имеющихся в системе и поступающих в режиме реального времени.

История измерения параметров, которая хранится в системе Сириус-Центр, является основой для создания алгоритмических modelей. При формировании modelей в том числе используется математический аппарат самообучающихся искусственных нейронных сетей. Обученные modelи используются для прогнозирования сроков эксплуатации оборудования, а также периодов, в течение которых могут возникать аварии и инциденты, если не проведены профилактические работы и (или) не произведена замена оборудования.

В дополнение к алгоритмам обработки данных вычислительное ядро планируется оснастить новым модулем – машиной логического вывода. Основное отличие машины логического вывода от алгоритма – возможность автоматического поиска решения на основе правил, заложенных в машину. Правила – это нормативно-справочная документация по эксплуатации АСУТП, на основе которой работает диспетчер. Правила заносятся в машину логического вывода в форме программного кода. При этом машина логического вывода работает в качестве помощника диспетчера и ситуационного анализатора, подсказывая диспетчеру управляющие воздействия, анализируя данные расчетов и текущее состояние АСУТП.

ПВК «Волна» как инструмент для принятия диспетчерских решений. Нестационарный расчет работы оборудования КЦ

*Г.В. Каспиев, И.А. Каплин (ООО «Газпром трансгаз Ухта»),
М.Н. Анучин (РФЯЦ-ВНИИТФ)*

Программно-вычислительный комплекс (ПВК) «Волна» предназначен для эксплуатации в режиме реального времени в составе системы диспетчерского контроля и управления газотранспортного общества и используется в целях поддержки принятия диспетчерских решений. ПВК «Волна» обеспечивает решение задач диспетчерского управления газотранспортной системой (ГТС): контроль текущего режима работы ГТС; оперативный прогноз процесса по заданному сценарию управляющих воздействий диспетчера; долгосрочное планирование режимов транспортировки газа; обучение диспетчерского персонала. Комплекс внедрен в промышленную эксплуатацию в ООО «Газпром трансгаз Ухта».

В настоящее время ведется НИР по дальнейшему совершенствованию ПВК «Волна» с целью разработки и включения в комплекс гидравлической модели компрессорного цеха (КЦ), учитывающей технологические трубопроводы КЦ. В результате НИР разработаны математическая модель, методики и алгоритмы гидравлической модели КЦ. Сформулированные алгоритмы реализованы в качестве дополнительных программных модулей, интегрированных в ПВК «Волна». Введены расчетные схемы КЦ. Проведены тестовые расчеты режимов работы КЦ.

Разработанная гидравлическая модель КЦ основана на совместном расчете гидравлики газовых потоков в технологических газопроводах КЦ и режимов работы газоперекачивающих агрегатов (ГПА), пылеуловителей (ПУ) и автоматов воздушного охлаждения газа (АВО). Расчеты КЦ проводятся на основе индивидуальных технологических схем КЦ с учетом фактического положения запорной арматуры, а также данных измерения давления и температуры газа в реперных точках КЦ. Рассчитываются области допустимых режимов и рабочие точки ГПА, ПУ и АВО. Фактические и расчетные параметры режима отображаются на расчетной схеме КЦ и графиках.

На заключительном этапе НИР будет выполнена адаптация усовершенствованного комплекса «Волна» для проведения онлайн расчетов рабочих режимов всех компрессорных цехов ГТС ООО «Газпром трансгаз Ухта».

Текущие и перспективные задачи развития ПВК «Астра-газ» и других комплексов режимно-технологических расчетов в ПАО «Газпром»

С.В. Комиссаров (ООО «Газпром информ»)

Программные комплексы режимно-технологических расчетов (далее – ПВК) являются неотъемлемой частью диспетчерского управления как на уровне дочерних обществ, так и на уровне Администрации ПАО «Газпром». Помимо этого, ПВК применяются при проектировании систем газоснабжения, а также в составе обучающих тренажерных комплексов.

ПВК «Астра-газ» широко применяется в Группе «Газпром» с 2008 г. В настоящее время на постоянной основе осуществляются суточные и часовые расчеты по 20 газотранспортным дочерним обществам и ООО «Газпром добыча Ноябрьск», осуществляется внедрение в ООО «Газпром добыча Уренгой». ПВК «Астра-газ» входит в состав подсистемы моделирования и поддержки принятия решений модернизированной автоматизированной системы диспетчерского управления Единой системой газоснабжения ПАО «Газпром».

Разработчики и специалисты службы сопровождения ООО «Газпром информ» обеспечивают работоспособность и развитие комплекса, а также мониторинг корректности автоматически выполняемых идентификационных расчетов. Постоянно осуществляется контроль передачи результатов расчетов в Департамент ПАО «Газпром» (С.Н. Панкратов) и формирование ретроспективной базы данных расчетов.

Одной из актуальных задач развития ПВК является расчет калорийности газового потока на основе известных свойств газа на входе системы газоснабжения либо по компонентному составу газа с учетом смешения потоков и промежуточных замеров. В настоящее время указанная функциональность реализована разработчиками ПВК «Астра-газ», проведена апробация и внедрение в ООО «Газпром трансгаз Югорск» с передачей результатов в Департамент ПАО «Газпром» (С.Н. Панкратов), выполняется внедрение еще в 7 газотранспортных обществах.

В 2021 г. начат процесс реновации расчетных модулей ПВК «Астра-газ» с переводом на современный язык программирования. Вычислительные эксперименты показали, что скорости наиболее ресурсоемких математических вычислений на исходном языке реализации расчетов Fortran и на современном открытом языке математических вычислений Python оказались практически идентичными, что, учитывая наличие различных математических библиотек, позволяет говорить о перспективах применения языка Python для реализации на нем всех расчетных моделей ПВК «Астра-газ».

При реновации интерфейса пользователя ПВК «Астра-газ» с учетом современных тенденций развития ИТ-технологий целесообразно перейти на применение web-решения для отображения расчетных схем и результатов расчетов. При этом целесообразно применять единую платформу для работы с графическими схемами как для комплексов моделирования, так и для других задач диспетчерского управления.

В состав программных средств автоматизированной системы диспетчерского управления должны быть включены унифицированные механизмы, предусматривающие интерфейсы для взаимодействия типовых компонентов ПВК друг с другом и с внешними системами, что позволит декомпозировать ПВК на ряд слабосвязанных типовых подсистем: информационного обмена, хранения, редактирования схем, интерфейса пользователя, расчетных модулей.

Указанные решения позволят помимо повышения эффективности применения действующих и внедряемых моделей ПВК «Астра-газ» обеспечить внедрение расчетных моделей нестационарных режимов функционирования систем газоснабжения в газотранспортных обществах ПАО «Газпром», а также в Департаменте ПАО «Газпром» (С.Н. Панкратов), интегрированных с моделями ПВК «Астра-газ» и другими информационными подсистемами.

Дальнейший переход на микросервисную архитектуру ПВК позволит обеспечить применение существующих и новых моделей в новых инструментах поддержки принятия решений, создаваемых в рамках стратегии цифровой трансформации ПАО «Газпром», включая цифровые двойники систем газоснабжения, а также комбинированные решения классических вычислительных алгоритмов с методами машинного обучения и прогнозирования, в том числе с применением нейросетей.

Опыт эксплуатации программно-вычислительного комплекса «Волна» в ООО «Газпром трансгаз Томск»

В.В. Киселев (ООО «Газпром трансгаз Томск»)

Программно-вычислительный комплекс (ПВК) «Волна» предназначен для эксплуатации в составе систем оперативно-диспетчерского управления и систем поддержки принятия диспетчерских решений газотранспортного общества.

С начала 2018 г. в ООО «Газпром трансгаз Томск» комплекс введен в промышленную эксплуатацию.

С использованием ПВК «Волна» успешно решаются задачи:

- онлайн моделирования нестационарных режимов работы ГТС, результаты расчета хорошо согласуются с фактическими данными телеизмерений SCADA системы;
- моделирования прогнозных показателей режимов работы газотранспортных систем, в том числе с учетом выработки газа из участков перед стравливанием, выполнения ремонтных работ, пропуска внутритрубных устройств; запуска и останова компрессорных станций. На основе расчетов подбирается оптимальный сценарий, который выполняется на практике;
- моделирования возможных аварийных ситуаций с разрывом газопровода на базе онлайн расчетов при проведении противоаварийных тренировок ПДС;
- моделирования прогноза первичного заполнения газопроводов с учетом критических режимов течения газа в байпасах и свечах.

Реализованные в комплексе функции существенно сокращают временные затраты на принятие диспетчерских решений.

Цифровая платформа СМПО (Система мониторинга производственных объектов) как инструмент усовершенствованного управления нефтегазовыми проектами

Р.С. Гупалов (Gazprom EP International B.V.)

В докладе обзревается функционал Системы мониторинга производственных объектов (СМПО) – совместной разработки компаний Gazprom EP International B.V. и «Технос-К». Система представляет собой цифровую платформу, позволяющую собирать, структурировать и использовать в режиме одного окна всю техническую информацию, которая генерируется на протяжении жизненного цикла скважины. Она обеспечивает унифицированный доступ к историческим производственным данным для всех участников нефтегазового проекта соответственно ролевой модели, а также позволяет на основе массива полученных данных проводить ретроспективный анализ для получения более эффективных управленческих решений. Рассмотрены модули системы – проектный, фактический и аналитический, формирующие непрерывный цикл оптимизации производственных процессов. Обзревается разработанные на текущий момент блоки строительства скважин и добычи, в которых упомянутые выше модули используются. Таким образом, доступ ко всей необходимой консолидированной информации, документооборот и аналитика, встроенные в СМПО, позволят участникам проектов сократить время на рутинные операции, тем самым освободив время для решения более сложных задач и повысить качество работы.

Разработка, внедрение и отладка системы мониторинга интегрального параметра энергоэффективности центробежных нагнетателей газоперекачивающих агрегатов

М.Г. Гилязиев (Инженерно-технический центр ООО «Газпром трансгаз Казань»)

В докладе описаны этапы создания и отладки системы мониторинга технического состояния центробежных нагнетателей (ЦБН) газоперекачивающих агрегатов (ГПА). Мониторинг технического состояния газоперекачивающего оборудования позволяет диспетчеру принимать решения с учетом фактической энергоэффективности данного оборудования.

Показатель энергоэффективности ЦБН ГПА является удельным интегральным показателем, не изменяющимся при изменении режима работы ГПА, параметров газа в газотранспортной сети.

В работе представлены промежуточные результаты мониторинга показателя энергоэффективности ЦБН ГПА, их анализ, а также реализованные мероприятия по повышению достоверности показателя энергоэффективности ЦБН ГПА.

Автоматизация процесса контроля эффективности режимов работы ГПА

В.В. Зубалей (ООО «Газпром трансгаз Югорск»)

Необходимым условием эффективного оперативно-диспетчерского управления является обеспечение оперативного контроля режима работы ГТС, в первую очередь ГПА, эффективности расхода топливного газа. Анализ и контроль режимов работы ГПА проводится ПДС совместно с ДС подразделений при помощи АИС ПК «Магистраль», разработанной ПДС предприятия совместно с ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и компанией RTsoft.

Для оценки эффективности потребления ТЭР используются удельные показатели энергоэффективности ГПА, компрессорного цеха и компрессорной станции.

В качестве локальных показателей энергоэффективности используются КПД, коэффициенты загрузки ГПА по мощности, КТС по топливному газу, режимный коэффициент ЦБН, удельный расход электроэнергии на охлаждение транспортируемого газа и другие показатели.

Контроль за эффективностью осуществляется на основе расчета фактических показателей и анализа режима работы ГПА, текущей и заданной энергоэффективности на уровне филиала и администрации: ГПА, компрессорных цехов; компрессорных станций; газотранспортной системы в целом.

Процесс контроля осуществляется непрерывно или выборочно, непрерывный контроль осуществляется центрами ответственности – ДС ЛПУ МГ, ПДС, ПО предприятия.

Для реализации процесса непрерывного контроля за эффективностью технологических процессов при транспортировке природного газа необходима система мониторинга, позволяющая автоматизировать процессы контроля на основе обработки исходной информации от средств измерения.

Система мониторинга позволяет постоянно контролировать выполнение целевых показателей режима работы основного оборудования, своевременно выявлять отклонение от заданного режима работы оборудования и принимать решения, направленные на снижение энергозатрат.

АИС ПК «Магистраль» решает функциональные задачи ПДС по контролю, оценке и анализу эффективности работы объектов ГТС (ГПА, АВОГ, ПАЭС, СОГ, котельных) на основе штатных измерений технологических параметров. В разработке реализован модульный подход к построению системы мониторинга энергоэффективности технологических процессов.

Программный комплекс состоит из следующих модулей:

- «Энергоэффективность КЦ, ЭСН, котельных, СОГ, УОГ»;
- «Энергоэффективность ГПА, параметрической диагностики и расчета режимно-энергетических параметров ГПА»;
- «Эколог–ГПА» – контроль валовых выбросов загрязняющих веществ с продуктами сгорания ГТУ;
- администрирования программного комплекса;
- формирования отчетной документации.

Цели проекта:

- обеспечение эффективного контроля и управления технологическим процессом с учетом фактического состояния оборудования, повышение эффективности функционирования ГПА и ГТС в целом;
- повышение коэффициента использования ГПА, уменьшение вероятности внезапных отказов;
- обеспечение процесса обработки и предоставления необходимой информации о фактическом состоянии парка ГПА и о характеристиках агрегатов, оборудования в процессе эксплуатации (обеспечение оперативного доступа к информации);
- обеспечение перехода от традиционной системы планово-предупредительных ремонтов к ремонту оборудования по фактическому состоянию, сокращение затрат на ремонт, повышение качества ремонта;
- повышение стабильности значений выходных показателей эффективности ГПА (располагаемой мощности и КПД) в межремонтный период путем принятия своевременных мер по устранению выявленных неисправностей на работающих ГПА;
- обеспечение мониторинга энергозатрат на объектах ГТС, показателей эффективности режимов работы основного и вспомогательного оборудования на КЦ в целях снижения энергопотребления;
- обеспечение контроля производительности и энергопотребления объектов ГТС – своевременное выявление элементов системы, влияющих на рост общих затрат топлива на перекачку газа (разработка мероприятий, оптимизация режима работы элементов ГТС с целью снижения энергозатрат);
- построение единой информационной системы контроля за энергоэффективностью на предприятии с использованием современных информационных технологий;
- контроль валовых выбросов загрязняющих веществ с продуктами сгорания газотурбинных ГПА.

Результаты эксплуатации ПК «Магистраль»:

- повышение производительности и сокращение общих эксплуатационных расходов предприятия;
- автоматизация процесса расчета энергетических и экологических показателей режимов работы основного и вспомогательного оборудования на КС;
- выполнение комплексной оценки технического состояния оборудования;
- повышение точности определения производительности и потенциальной работы сжатия ГПА;
- обеспечение оперативного контроля предельных параметров ГПА;
- обеспечение оперативного контроля загрузки ГПА по мощности;
- обеспечение оперативного контроля загрузки и эффективности АВО газа;
- предоставление эксплуатационному персоналу и руководству ключевых данных о работе оборудования;
- снижение погрешности передаваемых данных о режиме работы оборудования;
- снижение затрат времени на обработку и анализ данных, обеспечение оперативности информации;

- снижение энергозатрат на транспорт газа.

Расчетные модули АИС ПК «Магистраль» унифицированы и представляют собой легко расширяемую, гибкую систему, позволяющую пользователю контролировать расчетную часть и производить выборку любых данных из баз; таким образом, пользователь может проводить сплошной или выборочный анализ режима работы оборудования в любом необходимом объеме за минимальное время.

Программные модули обеспечивают информационное взаимодействие с базами разных производителей – Microsoft SQL server и Oracle.

Вся расчетная часть производится на сервере со свободными ресурсами, что резко (в разы) увеличивает быстродействие расчетных процессов; это особенно важно при большом объеме информации – например, расчет за месяц, квартал, год. Быстродействие достигается за счет минимального объема данных при обмене данными по локальной сети между клиентской и серверной частями системы – сервер всегда имеет гораздо большую вычислительную производительность, чем компьютеры пользователей.

АИС ПК «Магистраль» не требует монтажа дополнительного оборудования, настройка ПК осуществляется на рабочем месте пользователя. АИС оснащен удобным интерфейсом. Дизайн комплекса соответствует современным требованиям и рассчитан на постоянную работу с экранной формой, не раздражающей глаза.

СЕКЦИЯ «С»

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИСПЕТЧЕРСКОМ УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМАМИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Моделирование, оптимизация и управление режимами работы Единой системы газоснабжения России с применением технологий искусственного интеллекта

*А.В. Белинский (ООО «НИИГазэкономика»),
Н.А. Кисленко (ПАО «Газпром», ООО «НИИГазэкономика»)*

Диспетчерское управление Единой системой газоснабжения (ЕСГ) России требует развитых средств моделирования и оптимизации режимов ее работы. В Группе «Газпром» разработано несколько программно-вычислительных комплексов (ПВК) моделирования и оптимизации потоков газа в газотранспортных системах (ГТС) и ЕСГ в целом, которые используются в практике диспетчерского управления системами газоснабжения.

Вместе с тем, существует ряд задач, которые до настоящего времени не решены. К их числу, прежде всего, относятся задачи планирования гидравлических режимов ГТС ЕСГ по различным нелинейным критериям, таким как минимум потребления топливно-энергетических ресурсов на выполнение работы по транспортировке газа, минимум стоимостных затрат на транспорт газа и др. Такие расчетные задачи имеют нелинейные критерии и ограничения в виде равенств и неравенств, обладают высокой размерностью, и для их решения требуется привлечение эффективных методов математического программирования. Отсутствие моделей, которые позволяли бы адекватно рассчитывать оптимальные режимы работы ЕСГ в целом, при этом учитывать значимые технологические и физические нюансы, требует дальнейшего развития методов, алгоритмов и соответствующих программных комплексов.

В последние годы в связи с интенсивным развитием технологий цифрового моделирования и машинного обучения стало возможным использовать новые подходы к решению оптимизационных задач диспетчерского управления системами газоснабжения. В частности, технологии искусственного интеллекта (ИИ) предоставляют инструменты для построения адекватных моделей крупных фрагментов ГТС ЕСГ и ЕСГ в целом.

В работе рассматриваются новые подходы к моделированию ЕСГ на основе технологий ИИ. Представлены результаты проведенных исследований по построению нейросетевых моделей прогнозирования динамики потоков газа в ГТС ЕСГ. Обсуждаются результаты разработки квазинестационарной гидравлической нейросетевой оптимизационной модели ГТС ЕСГ. Демонстрируются первые результаты создания нестационарной оптимизационной модели ГТС ЕСГ, разрабатываемой с применением

передовых технологий ИИ, современных пакетов программ глубокого машинного обучения и нелинейного программирования. Разрабатываемые технологии вошли в состав международного стандарта ISO/IEC TR 24030:2021 «Information Technology – Artificial Intelligence (AI) – Use Cases» (раздел стандарта «Помощник диспетчера крупной энергетической системы на основе технологий искусственного интеллекта»).

Результаты проводимых работ свидетельствуют о том, что дальнейшее развитие гибридного моделирования, сочетающего классические методы газовой динамики и методы ИИ, позволит создать новые цифровые инструменты для проактивного диспетчерского управления режимами работы ЕСГ, а также решения ряда ранее нерешенных актуальных расчетных задач газовой отрасли.

Способ машинного обучения для выявления дефектов и особенностей трубопровода, полученных с использованием магнитных снарядов-дефектоскопов

*Ф.Н. Мирсаитов, А.А. Яруллин, Е.С. Яшкина, Р.З. Садыков, А.А. Романов
(АНО ВО «Университет Иннополис»),
И.В. Ряховских, А.А. Каверин (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)*

В работе рассмотрены примеры результатов работы алгоритмов машинного обучения при обработке магнитограмм магнитных снарядов-дефектоскопов.

Приведены метрики качества работы свёрточной нейронной сети по задачам обнаружения и идентификации дефектов, особенностей трубопровода и примеры результатов сопоставления с разметкой аналитика данных внутритрубной диагностики.

Приведены статистически важные параметры при решении задачи детекции и классификации. Рассмотрены требования к полноте данных, решение проблемы несбалансированной выборки путем объединения в классы дефектов по идентичности сигнатуры сигнала и обучение свёрточной нейросетевой модели на «зашумленной разметке». В целях оптимального обучения машинных алгоритмов даны предложения по подходу к разметке аномальных областей исходя из результатов анализа совокупности дефектограмм. Даны предложения по улучшению метрик качества работы свёрточной нейронной сети с учетом характерных особенностей данных магнитных снарядов-дефектоскопов.

Доказана работоспособность и применимость машинных алгоритмов при решении задачи детекции и классификации типов дефектов и конструктивных особенностей на данных внутритрубного диагностирования магнитными снарядами-дефектоскопами.

Киберфизические системы и образовательный процесс

*В.В. Южанин, Р.Л. Барашкин, П.К. Калашников, А.С. Нургуатова
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)*

Продукция нефтегазовой отрасли остается ключевым источником энергии промышленного комплекса ведущих стран мира. По мере усложнения технологических процессов нефтегазовой отрасли разрабатывались различные подходы по их интенсификации и повышению эффективности стадий проектирования и эксплуатации. Промышленный рост сопровождался развитием информационных технологий, которые благодаря закону Мура продолжают интенсивно развиваться. Развитие информационных технологий и их интеграция с физическим миром удачно отражается в термине «киберфизические системы». АСУТП является киберфизической системой, где система управления является кибернетической частью, а технологический процесс – физической.

В докладе предпринята попытка обобщения опыта решения прикладных задач нефтегазовой отрасли и преподавания в нефтегазовом вузе по направлению «Управление в технических системах». Предлагается системный подход по изучению технологических процессов с использованием математического моделирования с целью синтеза систем управления.

Уровень безопасности и эффективность эксплуатации непрерывных процессов зависит от уровня понимания оперативным персоналом причинно-следственных связей технологического процесса. Следовательно, подготовка обучающихся в высшем учебном заведении должна обеспечивать понимание целостной картины видения технологического процесса. Вследствие сложности и опасности технологических процессов нефтегазовой отрасли непосредственное обучение на реальном объекте в широком спектре действий не представляется возможным. В этом случае киберфизическая система должна быть включена в учебный процесс. При этом программа обучения должна выстраиваться с учетом ориентации на связь с киберфизической системой в рамках большинства дисциплин, начиная с младших курсов. В таком случае прививается соответствующий стиль мышления и обеспечивается взаимосвязь компонентов системы в рамках учебного процесса.

В рамках моделирования киберфизических систем предлагается изучать комплексные подходы к моделированию сложных систем, обеспечивать понимание особенностей разработки статических и динамических моделей с учетом методик расчета термодинамических свойств, формировать навыки применения численных методов решения математических моделей, применять пакеты имитационного моделирования для синтеза систем управления технологическими процессами.

142717, Московская область, г.о. Ленинский, п. Развилка,
пр-д Проектируемый № 5537, зд. 15, стр. 1.
Тел.: +7 (498) 657-42-06, Факс: +7 (498) 657-96-05
vniigaz@vniigaz.gazprom.ru; <http://vniigaz.gazprom.ru>